

DIRECCION GENERAL DE CAMINOS
MINISTERIO DE COMUNICACIONES,
INFRAESTRUCTURA Y VIVIENDA
REPUBLICA DE GUATEMALA

**ESPECIFICACIONES GENERALES
PARA CONSTRUCCIÓN DE
CARRETERAS Y PUENTES**

SEPTIEMBRE, 2001



INGENIEROS CONSULTORES DE CENTRO AMERICA, S. A.

PROLOGO

LAS ESPECIFICACIONES GENERALES DE CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS Y PUENTES, es el compendio que norma en forma general, las relaciones entre la Dirección General de Caminos y los Contratistas, para todas sus obras.

Tratándose de normas generales, su aplicación no debe hacerse indistintamente para una carretera de primera que para un camino de penetración. Para cada proyecto deben diseñarse las Disposiciones Especiales que para éste prevalezcan, describiendo además las características especiales de la obra.

Las Especificaciones y demás documentos tienen por objeto comunicar al oferente, lo que la Dirección General de Caminos quiere construir. Son un medio de comunicación escrito. Aunque cuidadosamente preparados, los medios de comunicación escritos adolecen de fallas: A menudo se ve lo que se quiere ver, se entiende lo que se quiere entender y se encuentra lo que se quiere encontrar. Siendo las Especificaciones Generales un medio de legislar o de normar, no contienen los criterios que sirvieron para establecerlas. Se recomienda la formulación del Manual de Construcción, que es el documento que sirve para establecer el criterio y el razonamiento para su aplicación.

El espíritu que prevalece en las Especificaciones de Construcción de Carreteras y Puentes es el de que cada elemento debe asumir la responsabilidad que le corresponde: El que diseña es responsable del diseño; el que construye es responsable de que la construcción se ejecute de conformidad con el diseño aprobado por la Dirección General de Caminos; y todos los participantes deben tener como objetivo primordial encauzar sus esfuerzos y colaboración hacia la construcción de la obra en el tiempo estipulado y con la calidad con que fuera concebida y aprobada.

Aunque contractualmente se requería que la actualización de estas Especificaciones se fundamentara en las del Departamento de Transportes de los Estados Unidos (FP-96), la investigación fue mucho más profunda habiéndose tomado en cuenta especificaciones de otros países de América del Sur, de algunos estados de los Estados Unidos y de experiencias de ingenieros guatemaltecos que, basándose en sus conocimientos especializados, experiencia e investigación específica, han permitido establecer normas modernas que ubican al país adecuadamente de cara al nuevo milenio.

El presente volumen ha sido preparado de conformidad con la Legislación vigente a enero del año 2000. Debido a los cambios de Legislación que se están operando en Guatemala y que afectan las relaciones contractuales, así como a las innovaciones en equipo y cambios tecnológicos y que la presente edición que contiene muchas innovaciones, incluyendo el sistema de medida internacional (SI), producidos durante los 25 años desde la última edición, se recomienda que las presentes Especificaciones Generales para Construcción de Carreteras y Puentes se pongan en vigencia y que la práctica local las vaya asimilando y puliendo, sugiriéndose que las mismas y futuras ediciones sean revisadas y actualizadas cada cinco (5) años.

Como no es posible legislar a espaldas de las partes que participan y contribuyen a una actividad de desarrollo, con la anuencia del Ministerio de Comunicaciones, Infraestructura y Vivienda y de la Dirección General de Caminos, para este trabajo se estableció un diálogo directo con la Cámara guatemalteca de la Construcción y con la Gremial de Consultores quienes, con sus sugerencias, hicieron posible que el mismo fuera más completo.

Nuestro agradecimiento a los Ingenieros de la Dirección General de Caminos por las observaciones que nos hicieron, especialmente a los asignados a este trabajo, por su alto espíritu de cooperación y al Banco Interamericano de Desarrollo sin cuya asistencia este trabajo

no hubiera sido posible. Asimismo, nuestro agradecimiento al siguiente personal profesional que participó en el mismo, por su dedicación:

Ing. Jorge Ernesto Erdmenger Lafuente
Ing. Edgar David de León Izeppi
Ing. Wilma de León Marroquín
Ing. José Leonel Aguilar Girón
Lic. Jose María Marroquín Samayoa
Ing. Emilio Beltranena Matheu
Ing. Jorge Rodolfo Alvarado García-Salas
Ing. Jonás Joaquín Dobias Rabanales
Ing. José Roberto Arango Figueroa
Ing. Carlos Enrique Morales Muñoz.
Ing. Manuel Basterrechea Díaz
Ing. Jose Abraham Agüero Umattino
Lic. Arturo Palmieri
Ing. Roberto Linde Sardá
Ing. Plinio Estuardo Herrera Rodas
Lic. Oswaldo E. Mejía
Ing. Rodolfo Ligorria
Ing. Oscar Sequeira Hidalgo
Ing. Olman Monge
Ing. Walter Monge
Ing. Edward Canler
Ing. Tomas S. Hirshmann
Ing. Jaime Salazar
Ing. Bill Allen
Ing. Adrián Bonifacio Juárez López
Ing. Pedro José Espósito
Ing. Julio César Corado de la Vega
Ing. Mauricio Monterroso
Ing. Salvador Franco
Ing. Otto Reynoso
Ing. Juan Pablo Nitsch

Por la Cámara Guatemalteca de la Construcción:

Ing. Jorge Alfredo Tejada Argueta
Ing. Rubén Augusto Estrada Girón
Ing. Rodrigo Benjamín Rendón Estrada
Ing. Raúl Eduardo Alvarado Cuevas
Ing. Jorge René von Quednow Cruz

Por la Dirección General de Caminos:

Ing. Estuardo Matheu – Director General
Ing. Alfonso de León Amézquita
Ing. Víctor Rosales Gómez
Ing. Carlos Castillo

Guatemala, agosto de 2001



INGENIEROS CONSULTORES DE CENTRO AMERICA, S. A.

INDICE

<u>SECCION</u>	<u>DIVISIÓN 100 DISPOSICIONES GENERALES</u>	<u>PAGINA</u>
101	Abreviaturas y Definiciones.	101-1
102	Requisitos y Condiciones para Presentación de Ofertas.	102-1
103	Adjudicación de la Licitación.	103-1
104	Alcance del Trabajo.	104-1
105	Control del Trabajo.	105-1
106	Control de Materiales.	106-1
	106-Anexo I Aceptación del Trabajo por medio de Evaluación Estadística.	106A-1
107	Equipo de Construcción.	107-1
108	Responsabilidad Legal y Pública.	108-1
109	Prosecución y Progreso.	109-1
110	Medida y Pago.	110-1

<u>SECCION</u>	<u>DIVISIÓN 150 REQUERIMIENTOS DEL PROYECTO</u>	
151	Movilización y Desmovilización.	151-1
152	Replanteo y Levantamiento Topográfico para Construcción.	152-1
153	Sistema de Control de Calidad del Contratista.	153-1
154	Programa de Trabajo para la Construcción.	154-1
155	Señalización, Control del Tránsito y Mantenimiento de la Carretera.	155-1

<u>SECCION</u>	<u>DIVISIÓN 200 MOVIMIENTO DE TIERRAS</u>	
201	Retiro de Estructuras, Servicios Existentes y Obstáculos.	201-1
202	Limpia, Chapeo y Destronque.	202-1
203	Excavación y Terraplenes.	203-1
204	Excavación de Canales.	204-1
205	Excavación Estructural para Estructuras Mayores y Menores.	205-1
206	Relleno para Estructuras.	206-1
207	Relleno Permeable.	207-1
208	Acarreo Libre y Acarreo.	208-1
209	Capa de Balasto.	209-1
210	Uso de Explosivos.	210-1
211	Geosintéticos utilizados en Movimiento de Tierras para Terraplenes.	211-1

<u>SECCION</u>	<u>DIVISIÓN 250 TERRAPLENES ESTRUCTURALES</u>	
251	Zampeado (RipRap).	251-1
252	Muros o Rellenos de Roca.	252-1
253	Gaviones y Colchones para Revestimiento.	253-1
254	Muros de Huacaleras.	254-1
255	Muros de Retención de Suelo Estabilizado Mecánicamente con Geosintéticos.	255-1
256	Anclajes Permanentes.	256-1
257	Muros de Retención de Concreto Reforzado.	257-1
258	Muros de Suelo Enclavado (Soil Nailing).	258-1
259	Concreto Lanzado.	259-1

DIVISIÓN 300 SUB-BASES Y BASES

<u>SECCION</u>	<u>PAGINA</u>
301 Reacondicionamiento de Sub-rasante Existente.	301-1
302 Estabilización de la Sub-rasante.	302-1
303 Capa de Sub-base Común.	303-1
304 Capa de Sub-base y Base Granular.	304-1
305 Capa de Sub-base y Base de Grava o Piedra Trituradas.	305-1
306 Capa de Sub-base y Base de Recuperación del Pavimento Existente.	306-1
307 Capa de Sub-base y Base Estabilizada.	307-1
308 Capa de Base de Suelo Cemento.	308-1
309 Capa de Base Negra.	309-1
310 Recuperación y Estabilización del Pavimento Existente.	310-1
311 Fresado del Pavimento.	311-1
312 Paliativos del Polvo.	312-1
313 Apilamiento y Almacenamiento de Agregados.	313-1

DIVISIÓN 400 PAVIMENTOS ASFALTICOS

<u>SECCION</u>	
401 Pavimento de Concreto Asfáltico en Caliente.	401-1
402 Pavimento de Concreto Asfáltico Reciclado en Caliente.	402-1
403 Mezcla Asfáltica en Frío.	403-1
404 Tratamientos Asfálticos Superficiales.	404-1
405 Sellos Asfálticos.	405-1
406 Sellado de Grietas y Bacheo del Pavimento Existente.	406-1
407 Riego de Imprimación.	407-1
408 Riego de Liga.	408-1
409 Geosintéticos para Pavimentación.	409-1
410 Arena Asfalto.	410-1
411 Asfaltos Modificados.	411-1

DIVISIÓN 500 PAVIMENTOS RIGIDOS

<u>SECCION</u>	
501 Pavimento de Concreto de Cemento Hidráulico.	501-1
502 Rehabilitación de Pavimentos de Concreto de Cemento Hidráulico.	502-1

DIVISIÓN 550 ESTRUCTURAS

<u>SECCION</u>	<u>PAGINA</u>
551 Concreto Estructural.	551-1
552 Acero de Refuerzo.	552-1
553 Estructuras de Concreto.	553-1
554 Estructuras de Concreto Pre-Esforzado.	554-1
555 Concreto Ciclópeo.	555-1
556 Formaletas y Obra Falsa.	556-1
557 Pilotes Hincados.	557-1
558 Pilotes Fundidos en el Lugar.	558-1
559 Estructuras de Acero.	559-1
560 Conectores de Acero.	560-1
561 Dispositivos para Soporte.	561-1
562 Estructuras de Madera.	562-1
563 Pintura.	563-1
564 Tablestacado.	564-1
565 Estructuras de Mampostería de Piedra.	565-1
566 Estructuras de Mampostería de Ladrillo o Bloque.	566-1
567 Barandales de Puente.	567-1
568 (Reservada)	
569 Reparación de Grietas en Estructuras de Concreto.	569-1
570 Recubrimientos Protectores del Concreto.	570-1

DIVISIÓN 600 ESTRUCTURAS DE DRENAJE

<u>SECCION</u>	
601 Alcantarillas de Tubos de Concreto Reforzado.	601-1
602 Tubos para Drenaje de Estructuras.	602-1
603 Alcantarillas de Metal Corrugado.	603-1
604 Alcantarillas de Material Plástico.	604-1
605 Sub-drenajes.	605-1
606 Drenajes Horizontales.	606-1
607 Cajas y Cabezales para Alcantarillas.	607-1
608 Cunetas Revestidas.	608-1
609 Bordillos.	609-1
610 Capa Filtrante.	610-1
611 Limpieza, Reacondicionamiento, Reutilización o Remoción de Estructuras de Drenaje Existentes.	611-1

DIVISIÓN 700 CONSTRUCCIONES COMPLEMENTARIAS

<u>SECCION</u>	
701 Defensas para Carreteras y Puentes.	701-1
702 Indicadores del Derecho de Vía.	702-1
703 Cercas.	703-1
704 Monumentos de Kilometraje.	704-1
705 Delineadores.	705-1
706 Líneas, Marcas y Marcadores de Tráfico.	706-1
707 Señales de Tráfico.	707-1
708 Dispositivos para el Control Temporal del Tránsito.	708-1
709 Barricadas de Concreto.	709-1
710 Aceras y Medianas Pavimentadas.	710-1

DIVISIÓN 800 ASPECTOS AMBIENTALES

<u>SECCION</u>	<u>PAGINA</u>
801 Control de Erosión.	801-1
802 Capa Vegetal	802-1
803 Siembra de Césped.	803-1
804 Plantas, Árboles, Arbustos y Enredaderas.	804-1
805 Césped.	805-1
806 Vástagos de Grama.	806-1
807 Esteras para el Control de la Erosión, Tejido de Primera Torsión y Sistemas Celulares de Confinamiento.	807-1

Tabla de Conversiones

SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI)

Símbolo	Cuando se tiene	Multiplicar por	Para obtener	Símbolo
LONGITUD				
µm	micrómetros	3.9×10^{-5}	pulgadas	pulg.
mm	milímetros	0.039	pulgadas	pulg.
m	metros	3.28	pies	pie
m	metros	1.09	yardas	yd.
Km	kilómetros	0.621	millas	mi
mm	milímetros	0.0011963	varas	vrs
AREA				
mm ²	milímetros cuadrados	0.0016	pulgadas cuadradas	pulg ²
m ²	metros cuadrados	10.764	pies cuadrados	pie ²
m ²	metros cuadrados	1.195	yardas cuadradas	yd ²
Ha	hectáreas	2.47	acres	acre
km ²	kilómetros cuadrados	0.386	millas cuadradas	mi ²
VOLUMEN				
Lt	litros	0.264	galones	Gal.
m ³	metros cúbicos	35.71	pies cúbicos	pie ³
m ³	metros cúbicos	1.307	yardas cúbicas	yd ³
MASA				
g	gramos	0.035	onzas	oz.
Kg	kilogramos	2.202	libras	lb.
T	toneladas métricas	1.103	toneladas inglesas ó corta	T
TEMPERATURA				
° C	grados Centígrados	$1.8(^{\circ}\text{C}) + 32$	grados Fahrenheit	° F
ILUMINACIÓN				
lx	lux	0.0929	pie-candela	pie-cd
cd/m ²	candela por metro cuadrado	0.2919	pie-Lamberts	pie-L
FUERZA Y PRESION ó ESFUERZO				
J	joule	0.7376	pie - libra	lb.-pie
N	newton	0.225	libra	lb.
kPa	kilo Pascal	0.145	libra por pulgada cuadrada	psi
MPa	mega Pascal	1	newton por milímetro cuadrado	N/mm ²

INDICE ALFABÉTICO

"A"

	Página
Abreviaturas	101-1
Acarreo Libre, Límite de	208-1
Acarreo y Acarreo Libre	208-1
Accesorios para la explotación	210-1
Aceptación del trabajo por medio de evaluación estadística	106A-1
Acera o banquetta	101-2, 710-1
Aceras y Medianas Pavimentadas	710-1
Aceras y Medianas de Concreto de Cemento Hidráulico	710-2
Aceras y Medianas de Ladrillo	710-2
Aceras y Medianas de Mezcla Asfáltica	710-2
Acero, Conectores de	560-1
Acero de Preesfuerzo	554-2
Acero de Refuerzo	552-1
Colocación y Amarre	552-5
Empalmes	552-6
Medida	552-7
Pago	552-8
Tipos de	552-1
Acero, Estructuras de	559-1
Embarque y Almacenamiento del	559-15
Fabricación del	559-3
Materiales Estructurales	559-1
Materiales para Juntas y Apoyos	561-1
Medida	559-18
Montaje en la Obra	559-16
Pago	559-19
Pasadores y Rodillos	559-10
Pernos de Alta Resistencia	559-2, 559-12
Pernos de Anclaje	559-2, 561-3
Pernos Normales	559-11
Soldadura	559-14
Acuerdo de Cambio	101-2
Acuerdo de Renegociación de Precios	101-2
Acuerdo de Trabajo Extra	101-2
Adhesivos (concreto)	551-9
Adhesivos para el concreto	551-9
Aditivos	551-5
Antidesvestimiento	401-9
Inclusores de aire	551-6
Adjudicación de la Licitación	101-2
Agente reciclador	402-1
Agregados	
Apilamiento y Almacenamiento	313-1
Concreto asfáltico en caliente	401-2
Concreto asfáltico, mezcla en frío	403-1
Concreto de cemento hidráulico	551-2
Base negra	309-1
Relleno permeable	207-1

“A”

	Página
Agregados (continua)	
Sellos asfálticos	405-2
Sub-base y Base de grava o piedra triturada	305-1
Sub-base y Base estabilizada	307-2
Sub-base y Base granular	304-1
Tratamiento Superficial	404-1
Alambre espigado	703-1
Alcance del Trabajo	104-1
Alcantarilla	101-2
de Metal Corrugado	603-1
de Material Plástico	604-1
de Tubos de Concreto Reforzado	601-1
Aleación de aluminio	
barandal del puente	567-1
láminas	603-1
Almohadillas elastoméricas	561-1
Amortiguador para hincamiento de pilotes	557-6
Anclajes permanentes	256-1
Almacenamiento y Manejo	256-5
Fabricación de la Armadura	256-3
Instalación	256-5
Pruebas y aplicación de esfuerzos	256-6
Medida y Pago	256-9
Anticipo al Contratista	103-3
Anuncio	101-2
Apéndice	101-2
Apilamiento y Almacenamiento de Agregados	313-1
Aprobación de la Adjudicación	103-2
Arcos	603-3
Arena Asfalto, Requisitos de los Materiales	410-1
Control de Calidad	410-8
Correcciones	410-10
Fórmula de Trabajo	410-7
Material Bituminoso, Aplicación del	410-5
Medida por Volumen, por Peso	410-10
Aplicación del Material Bituminoso	410-5
Pago	410-11
Producción del Agregado	410-5
Arqueológicos, Sitios	108-5, 201-3
Asesoría para Conciliación	105-2
Asfaltos Líquidos	403-2, 407-1, 410-3
Autoridad, Escala de	105-1
Anuncio de Licitación Pública	102-1
Asfaltos Modificados	411-1
Normas de Aplicación	411-5
Tipos de Cementos Asfálticos Modificados	411-2
Usos de los Cementos Asfálticos Modificados	411-4

“B”

	Página
Bacheo	406-4
Balasto, Capa de	209-1
Compactación de	209-1
Bancos de Materiales	101-3
Banco de Préstamo	101-3
Barandal del Puente	567-1
Barras de Sujeción	501-3, 501-11
Barricadas, Avisos de Precaución, Maquinaria y Desvíos	155-3
Barricadas de Concreto	709-1
Base de Grava o Piedra Trituradas, Capa de	305-1
Colocación y Tendido	305-3
Correcciones	305-6
Medida	305-7
Pago	305-7
Producción del Material de,	305-3
Riego de Agua, Conformación y Compactación	305-3
Base de Recuperación del Pavimento Existente, Capa de	306-1
Conformación y Compactación	306-2
Correcciones	306-4
Escarificación y Pulverización del Pavimento existente	306-1
Material de aporte	306-1
Mezcla	306-2
Medida	306-5
Pago	306-6
Riego de Agua	306-2
Base de Suelo Cemento, Capa de	308-1
Control de Tránsito y Mantenimiento	308-3
Correcciones	308-4
Medida	308-4
Pago	308-5
Procedimiento de Estabilización	308-3
Requisitos de los materiales para curado	308-3
Requisitos para los suelos a estabilizar	308-1
Requisitos para el Agua	308-2
Requisitos para el Cemento Hidráulico	308-2
Requisitos para el Suelo Cemento	308-2
Base Estabilizada, Capa de	307-1
Aplicación y Mezcla de la Cal	307-7
Aplicación y Mezcla del Cemento	307-9
Aplicación y Mezcla del Material Bituminoso	307-12
Aplicación y Mezcla de Productos Químicos	307-15
Control de Tránsito y Mantenimiento	307-15
Medida	307-18
Pago	307-18
Procedimiento de Estabilización	307-6
Requisitos de la Cal	307-3
Requisitos del Cemento	307-3
Requisitos del Material Bituminoso	307-4
Requisitos de los Productos Químicos	307-4
Requisitos de los Suelos para Estabilizar	307-2
Requisitos para el Agua	307-4

“B”

	Página
Base Estabilizada, Capa de (continua)	
Requisitos para el Material Estabilizado	307-4
Requisitos para Materiales de Curado	307-6
Base Granular, Capa de	304-1
Colocación y Tendido	304-3
Conformación y Compactación	304-3
Correcciones	304-6
Medida	304-6
Pago	304-7
Producción del Material	304-2
Base Negra, Capa de	309-1
Cantidad de Cemento Asfáltico	309-7
Colocación y Tendido	309-7
Compactación	309-7
Juntas	309-8
Medida	309-10
Pago	309-11
Procedimiento de Construcción	309-4
Producción del Material Pétreo	309-4
Trabajos Nocturnos	309-8
Transporte de la Mezcla	309-7
Bases de Licitación	102-2
Bentonita	558-1
Bombeo	205-5
Bordillos	609-1

“C”

Cajas y Cabezales para Alcantarillas	607-1
Medida y Pago	607-2
Cal	302-1, 307-3, 401-9
Calidad, Control del Contratista	153-1
Calzada	101-3
Cambios Durante la Ejecución de una Obra	104-1
Cambios en los Planos y/o Especificaciones	110-5
Campamentos del Contratista	104-2
Campamentos para el Personal del Estado	104-2
Cantidades Estimadas	102-3
Capa de Balasto	209-1
Capa Filtrante, Medida y Pago	610-1
Capa Vegetal	802-1
Carril Auxiliar	101-3
Carril de Circulación	101-3
Cemento Hidráulico	551-2
Cercas, Materiales, Colocación	703-1
Medida y Pago	703-4
Certificación de Calidad	106-3
Césped	805-1
Cloruro de Calcio	551-6
Cloruro de Magnesio	312-1

“C”

	Página
Colchones para Revestimiento	253-1
Compactación	203-7
Compensación por Aumentos en el Costo de la Mano de Obra	110-5
Compensación por Fluctuación de Precios en los Materiales	110-5
Concreto Asfáltico en Caliente	401-1
Aditivos antidesvestimiento	401-9
Carga y Transporte	401-13
Cemento asfáltico	401-6
Colocación y Tendido	401-14
Compactación	401-15
Control de Calidad, Tolerancias, Aceptación	401-17
Medida por Volumen, por Peso	401-20
Mezcla	401-11
Pago	401-20
Plantas Mezcladoras	401-11
Requisitos para el	401-7
Temperatura de colocación	401-15
Concreto Ciclópeo, Materiales para	555-1
Colocación del	555-1
Medida y Pago	555-2
Concreto Estructural, Clase y Resistencia	551-1
Acabado del	553-18
Agregados para	551-2
Agujeros para Drenaje	553-17
Calidad del	551-9
Colocación del Concreto	553-4
Por Bombeo	553-12
Curado del	553-21
Curado, Materiales para	551-9
Depositado bajo el Agua	553-12
Descarga, Transporte y Entrega del	551-30
Juntas de Construcción	553-13
Juntas Fijas, de Expansión y de Contracción	553-14
Juntas y Apoyos, Materiales para	551-7
Materiales para la Fabricación del	551-2
Medida y Pago	551-33
Pernos de Anclaje y Soporte	561-3
Producción del	551-25
Recubrimientos Protectores del	570-1
Remoción de Formaletas y Obra Falsa	556-9
Vibración del	553-5
Concreto de Cemento Hidráulico, Pavimento de	501-1
Concreto Lanzado	259-1
Concreto Pre-Esforzado	554-1
Anclajes	554-3, 554-14
Curado del	554-9
Equipo de Pre-Esfuerzo	554-7
Fundición de Elementos Prefabricados	554-9
Inyección de la Lechada	554-13, 554-14
Materiales para la Fabricación del	554-1
Medida	554-15

“C”

	Página
Concreto Pre-Esforzado (continua)	
Medidas de Seguridad	554-8
Pago	554-16
Pruebas del Acero de Pre-Esfuerzo	554-4
Sistemas de Pretensado y Postensado	554-6
Tensado del Acero de Pre-Esfuerzo	554-10, 554-11
Concreto Premezclado	551-29
Concreto, Recubrimientos Protectores	570-1
Conductos para drenaje	602-1
Conectores de Acero	560-1
Fabricación e Instalación	560-1
Medida Y Pago	560-2
Conservación de Cauces	205-3
Contracunetas	203-5
Contrato, Documentos que Forman Parte del	103-2
Control de Calidad del Contratista	153-1
Control de la Erosión	801-1
Bermas de Tierra	801-7
Canales de desviación	801-6
Cercas para retención de limos	801-6
Drenaje de taludes y Vías Fluviales	801-7
Estructuras para detener sedimentos	801-6
Presas de detención de Erosión	801-6
Siembra de césped	801-7
Control de Materiales	106-1
Control del Trabajo	105-1
Controversia	105-2
Cooperación del Contratista	105-5
Coordinación de las Especificaciones Generales, Planos y Disposiciones Especiales	105-5
Cortes en Roca	203-5
Cubiertas retenedoras de humedad	801-3
Cunetas Revestidas, Materiales	608-1
Medida	608-3
Requisitos de Construcción	608-2

“D”

Daños y Reclamos, Responsabilidad por	108-5
Defensas para Carreteras y Puentes, Materiales	701-1
Medida y Pago	701-4
Requisitos de Construcción	701-2
Definiciones	101-1
Desperdicio, Excavación de	203-3
Delineadores, Materiales, Medida y Pago	705-1
Derecho de Vía, Indicadores del, Medida y Pago	702-1
Derecho de Vía, Suministro del	108-2
Derrumbes, Remoción y Prevención de	203-1, 203-4
Dibujos de Trabajo	105-2
Director	101-3
Disposiciones Sanitarias	108-2

“D”

	Página
Dispositivos de anclaje	256-1
Dispositivos para el Control Temporal del Tránsito	708-1
Dispositivos para Soporte	561-1
Pernos de anclaje	561-3
Planchas fijas para soporte	561-2
Soportes de balancín y de rodillos	561-3
Dovelas	501-1
Drenaje, Estructuras de, Materiales para	601-1
Drenajes Horizontales	606-1

“E”

Electromalla	258-1
Elementos Postensados	554-1
Elementos Pretensados	554-1
Eliminación Total o Parcial de Renglones	110-4
Emulsiones Asfálticas	403-1, 404-3, 405-3, 406-1, 408-1, 409-1, 410-3
Epóxicos	
Marcas	706-1
Adhesivos de resina	551-9
Equipo de Construcción	107-1
Equipo, Registro del	107-1
Escala de Autoridad	105-1
Esferas de Vidrio	706-1
Esparcidora de Agregados	404-7
Especificaciones, Planos, Dibujos de Trabajo	105-2
Estabilización con Cal	302-1, 307-1
Estabilización con Cemento Pórtland	302-1, 307-1
Estabilización de la Sub-rasante	302-1
Estera de coco	807-2
Esteras para el control de la erosión	807-1, 807-2
Estimación del Trabajo Efectuado	105-6
Estimaciones Periódicas	110-7
Estructural, Relleno	205-6
Estructuras de Acero	559-1
Embarque y Almacenamiento del	559-15
Fabricación del	559-3
Materiales Estructurales	559-1
Materiales para Juntas y Apoyos	561-1
Medida	559-18
Montaje en la Obra	559-16
Pago	559-19
Pasadores y Rodillos	559-10
Pernos de Alta Resistencia	559-2, 559-12
Pernos de Anclaje	559-2, 561-3
Pernos Normales	559-11
Soldadura	559-14

“E”

	Página
Estructuras de Concreto	553-1
Formaletas y Obra Falsa	556-1
Métodos de Construcción	553-9
Preparación de la Cimentación	553-3
Estructuras de Concreto Pre-esforzado	554-1
Acero de Pre-esfuerzo	554-2
Colocación y Tensado del Acero	554-10, 554-11
Equipo de Preesfuerzo	554-7
Inyección de la Lechada	554-13
Lechada para Tendones Adheridos	554-5
Medida	554-15
Medidas de Seguridad	554-8
Pago	554-16
Remoción de la Obra Falsa	554-15
Sistemas de Pretensado y Postensado	554-6
Transporte, Almacenamiento y Montaje	554-14
Estructuras de Madera	562-1
Almacenamiento de la	562-4
Entramados de	562-6
Ferretería	562-2
Medida de	562-10
Montaje de la Estructura de	562-6
Pago	562-10
Tratamiento Preservativo de la	562-2
Estructuras de Mampostería de Ladrillo o Bloque	566-1
Colocación de los Ladrillos o Bloques	566-4
De Ladrillo, Bloque de Concreto	566-1
Elaboración y Colocación del Mortero	566-4
Medida y pago	566-5
Estructuras de Mampostería de Piedra	565-1
Materiales para	565-1
Medida y pago	565-2
Requisitos de Construcción	565-1
Evaluación estadística del trabajo	106A-1
Certificación	106A-2
Conformidad con la Medida, Prueba o Ensayo	106A-3
Determinación del Factor de Pago	106A-3
Excavación de Canales	204-1
Excavación Estructural	205-1
Acondicionamiento del Material Sobrante	205-7
Inspección de la	205-5
Limpieza Final, de la	205-7
Líneas de Pago, de la	205-7
Para Alcantarillas	205-4
Para Cimentaciones de Estructuras	205-2
Para Gaviones	205-5
Para Sub-Drenajes	205-5
Excavación Estructural para Estructuras Mayores y Menores	205-1
Excavación, Límites de	203-2
Excavación No Clasificada	203-3
Excavación No Clasificada de Material de Desperdicio	203-3

“E”

	Página
Excavación No Clasificada para Préstamo	203-4
Excavación y Terraplenes	203-1
Compactación	203-7
Excavación	203-2
Mantenimiento y Estabilidad	203-8
Medida	203-8
Pago	203-9
Terraplenes en General	203-5
Terraplenes en Roca	203-6
Terraplenes en Suelo	203-6
Explosivos, Uso de	210-1
Explosión Controlada	210-4
Explosión de Producción	210-1
Explosión de Prueba	210-2
Medida y Pago	210-4
Regulaciones	210-1
Extensión de Tiempo	109-4

“F”

Factor de Pago	106A-3
Fertilizantes	801-1
Fluctuación de Cantidades de Trabajo, Compensación por	110-2
Formaleta deslizante	501-3
Formaleta y Obra Falsa	556-1
Remoción de,	556-9
Fresado del Pavimento	311-1
Fuentes de Abastecimiento	106-1
Fuerza Mayor	109-6
Fundiciones de hierro gris	

“G”

Galvanizado para estructuras de acero	559-2
Garantía de Anticipo	103-3
Garantía de Conservación de Obra	103-3
Garantía de Cumplimiento	103-2
Garantía de Sostenimiento de Oferta	102-4
Gaviones y colchones para revestimiento, Materiales	253-1
Medida y Pago	253-5
Geocelulas	807-4
Geocompuestos para sub-drenaje	605-5
Geotextiles para pavimentación	409-1
Geosintéticos utilizados en movimiento de tierras para Terraplenes	211-1
Geosintéticos para pavimentación	409-1

“H”

	Página
Heno	801-3
Hincamiento de Pilotes (ver Pilotes)	557-1
Huacalera, Materiales	254-1
Medida y Pago	254-3

“I”

Importación, Exoneración de Derechos de	108-2
Imprimación, Riego de	407-1
Control de Calidad	407-5
Control de Tránsito y Mantenimiento	407-4
Material Bituminoso, Preparación	407-3
Medida y pago	407-5
Superficie a Imprimir, Preparación de	407-2
Impuesto al Valor Agregado, IVA	108-2
Impuesto sobre la Renta	108-2
Indicadores del Derecho de Vía	702-1
Índice de Perfil	501-15
Inicio del Tiempo Contractual	109-4
Inspección	105-5
Inspección y Recepción Finales	105-7

“J”

Juntas en Pavimentos Rígidos	501-9
------------------------------	-------

“L”

Ladrillo de barro	566-2
Ladrillo de bloque	566-1
Lámina Asfáltica	405-1
Lechada para inclusiones	258-1
Lechada Asfáltica, Mezcla y Aplicación del Sello de	405-7
Levantamiento Topográfico	152-1
Licitación Pública	102-1
Liga, Riego de	408-1
Material Bituminoso	408-1
Medida	408-4
Pago	408-4
Superficie a Tratar, Preparación de la	408-1
Limitación de las operaciones de construcción	109-2
Límites de Construcción	203-1
Limpia, Chapeo y Destronque	202-1
Limpieza, Reacondicionamiento, Reutilización o Remoción de Estructuras de Drenaje Existentes	611-1
Limpieza Final	105-6, 203-8, 206-3
Limpieza para el sellado de grietas	406-3

“L”

	Página
Líneas, Marcas y Marcadores de Tráfico, Materiales	706-1
Medida	706-5
Pago	706-6
Liquidación Final	105-8, 110-7
Lugar de la Obra, Conocimiento del	102-3

“M”

Madera, Estructuras de	562-1
Almacenamiento de la	562-4
Entramados de	562-6
Ferretería	562-2
Medida de	562-10
Montaje de la Estructura de	562-6
Pago	562-10
Tratamiento Preservativo de la	562-2
Mampostería de Ladrillo o Bloque, Estructuras de	566-1
Colocación de los Ladrillos o Bloques	566-4
De Ladrillo, Bloque de Concreto	566-1
Elaboración y Colocación del Mortero	566-4
Medida y pago	566-5
Mampostería de Piedra	565-1
Materiales para	565-1
Medida y pago	565-2
Requisitos de Construcción	565-1
Mantenimiento de la Carretera	155-5
Mantenimiento del Tránsito: A Través de la Obra	155-1
Marcadores	706-1
Marcadores resaltados sobre el Pavimento	706-5
Martinetes de aire	557-5
Martinetes de diesel	557-4
Martinetes de gravedad	557-4
Mastique asfáltico	603-2
Material de Relleno	206-1
Material Secante	407-1
Materiales, Almacenamiento de	106-3
Materiales, Administración de Fuentes de	106-2
Materiales Inadecuados	203-1
Medianas pavimentadas	710-1
Medida de:	
Acarreo, Acarreo Libre	208-1
Aceras y Medianas Pavimentadas	710-3
Acero de Refuerzo	552-7
Alcantarillas de Material Plástico	604-5
Alcantarillas de Metal Corrugado	603-5
Alcantarillas de Tubos de Concreto Reforzado	601-5
Anclajes Permanentes	256-9
Apilamiento y Almacenamiento de Agregados	313-2
Arena Asfalto	410-10
Asfaltos Modificados	411-5

“M”

	Página
Medida de: (continua)	
Barandales de Puentes	567-4
Barricadas de Concreto	709-2
Bordillos	609-1
Cajas y Cabezales para Alcantarillas	607-2
Capa de Balasto	209-2
Capa de Sub-Base y Base de Grava o Piedra Trituradas	305-7
Capa de Sub-Base y Base de Recuperación del Pavimento Existente	306-5
Capa de Sub-Base y Base Estabilizada	307-18
Capa de Sub-Base y Base Granular	304-6
Capa de Base de Suelo Cemento	308-4
Capa de Base Negra	309-10
Capa de Sub-Base Común	303-6
Capa de Sub-Base y Base Estabilizada	307-18
Capa Filtrante	610-1
Capa Vegetal	802-2
Cercas	703-4
Césped	805-2
Concreto Ciclópeo	555-2
Concreto de Cemento Hidráulico, Concreto Premezclado	551-33
Concreto Lanzado	259-3
Conectores de Acero	560-2
Control de Erosión	801-7
Cunetas Revestidas	608-3
Defensas para Carreteras y Puentes	701-4
Delineadores	705-1
Dispositivos para el Control Temporal del Tránsito	708-4
Dispositivos para Soporte	561-5
Drenajes Horizontales	606-2
Estabilización de la Sub-rasante	302-6
Esteras para el Control de la Erosión, Tejido de Primera Torsión y Sistemas Celulares de Confinamiento	807-6
Estructuras de Acero, Acero Estructural	559-18
Estructuras de Concreto	553-23
Estructuras de Concreto Pre-Esforzado	554-15
Estructuras de Madera	562-10
Excavación de Canales	204-1
Excavación Estructural para Estructuras Mayores y Menores	205-8
Excavación y Terraplenes	203-8
Formaletas y Obra Falsa	556-11
Fresado del Pavimento	311-2
Geosintéticos para Movimiento de Tierras	211-11
Geosintéticos para Pavimentación	409-7
Gaviones y Colchones para Revestimiento	253-5
Huacaleras	254-3
Imprimación, Riego de	407-5
Indicadores del Derecho de Vía	702-1
Limpia Chapeo y Destronque	202-2
Limpieza, Reacondicionamiento, Reutilización o Remoción de Estructuras de Drenaje Existentes	611-1
Líneas, Marcas y Marcadores de Tráfico	706-5

“M”

	Página
Medida de: (continua)	
Mampostería de Ladrillo o Bloque, Estructuras de	565-2
Mampostería de Piedra, Estructuras de	566-5
Mezcla Asfáltica en Frío	403-9
Monumentos de Kilometraje	704-1
Movilización y Desmovilización	151-1
Muros de Retención de Concreto Reforzado	257-2
Muros de Retención de Suelo Estabilizado con Geosintéticos	255-7
Muros de Suelo Enclavado	258-3
Paliativos del Polvo	312-2
Pavimento de Concreto Asfáltico en Caliente	401-20
Pavimento de Concreto Asfáltico Reciclado en Caliente	402-4
Pavimentos de Concreto de Cemento Hidráulico	501-17
Pilotes Fundidos en el Lugar	558-8
Pilotes Hincados	557-17
Pintura	563-8
Plantas, Árboles, Arbustos y Enredaderas	804-4
Programa de Trabajo para la Construcción	154-4
Reacondicionamiento de Sub-Rasante	301-3
Recubrimiento Protectores del Concreto	570-4
Recuperación y Estabilización del Pavimento Existente	310-3
Rehabilitación de Pavimentos Rígidos	502-9
Relleno para Estructuras, Puentes, Bóvedas	206-3
Relleno Permeable	207-2
Rellenos o Muro de Roca	252-2
Reparación de Grietas en Estructuras de Concreto	569-2
Replanteo y Levantamiento Topográfico	152-4
Retiro de Estructuras	201-3
Riego de Imprimación	407-5
Riego de Liga	408-4
Sellado de Grietas y Bacheo	406-4
Sello Asfáltico	405-10
Señales de Tráfico	707-3
Señalización, Control del Tránsito y Mantenimiento de la Carretera	155-7
Siembra de Césped	803-3
Sistema de Control de Calidad del Contratista	153-9
Sub-drenajes, Tubería Perforada	605-11
Drenaje Francés	605-11
Tablestacado	564-2
Tratamientos Asfálticos Superficiales	404-10
Tubos para Drenaje para Estructuras	602-1
Uso de Explosivos	210-4
Vástagos de Grama	806-2
Zampeado	251-6
Medida y Pago	110-1
Membranas Bituminosas	570-1
Membranas para curado	551-9
Método de la Ruta Crítica	154-2
Mezcla Asfáltica en Frío	403-1
Modificaciones Previas a la Fecha de Recepción de Ofertas	102-2
Monumentos de Kilometraje, Medida y Pago	704-1

“M”

	Página
Mortero	251-1, 565-1
Movilización y Desmovilización	151-1
Movimiento de Tierras	201-1
Muro de Huacaleras	254-1
Muro de Retención de Concreto Reforzado	257-1
Muro de Suelo Enclavado	258-1
Pasos a Seguir en la Construcción	258-2
Muro de Retención de Suelo Estabilizado Mecánicamente con Geosintéticos	255-1
Muros o Rellenos de Roca	252-1

“O”

Obra Falsa	556-1
Ofertas, Contenido de la	102-2
Ofertas, Presentación de	102-5
Ofertas, Rechazo de las	103-1
Ojos de Gato	706-5
Operaciones, Limitación de las	109-2
Operaciones Nocturnas	155-6
Orden de Cambio	101-5
Orden de Trabajo Suplementario	101-5

“P”

Pago de:	
Acarreo Libre y Acarreo	208-1
Aceras y Medianas Pavimentadas	710-3
Acero de Refuerzo	552-8
Alcantarillas de Material Plástico	604-5
Alcantarillas de Metal Corrugado	603-5
Alcantarillas de Tubos de Concreto Reforzado	601-6
Anclajes Permanentes	256-9
Apilamiento y Almacenamiento de Agregados	313-2
Arena Asfalto	410-11
Asfaltos Modificados	411-5
Barandales de Puentes	567-4
Barricadas de Concreto	709-2
Bordillos	609-1
Cajas y Cabezales para Alcantarillas	607-2
Capa de Balasto	209-2
Capa de Base de Suelo Cemento	308-5
Capa de Sub-base y Base de Grava o Piedra Trituradas	305-7
Capa de Sub-base y Base de Recuperación del Pavimento Existente	306-6
Capa de Sub-base y Base Estabilizada	307-18
Capa de Sub-base y Base Granular	304-7
Capa de Base de Suelo Cemento	308-5
Capa de Base Negra	309-11
Capa de Sub-Base Común	303-6
Capa Filtrante	610-1

“P”

	Página
Pago de: (continua)	
Capa Vegetal	802-2
Cercas	703-4
Césped	805-2
Concreto Ciclópeo	555-2
Concreto de Cemento Hidráulico	551-33
Concreto Lanzado	259-3
Conectores de Acero	560-2
Control de Erosión	801-8
Cunetas Revestidas	608-3
Defensas para Carreteras y Puentes	701-4
Delineadores	705-1
Dispositivos para el Control Temporal del Tránsito	708-4
Dispositivos para Soporte	561-5
Drenajes Horizontales	606-2
Estabilización de la Sub-rasante	302-6
Esteras para el Control de la Erosión, Tejido de Primera	807-6
Torsión y Sistemas Celulares de Confinamiento	
Estructuras de Acero, Acero Estructural	559-19
Estructuras de Concreto	553-24
Estructuras de Concreto Pre-Esforzado	554-16
Estructuras de Madera	562-10
Excavación de Canales	204-1
Excavación Estructural para Estructuras Mayores y Menores	205-8
Excavación y Terraplenes	203-9
Formaletas y Obra Falsa	556-11
Fresado del Pavimento	311-2
Gaviones y Colchones para Revestimiento	253-5
Geosintéticos para Movimiento de Tierras	211-11
Geosintéticos para Pavimentación	409-7
Huacaleras	254-3
Imprimación, Riego de	407-5
Indicadores del Derecho de Vía	702-1
Limpia, Chapeo y Destronque	202-2
Limpieza, Reacondicionamiento, Reutilización o Remoción de Estructuras de Drenaje Existentes	611-2
Líneas, Marcas y Marcadores de Tráfico	706-6
Mampostería de Ladrillo o Bloque, Estructuras de	566-5
Mampostería de Piedra, Estructuras de	565-2
Mezcla Asfáltica en Frío	403-10
Monumentos de Kilometraje	704-1
Movilización y Desmovilización	151-1
Muros de Suelo Enclavado	258-3
Muros de Retención de Concreto Reforzado	257-2
Muros de Retención de Suelo Estabilizado con Geosintéticos	255-7
Paliativos del Polvo	312-3
Pavimento de Concreto Asfáltico en Caliente	401-20
Pavimento de Concreto Asfáltico Reciclado en Caliente	402-4
Pavimento de Concreto de Cemento Hidráulico	501-17
Pilotes Fundidos en el Lugar	558-8
Pilotes Hincados	557-18

“P”

	Página
Pago de: (continua)	
Pintura	563-8
Plantas, Árboles, Arbustos y Enredaderas	804-4
Reacondicionamiento de Sub-Rasante	301-3
Recubrimientos Protectores del Concreto	570-4
Recuperación y Estabilización del Pavimento Existente	310-4
Rehabilitación de Pavimentos Rígidos	502-9
Relleno para Estructuras	206-3
Relleno Permeable	207-2
Rellenos o Muros de Roca	252-2
Reparación de Grietas en Estructuras de Concreto	569-3
Replanteo y Levantamiento Topográfico	152-4
Retiro de Estructuras Existentes	201-3
Riego de Imprimación	407-5
Riego de Liga	408-4
Sellado de Grietas y Bacheo	406-5
Sellos Asfálticos	405-11
Señales de Tráfico	707-3
Señalización, Control del Tránsito y Mantenimiento de la Carretera	155-7
Siembra de Césped	803-3
Sistema de Control de Calidad del Contratista	153-9
Sub-Drenaje, Tubería Perforada, Drenaje Francés	605-11
Tablestacado	564-3
Tratamientos Asfálticos Superficiales	404-10
Tubos para Drenaje de Estructuras	602-1
Uso de Explosivos	210-4
Vástagos de Grama	806-2
Zampeado	251-6
Pagos, Alcance de los	110-2
Pagos, Compensación o Ajuste	110-5
Pagos Finales	110-7
Pagos Parciales	110-7
Paliativos del Polvo	312-1
Pasadores	559-2
Pavimento de Concreto Asfáltico en Caliente	401-1
Aditivos antidesvestimiento	401-9
Carga y Transporte	401-13
Cemento asfáltico	401-6
Colocación y Tendido	401-14
Compactación	401-15
Control de Calidad, Tolerancias, Aceptación	401-17
Medida por Volumen, por Peso	401-20
Mezcla	401-11
Pago	401-20
Plantas Mezcladoras	401-11
Requisitos para el	401-7
Temperatura de colocación	401-15
Pavimento de Concreto Asfáltico Reciclado en Caliente	402-1
Composición de la Mezcla	402-2
Construcción	402-3
Planta de mezclado	402-3

“P”

	Página
Pavimento de Concreto de Cemento Hidráulico	501-1
Acabado, Texturizado y Ranurado del Concreto	501-7
Acero de Refuerzo	501-3
Agregados para el	501-2
Agregados, Producción de	501-2
Control de Calidad, Tolerancias y Aceptación	501-14
Curado	501-12
Juntas	501-9
Mantenimiento y Control del Tránsito	501-14
Medida y Pago	501-17
Procedimiento de Construcción	501-5
Perfilógrafo de California	501-15
Perforaciones para tuberías de drenaje subterráneo	605-6
Permisos y Licencias	108-1
Pernos de Anclaje	561-3
Personal, Salarios y Disposiciones	108-1
Pesos y Dimensiones	155-5
Pilotes Fundidos en el Lugar	558-1
Acero de Refuerzo	558-6
Concreto	558-6
Equipo	558-1
Excavación	558-2
Excavación de Prueba	558-2
Pilotes Hincados	557-1
Empalmes	557-13
Medida	557-17
Pago	557-18
Pruebas de Carga	557-14
Pintura	563-1
Aplicación	563-4
Medida y Pago	563-8
Preparación de la Superficie a Pintarse	563-3
Pintura sobre Superficies de Madera	563-7
Pintura para Señales y Marcas de Tráfico	706-1
Planillas, Registro de	109-3
Planos Finales de la Obra Construida	105-4
Planos de la Obra, Conocimiento de	102-3
Planta Mezcladora de Concreto Asfáltico	401-11
Planta del Contratista, Remoción de la	107-2
Plantas, Árboles, Arbustos y Enredaderas	804-1
Cubierta Retenedora de Humedad	804-4
Estacas	804-3
Fertilización	804-3
Medida y Pago	804-4
Período de Establecimiento de las Plantas	804-4
Poda	804-3
Riego	804-3
Siembra de las Plantas	804-3
Polímeros	411-1
Polvo Mineral	401-3

“P”

	Página
Postes	
Cercas	703-1
Señales	707-2
Portones	703-3
Precalificación	102-1
Préstamo	203-4
Programa de Trabajo de Oferta	102-3
Programa de Trabajo para la Construcción	154-1
Método del Gráfico de Barras (Gantt)	154-1
Método de la Ruta Crítica (CPM)	154-2
Progreso del Trabajo	109-1
Propiedad Privada, Protección de la	108-5
Prosecución y Progreso	109-1
Protección contra la Humedad	570-1
Protección Ambiental	108-3
Prueba de Carga de Pilotes	557-14
Pruebas de Laboratorio	153-12
Público, Conveniencia y Seguridad del	108-3
Puzolanas	551-2

“R”

Roca	
Gaviones y Colchones para revestimiento	253-1
Terraplenes	203-6
Zampeado	251-1
Reacondicionamiento de Sub-Rasante Existente	301-1
Reclamos	108-5
Recubrimientos Protectores del Concreto	570-1
Aplicación de los	570-2
Medida y Pago	570-4
Recuperación y Estabilización del Pavimento Existente	310-1
Conformación y Compactación	310-2
Control de Calidad, Tolerancias y Aceptación	310-3
Escarificación, Pulverización y Estabilización del Pavimento Existente	310-2
Medida	310-3
Pago	310-4
Requisitos para la Estabilización	310-3
Rehabilitación de Pavimentos de Concreto de Cemento Hidráulico	502-1
Colocación de Dovelas	502-7
Composición de la Mezcla	502-1
Elevación del Pavimento	502-5
Equipo	502-1
Medida y Pago	502-9
Reparación de Espesor Parcial	502-3
Reparación de Grietas	502-4
Reparación de Juntas	502-4
Sellado Inferior y Estabilización de Losas	502-5

“R”

	Página
Relleno para Estructuras	206-1
Compactación del	206-3
Relleno para Puentes, Para Bóvedas	206-2
Relleno Permeable, Medida y Pago	207-2
Remoción y Eliminación de materiales	202-2
Renglones Eliminados, Compensación por	110-4
Renglones, Identificación de	102-2
Renglones, aumentos en más del 25%	110-3
Renglones, disminuciones mayores del 25%	110-3
Reparación de Grietas en Estructuras de Concreto	569-1
Replanteo y Levantamiento Topográfico para Construcción	152-1
Reportes de Accidentes	108-7
Requisitos Electroquímicos	255-3
Requisitos y Condiciones para Presentación de Ofertas	102-1
Rescisión del Contrato	109-5
Respaldo de Esponja	406-3
Responsabilidad Legal y Pública	108-1
Responsabilidad por el Trabajo	108-7
Restricciones de pesos y dimensiones	155-5
Retiro de Estructuras, Servicios Existentes y Obstáculos	201-1
Riego de Imprimación	407-1
Medida y Pago	407-5
Preparación y Aplicación del Asfalto Líquido	407-3
Riego de Liga	408-1
Aplicación de la Emulsión Asfáltica	408-3
Medida y Pago	408-4
Rieles	701-1
Restauración del Paisaje	108-5
Retiro de Estructuras, Servicios y Obstáculos	201-1
Retiro de Estructuras Existentes	201-1
Retiro de Servicios Existentes	201-2
Retiro de Obstáculos	201-3
Retiro de Restos y Vestigios Históricos y/o Arqueológicos	201-3
Retraso, Sanciones por	109-5
Roca para gaviones	253-3

“S”

Sanciones por Retraso	109-5
Seguridad Social	108-2
Sellado de grietas y Bacheo del Pavimento Existente	406-1
Sellador vertido en frío	551-7
Selladores	551-7
Sellos Asfálticos, Materiales	405-1
Arena, Aplicación de la	405-6
Correcciones	405-9
Control del Tránsito y Mantenimiento	405-9
Emulsión Asfáltica, Preparación	405-5
Medida	405-10
Pago	405-11

“S”

	Página
Sellos Asfálticos, (continua)	
Requisitos de Construcción	405-4
Superficie a Tratar	405-4
Tolerancias	405-10
Sello de Brisa	405-1
Sello de Concreto	205-3
Sellos elastoméricos para juntas a compresión	551-7
Señales de Tráfico, Materiales	707-1
Colocación	707-2
Medida y Pago	707-3
Señalización, Control de Tránsito y Mantenimiento de la Carretera	155-1
Barricadas, Avisos de Precaución, Maquinaria y Desvíos	155-3
Limitaciones sobre las operaciones de Construcción	155-4
Mantenimiento del Tránsito y de la Carretera	155-1, 155-6
Medida y Pago	155-7
Operaciones Nocturnas	155-6
Plan de Seguridad, Control del Tránsito y Mantenimiento de la Obra	155-2
Restricciones de Pesos y Dimensiones	155-5
Servidumbre de paso	101-6
Siembra de Césped	805-1
Sistema de Control de Calidad del Contratista	153-1
Sitios arqueológicos	108-5, 201-3
Soldadura	559-14
Soportes de Tetrafluoroetileno (TFE)	561-2, 561-3
Sub-base Común, Capa de	303-1
Bancos de	303-2
Colocación y Tendido	303-2
Correcciones	303-5
Espesor de la Capa de	303-1
Materiales de	303-1
Riego de Agua, Conformación y Compactación	303-3
Sub-base de Grava o Piedra Trituradas, Capa de	305-1
Colocación y Tendido	305-3
Correcciones	305-6
Medida	305-7
Pago	305-7
Producción del Material de,	305-3
Riego de Agua, Conformación y Compactación	305-3
Sub-base de Recuperación del Pavimento Existente, Capa de	306-1
Conformación y Compactación	306-2
Correcciones	306-4
Escarificación y Pulverización del Pavimento existente	306-1
Material de aporte	306-1
Mezcla	306-2
Medida	306-5
Pago	306-6
Riego de Agua	306-2
Sub-base Estabilizada, Capa de	307-1
Aplicación y Mezcla de la Cal	307-7
Aplicación y Mezcla del Cemento	307-9
Aplicación y Mezcla del Material Bituminoso	307-12

“S”

	Página
Sub-base Estabilizada, Capa de (continua)	
Aplicación y Mezcla de Productos Químicos	307-15
Control de Tránsito y Mantenimiento	307-15
Materiales Pétreos para Estabilizar	307-2
Medida y Pago	307-18
Procedimiento de Estabilización	307-6
Requisitos de la Cal	307-3
Requisitos del Cemento	307-3
Requisitos del Material Bituminoso	307-4
Requisitos de los Productos Químicos	307-4
Requisitos de los Suelos para Estabilizar	307-2
Requisitos para el Agua	307-4
Requisitos para el Material Estabilizado	307-4
Requisitos para Materiales de Curado	307-6
Sub-base Granular, Capa de	304-1
Colocación y Tendido	304-3
Conformación y Compactación	304-3
Material Pétreo para la,	304-1
Medida	304-6
Pago	304-7
Sub-drenajes	605-1
Colocación de Tubería Perforada	605-9
De Drenaje Francés	605-9
Medida y Pago	605-11
Requisitos de Construcción	605-6
Sub-Excavación	203-2
Sub-Rasante, Reacondicionamiento de	301-1
Subcontratos	109-1, 153-10
Sulfonato de Lignina	312-1
Superpave	401-1
Agregados para Mezclas Superpave	401-3
Requisitos para Mezclas Superpave	401-8
Suspensión de la Ejecución de la Obra	109-3

“T”

Tablestacado	564-1
Hincamiento	564-2
Medida y Pago	564-2
Transporte, Manejo y Almacenamiento	564-2
Tejido de primera torsión	807-1
Terraplenes, Mantenimiento y Estabilidad	203-8
Terraplenes en General	203-5
De Roca	203-6
De Suelo	203-6
Tiempo Contractual, Cómputo de	109-4
Tolerancias y Aceptación para:	
Arena Asfalto	410-8
Capa de Balasto	209-2
Capa de Base de Suelo Cemento	308-3

“T”

	Página
Tolerancias y Aceptación para: (continua)	
Capa de Base Negra	309-8
Capa de Sub-Base Común	303-3
Capa de Sub-base y Base de Recuperación del Pavimento Existente	306-3
Capa de Sub-base y Base de Grava o Piedra Trituradas	305-4
Capa de Sub-base y Base Estabilizada	307-16
Capa de Sub-base y Base Granular	304-4
Estabilización de la Sub-rasante	302-4
Fresado del Pavimento	311-2
Geosintéticos para Pavimentación	409-6
Muros de Retención de Suelo Estabilizado con Geosintéticos	255-6
Pavimento de Concreto Asfáltico en Caliente	401-18
Pavimento de Concreto Asfáltico Reciclado en Caliente	402-3
Pavimento de Concreto de Cemento Hidráulico	501-14
Reacondicionamiento de Sub-rasante Existente	301-3
Recuperación y Estabilización del Pavimento Existente	310-3
Sellos Asfálticos	405-10
Tratamientos Asfálticos Superficiales	404-9
Trabajadores, Actitud de los	109-3
Trabajo Extra	104-1
Trabajo por Administración	110-6
Trabajo por Administración, Control de Costos	110-7
Tránsito, Apertura al	105-6
Tránsito, Dentro de la Obra	155-1
Tránsito, Desvío del	155-2
Tránsito, Mantenimiento del	155-1
Tratamientos Asfálticos Superficiales	404-1
Agregados, Aplicación de los	404-7
Bancos y Canteras, Trituración	404-3
Control del Tránsito y Mantenimiento	404-8
Correcciones	404-8
Material Bituminoso	404-3
Medida y Pago	404-10
Requisitos de los Materiales, Agregados	404-1
Superficie a Tratar	404-4
Tolerancias	404-9
Tratamiento Preservativo de la Madera	562-2
Tremie, Colocación del Concreto por el Método	553-3, 558-7
Tubos de Acrilonitrilo-butadieno-estireno (ABS)	604-1, 605-2
Tubos de Concreto Simple	602-1, 605-1
Tubos de Concreto Reforzado	601-1
Instalación	601-4
Medida	601-5
Pago	601-6
Pruebas y Rechazo de los Tubos	601-2
Tubos de Hierro Fundido	602-1
Tubos de Metal Corrugado, Materiales	603-1
Medida y Pago	603-5
Requisitos de Construcción	603-3
Tubos para Drenaje de Estructuras, Materiales	602-1
Medida y Pago	602-1

“V”

	Página
Vástagos de grama	806-1

“Z”

Zampeado	251-1
Medida y Pago	251-6
Zampeado con Mortero	251-4
Zampeado sin Mortero	251-4

DIVISIÓN 100DISPOSICIONES GENERALESSECCIÓN 101 ABREVIATURAS Y DEFINICIONES

101.02 Abreviaturas.

101.02 Definiciones.

101.01 ABREVIATURAS. Cuando las siguientes abreviaturas son usadas en las especificaciones o en los planos, sus significados son los siguientes:

AA	“Aluminum Association”, o sea Asociación del Aluminio.
AASHTO	“American Association of State Highway and Transportation Officials”, o sea Asociación Americana de Oficiales Estatales de Carreteras y Transportes.
ACI	“American Concrete Institute” ó sea Instituto Americano del Concreto.
ACPA	“American Concrete Pavement Association”, o sea Asociación Americana de Pavimentos en Concreto.
AI	“Asphalt Institute”, o sea Instituto de Asfalto.
AISC	“American Institute of Steel Construction” o sea Instituto Americano para Construcción en Acero.
AISI	“American Iron and Steel Institute”, o sea Instituto Americano de Hierro y Acero.
ANSI	“American National Standards Institute”, o sea Instituto Nacional Americano de Estándares.
ASTM	“American Society for Testing and Materials”, o sea Sociedad Americana para Pruebas y Materiales.
ATE	Acuerdo de Trabajo Extra.
AWS	“American Welding Society” o sea Sociedad Americana de Soldadores.
BM	Banco de Marca de Nivel Fijo.
CONAMA	Comisión Nacional del Medio Ambiente.
CONAP	Consejo Nacional de Áreas Protegidas.
COVIAL	Unidad Ejecutora de Conservación Vial.
DGA	Departamento de Gestión Ambiental.
DGC	Dirección General de Caminos.
EIA	Estudio de Impacto Ambiental.
FHWA	“The Federal Highway Administration”, o sea Administración Federal de Carreteras.
GSA	“General Services Administration”, o sea Administración de Servicios Generales.
IDAEH	Instituto de Antropología e Historia.
IGSS	Instituto Guatemalteco de Seguridad Social.
INAB	Instituto Nacional de Bosques.
INTECAP	Instituto Técnico de Capacitación.
IRTRA	Instituto de Recreación de los Trabajadores.
IVA	Impuesto al Valor Agregado.
MICIVI	El Ministerio de Comunicaciones, Infraestructura y Vivienda.
NBS	“National Bureau of Standards”, o sea Oficina Nacional de Normas.
OC	Orden de Cambio.
OTS	Orden de Trabajo Suplementario.
PCA	“Portland Cement Association”, o sea Asociación del Cemento Pórtland.
PCI	“Prestressed Concrete Institute”, o sea Instituto de Concreto Pre-esforzado.
PTI	“Post-Tensioning Institute”, o sea Instituto de Concreto Postensado.
SSPC	“Steel Structures Painting Council”, o sea Consejo de Pintura de Estructuras de Acero.
UL	“Underwriter’s Laboratories, Inc.”, o sea Laboratorio del Asegurador.

101.02 DEFINICIONES: Cuando los siguientes términos sean usados en las especificaciones o documentos de contrato los títulos tienen los siguientes conceptos:

Aceptación con fundamento estadístico. Analizar todos los resultados de pruebas colectivamente y estadísticamente utilizando el método de análisis de nivel de calidad, contrastándolo con un método estándar, para determinar el por ciento total estimado dentro de los límites especificados aplicables para su aceptación.

Acera ó banqueta. Orilla de la calle, generalmente enlosada, reservada a los transeúntes. También orilla de otra vía pública, sita junto al paramento de las casas.

Acuerdo de Cambio. El Convenio suscrito entre el Director de la DGC y el Contratista, previa opinión del Delegado Residente y dictamen del Ingeniero para compensar al Contratista por los gastos incurridos, en el caso de que por necesidades del trabajo contratado, la DGC emita una Orden de Cambio según se ha previsto en 110.05 y 110.06.

Acuerdo de Renegociación de Precios. El Convenio suscrito entre el Director y el Contratista, en el cual, previa opinión del Delegado Residente y dictamen del Ingeniero se convienen los nuevos precios que deben regir en los casos previstos en estas Especificaciones Generales y leyes de la materia.

Las variaciones del valor de los contratos de obra o de suministro de equipo instalado, podrán efectuarse cuando en la ejecución de los mismos se encontraren situaciones no previstas o no detectadas en la planificación, tales como fallas geológicas, fenómenos de la naturaleza, condiciones del terreno o cualquier otra causa que haga imposible el cumplimiento normal de lo pactado o la terminación del proyecto.

Cuando las variaciones no sobrepasen del veinte por ciento (20%) del valor original ajustado del contrato, se regularán con los documentos definidos en la Ley y se celebrará un contrato adicional si la ampliación excede del porcentaje antes indicado, sin sobrepasar el cuarenta por ciento (40%).

Acuerdo de Trabajo Extra. Acuerdo entre la DGC y el Contratista, aprobado por el Director, para la ejecución de trabajos con base en precios unitarios o suma global convenidos de mutuo acuerdo, para los cuales no existen renglones ni precios establecidos en la oferta presentada, ni en el contrato.

Adjudicación. Acto por el cual La Junta de Licitación, decide dentro de una licitación, que el ganador es el oferente que haya cumplido con los requisitos y condiciones de las bases de licitación y haya hecho la propuesta más conveniente para los intereses del Estado.

Aprobación de Adjudicación. Acuerdo Ministerial por medio del cual se aprueba la adjudicación de una licitación, y se ordena celebrar contrato.

Alcantarilla. Galería abovedada que da paso al agua bajo una carretera, camino o edificio; canal subterráneo que, a lo largo de las calles recibe las aguas sucias y los detritos domésticos e industriales, así como las aguas llovedizas; cualquier estructura debajo de la calzada que proporciona una abertura o cauce libre, pero que no cumple con los requisitos para ser clasificada como bóveda ó puente.

Anuncio. Anuncio público en el cual se invita a oferentes para trabajos por realizarse o para proveer materiales ó servicios de la materia y lo establecido en las bases de licitación mediante los cuales convoca a los interesados a presentar ofertas indicando las condiciones y requisitos. Las convocatorias a licitar se publicarán dos veces en el Diario Oficial y en otro de mayor circulación, dentro de un plazo de diez días. Entre la última publicación y el día fijado para la presentación y recepción de ofertas, deberá mediar por lo menos un término de ocho días.

Apéndice. El documento que emite la DGC en caso necesario, y con anticipación a la fecha de apertura de pliegos, para modificar cualquier documento de Licitación.

Banco de Materiales. El lugar aprobado por la DGC para la extracción de materiales naturales satisfactorios, a usarse en la construcción de obras de drenaje, estructuras y capas del pavimento y de balasto, excluyendo la construcción de terraplenes.

Banco de Préstamo. El lugar aprobado por el Delegado Residente para la extracción de materiales de préstamo para terracería.

Calzada. La parte de una carretera dentro de los límites de construcción.

Carretera. Vía de tránsito público construida dentro de los límites del derecho de vía.

Carril Auxiliar. Parte de la calzada que se construye con un ancho mayor para permitir a los vehículos realizar la maniobra de acelerar o desacelerar de una forma segura para acceder o salir de la carretera.

Carril de circulación. La parte de la carretera para el movimiento de vehículos, excluyendo los hombros.

Contratista. La persona individual o jurídica con quien el Estado ha celebrado Contrato para la ejecución de una obra ó servicio.

Contrato. El instrumento jurídico suscrito entre el Estado y el Contratista, de conformidad con las Leyes de la República de Guatemala, en donde se norman los derechos y obligaciones de ambas partes para la ejecución de los trabajos de un determinado proyecto.

Convocatoria para licitaciones. Es el llamado que se hace a las personas interesadas en participar en una licitación, para fines de elaborar y presentar sus propuestas.

Delegado Residente. El Ingeniero Civil colegiado activo, que representa a la DGC en la obra para la que hubiere sido asignado y/o contratado y que tiene a su cargo la supervisión de la obra, los asuntos técnicos y administrativos relacionados con la ejecución del trabajo contratado. Depende directamente del Ingeniero.

Derecho de Vía. El área de terreno que el Estado suministra para ser usada en la construcción de la carretera, sus estructuras, trabajos complementarios y futuras ampliaciones.

Día Calendario. Cada día del año incluyendo sábados, domingos y días de Asueto.

Días de Asueto. Los días de descanso con goce de salario, establecidos en las Leyes de la República.

Dirección General de Caminos. La dependencia del Ministerio de Comunicaciones, Infraestructura y Vivienda, que tiene a su cargo el planeamiento a su nivel, estudio, diseño, preparación de documentos de licitación, cotización, términos de referencia, construcción, supervisión y mantenimiento de las carreteras de la República.

Director. “El Director” General de Caminos es la autoridad superior de la DGC, Ingeniero Civil colegiado activo, quien representa dicha institución.

Disposiciones Especiales. El documento que complementa a estas Especificaciones Generales, adaptándolas a los requerimientos de la obra de que se trate; contiene así mismo, toda la información y requisitos específicos de la obra a licitarse, las Especificaciones Técnicas que no aparezcan en este volumen, y los cambios, correcciones, ampliaciones o modificaciones a las mismas, que fuere necesario hacer. A este documento se incorporan los apéndices necesarios.

Especificaciones. Genéricamente son las normas generales y técnicas de construcción contenidas en este volumen. Además son las Disposiciones Especiales y cualquier otro documento que se emita, ya sea antes o durante la ejecución de una obra en particular.

Estado. La República de Guatemala, Centro América, actuando por medio de sus representantes legales autorizados; específicamente representado por el Ministro del Ramo. Dicho funcionario podrá delegar la celebración de contratos, en los Viceministros, Directores Generales ó Directores de Unidades Ejecutoras.

Estimación. La evaluación periódica que de común acuerdo hace el Delegado Residente y el Contratista del proyecto, con fines de pago y control del progreso de la obra.

Fiadora. La empresa, compañía o persona aceptable para el Ministerio y que formaliza una garantía que deberá proporcionar el Contratista. En caso de emisión de una póliza de fianza, deberá ser emitida por una Afianzadora guatemalteca, autorizada para operar.

Formas para licitación. Son los formularios modelos, aprobados por la Autoridad Administrativa Superior, que se usan para requerir determinada información sobre diversos aspectos, en las que el Estado requiere que sean preparadas y sometidas las ofertas.

Garantía. Fianza, depósito en efectivo o Garantía Hipotecaria que el Contratista proporciona al Ministerio para el cumplimiento del contrato.

Hombros. La sección típica que se incluye en los planos de construcción de las áreas de la carretera, contiguas, y paralelas a la superficie de rodadura, que sirven de confinamiento a la capa de base, y de zona de estacionamiento accidental de vehículos.

Ingeniero. El Ingeniero Civil colegiado activo, Jefe de la División de Supervisión de Construcciones de la DGC, quien está encargado de las Supervisiones de Obras. El Ingeniero depende del Director.

Ingeniero Auxiliar. El Ingeniero Civil colegiado activo, quien desempeña las funciones que le asigne el Delegado Residente, y quien lo sustituye en caso de ausencia.

Inspector. El Representante autorizado del Delegado Residente, designado para inspeccionar la obra y los materiales destinados para la misma.

Junta de Licitación. Es el órgano competente para recibir, calificar ofertas y adjudicar la licitación.

Ley. La Ley de Contrataciones del Estado, Decreto 57-92 del Congreso de la República y su Reglamento, contenido en Acuerdo Gubernativo 1056-92; o la vigente.

Licitación Pública. Procedimiento previsto por la Ley para contratar la ejecución de Obras Públicas.

Materiales. Cualquier insumo que esté especificado para su uso en la construcción del proyecto y sus accesorios.

Ministerio. El de Comunicaciones, Infraestructura y Vivienda de la República de Guatemala.

Obra. El trabajo o construcción a ejecutarse de acuerdo con los planos, Especificaciones y demás documentos que forman parte del Contrato.

Oferente. Es la persona individual o jurídica que presenta propuesta al Estado para participar en un proceso de contratación relacionado con la ejecución de una obra.

Oferta. La propuesta que por escrito presenta el Oferente, incluyendo los demás documentos requeridos en las bases de licitación.

Orden de Cambio. La orden escrita que el Delegado Residente da al Contratista, con la aprobación previa del Ingeniero, para que se efectúe cualquier cambio o modificaciones a los planos o Especificaciones, o para suprimir o disminuir las cantidades de trabajo de uno o más renglones; y da derecho a compensación únicamente en los casos previstos de 110.05 a 110.07; para lo cual debe suscribirse el documento que ahí se indica.

Orden de Campo. La orden escrita, obligatoria, proferida en el lugar de la obra, que emite el Delegado Residente, sus ingenieros Auxiliares o Inspectores expresamente facultados para ello, para que el Contratista ejecute un trabajo cubierto por el Contrato, en forma eficiente, práctica y de acuerdo con las expectativas de la DGC.

Orden de Trabajo Suplementario. La orden escrita que emite el Delegado Residente con la aprobación del Ingeniero, aceptada por el Contratista, para que éste ejecute cierto número de unidades adicionales de uno o más renglones de trabajo que tengan precios unitarios aprobados cuando las cantidades originales de contrato creadas o revisadas por otro documento contractual se han agotado. Esta orden no conlleva ajustes en los precios unitarios, salvo el caso, cuando un renglón Principal sobrepase el límite de fluctuación que se fija en estas Especificaciones. Cuando las cantidades adicionales afecten el tiempo de ejecución de la obra, el Contratista podrá solicitar ampliación al tiempo de duración del contrato.

Orilla o borde del camino. Vocablo general que designa el área contigua a la orilla exterior del camino donde comienzan los taludes de corte o relleno.

Participación Conjunta: La Asociación temporal de dos o más empresas, individuales o jurídicas, para presentar una sola oferta solidaria y mancomunada, sin que el Estado haga distinción de la responsabilidad de cada una de ellas.

Planos del Proyecto. Las plantas, perfiles, secciones transversales, dibujos suplementarios o de ejecución y detalle, incluyendo las modificaciones a los mismos que hayan sido debidamente aprobados por las autoridades competentes de la DGC, y muestren la ubicación, naturaleza, dimensiones y detalles del trabajo a ejecutarse.

Plazo Contractual. Período en días calendario, meses o años de que dispone el Contratista para el cumplimiento del objeto del contrato.

Precalificación. Es el análisis de la capacidad técnica y financiera, organización empresarial y experiencia, que se hace de las personas individuales o jurídicas interesadas en presentar ofertas para la ejecución de obras, con el objeto de inscribirlos en el Registro de Precalificados, en los grupos de especialidad y capacidad económica que les corresponda.

Programa de Trabajo Aprobado. El documento preparado por el Contratista basándose en el Programa de Trabajo presentado en la oferta, que debe ser aprobado por el Delegado Residente y es el que rige en la ejecución y pago de los trabajos contratados.

Programa de Trabajo de Oferta. El documento que se adjunta a la oferta en el que se indica por períodos de 30 días calendario, las cantidades estimadas de trabajo a ejecutarse en cada renglón, sus montos, iniciación y terminación de los renglones.

Proyecto. El conjunto de planos, especificaciones, disposiciones especiales y apéndices, a los que debe ajustarse la ejecución de una obra.

Puente. Una estructura de una o más luces, incluyendo sus soportes, erigida sobre una depresión o una obstrucción.

Publicaciones. Son el o los anuncios públicos realizados de conformidad con la ley.

Rasante. El trazo vertical que determina el nivel superior, sobre la línea central, que se proyecta construir a lo largo de la carretera. Muestra la elevación y la pendiente del trazo proyectado.

Reajuste por Fluctuación de Precios. Se elaboraran cuando se registren fluctuaciones de precios en más (incremento) o en menos (decremento) que sufran en el costo de los materiales, combustibles y derivados del petróleo, y demás elementos conexos de la obra o del suministro, mano de obra, arrendamiento, maquinaria, equipo, repuestos y combustibles, a efecto de llevar a cabo las compensaciones que fueren necesarias, con los ajustes procedentes en cada caso. Los requisitos y procedimientos, se estipulan en la legislación vigente de la materia.

Renglón de Trabajo. Un rubro específicamente descrito, para el cual se fija un precio unitario.

Requisito de licitación. Un término o condición utilizado solamente en las licitaciones y que aplica sólo antes de adjudicar el contrato.

Servidumbre de paso. El derecho otorgado por un propietario a favor del Estado, para permitir el paso en una franja de su propiedad a los usuarios de una carretera.

Sub-Contratista. La persona individual o jurídica a quien el Contratista, con el previo consentimiento escrito del Ministerio o de la DGC según el caso, sub-contrata la ejecución de partes determinadas del trabajo contratado.

Sub-Director. El Ingeniero Civil colegiado activo, quien sustituye al Director en su ausencia.

Sub-Rasante. El área sobre la que se construyen las capas de sub-base, de base, de superficie y los hombros. Se representa gráficamente en los planos por medio de una línea que es el eje longitudinal central de la carretera.

Superintendente. El jefe ejecutivo del Contratista quien dirige la obra, poseyendo plena autoridad para actuar como su representante autorizado con relación al trabajo, debiendo ser ingeniero civil colegiado activo y hablar el idioma español.

Supervisora. Empresa individual o jurídica cuya función es la supervisión técnica y control administrativo de los trabajos del proyecto, a fin de que éstos se construyan de la calidad y en el tiempo estipulado en el contrato; está representada por el "Delegado Residente".

Tolerancias. Son las variaciones permisibles en más o en menos que las Especificaciones Generales y/o las Disposiciones Especiales establezcan para cada trabajo.

Trabajo. Todas las obligaciones del Contratista contempladas y cubiertas en el Contrato y sus ampliaciones autorizadas.

Trabajo Extra. El trabajo no incluido en el Contrato original.

Trabajo por Administración. Es el sistema aplicado para la ejecución por el Contratista, de ciertos trabajos en la construcción de una obra por contrato. El Contratista deberá proveer los materiales, mano de obra, equipo y otros suministros y servicios que sean necesarios para la ejecución de un trabajo en el cual no hubo acuerdo para hacerlo por precio unitario o global. El Contratista no cobrará gastos de Dirección.

Trabajos en orillas. Aquellos trabajos que son necesarios en la carretera completa, que proveen para la conservación de materiales y carácter distintivo del paisaje; la rehabilitación y protección contra la erosión de todas las áreas que hubiesen sido desordenadas a causa de la construcción con la siembra de semillas, césped, cubierta retenedora de humedad, así como la colocación de otros recubrimientos sobre el terreno; aquellas siembras que sean adecuadas y otras mejoras que puedan aumentar la utilidad y realizar la apariencia de la carretera.

SECCION 102 REQUISITOS Y CONDICIONES PARA PRESENTACIÓN DE OFERTAS

- 102.01 Precalificación.
- 102.02 Convocatoria para presentar ofertas.
- 102.03 Licitación Pública.
- 102.04 Anuncio de Licitación Pública.
- 102.05 Forma de Obtener los Documentos de Licitación.
- 102.06 Bases de Licitación.
- 102.07 Identificación de Renglones de Trabajo.
- 102.08 Modificaciones Previas a la Fecha de Recepción de Ofertas.
- 102.09 Contenido de la Oferta.
- 102.10 Interpretación de Cantidades Estimadas de Trabajo.
- 102.11 Conocimiento de Planos, Especificaciones y Lugar de la Obra.
- 102.12 Programa de Trabajo de Oferta.
- 102.13 Garantía de Sostenimiento de Oferta.
- 102.14 Junta de Licitación.
- 102.15 Integración del Precio Oficial.
- 102.16 Presentación y Apertura de las Ofertas.

102.01 PRECALIFICACIÓN. Para que toda persona individual o jurídica pueda participar en licitaciones públicas o en presentación de ofertas, es requisito indispensable que esté inscrita en el Registro de Precalificados de “EL MINISTERIO”.

102.02 CONVOCATORIA PARA PRESENTAR OFERTAS. Para la construcción de obras, esta convocatoria puede ser:

- (a) Por medio de publicaciones en el número de veces y de conformidad con lo normado legalmente.
- (b) Por medio de invitación dirigida a empresas precalificadas, cuando la obra esté exonerada del requisito de licitación pública de conformidad con la ley, declarada de emergencia nacional de acuerdo con la ley, o si así se dispone en tratado o convenio internacional.

Contratos de préstamo internacionales pueden requerir, antes de considerar cualquier licitación para su adjudicación, que se deba solicitar a los posibles oferentes, que manifiesten su interés y entreguen un informe referente a su experiencia previa en trabajos similares, organización, capacidad financiera, etc., para elaborar una lista corta para posteriormente invitarlos a presentar propuestas.

102.03 LICITACIÓN PÚBLICA. Es el procedimiento administrativo basado en los principios de publicidad, igualdad y no-discriminación, que de conformidad con la ley realiza un organismo del Estado o sus entidades, cuya finalidad es seleccionar a la propuesta que haya cumplido con los requisitos y condiciones establecidos legalmente en los documentos de licitación y sea la más conveniente para los intereses del Estado.

Las licitaciones públicas pueden ser nacionales e internacionales, dependiendo si su soporte económico son fondos nacionales o externos, según se convenga en el convenio de préstamo.

102.04 ANUNCIO DE LICITACION PUBLICA. Es una publicación a través del Diario Oficial y en otro de mayor circulación, en la que se invita a los interesados en presentar oferta para determinada obra de acuerdo con las leyes vigentes.

El anuncio debe de contener como mínimo, lo siguiente: una breve descripción de la obra que se licita; indicación del lugar donde se entregarán las bases, especificaciones, planos y

demás documentos; condiciones para la obtención de los mismos; el lugar, día y hora para la recepción de las ofertas y los requisitos que sean esenciales.

102.05 FORMA DE OBTENER LOS DOCUMENTOS DE LICITACIÓN. Las personas interesadas podrán obtener, en el lugar y bajo las condiciones que se indiquen en el Anuncio: las bases, planos de construcción, Especificaciones Generales, Disposiciones Especiales y demás documentos. Las secciones transversales, diagrama de masas y demás información disponible que no se entrega, puede ser consultada para su estudio e inspección en la DGC. A solicitud por escrito de cualquier oferente, le será entregada una copia de dicha información, previa compensación del costo de reproducción.

102.06 BASES DE LICITACIÓN. Es el documento en que se establecen las principales condiciones de la negociación y deben de contener como mínimo, la información y requisitos siguientes: descripción general de la obra, características generales y específicas; cantidades estimadas de trabajo de cada renglón; indicación de las especificaciones que regirán; tiempo de ejecución; condiciones que deben llenar las personas individuales o jurídicas para poder presentar oferta; documentos que deben contener las plicas listado en original y copias requeridas y forma de presentarlas, una de las cuales será puesta a disposición de los oferentes; garantía de sostenimiento de oferta, con indicación de su porcentaje, vigencia y causas por las que se hará efectiva; garantía de cumplimiento que deberá presentar el adjudicatario, con indicación de su porcentaje, aspectos que cubrirá, vigencia y causas por las que se hará efectiva; tiempo de responsabilidad del Contratista; garantía de conservación de obra, garantía de saldos deudores, con indicación de su porcentaje, aspectos que cubrirá, vigencia y causas por las que se hará efectiva; seguros que debe constituir el adjudicatario, con indicación de sus montos, riesgos que cubrirán y vigencia; forma de pago; porcentaje del anticipo y procedimiento para otorgarlo, cuando éste se conceda; garantía de anticipo, cuando proceda, con indicación de su porcentaje, forma de otorgarse, vigencia y causas por las que se hará efectiva; prohibiciones, sanciones pecuniarias; límites de fluctuación del monto total de las ofertas, con respecto al costo total oficial estimado de la obra; y otras condiciones o requisitos que se consideren indispensables de conformidad con la ley de la materia, lugar, dirección exacta, fecha y hora en que se efectuará la diligencia de presentación, recepción y apertura de plicas. La convocatoria o invitación, forman parte de las bases de licitación. En las bases deberá indicarse la forma de integración de precios unitarios por renglón. Así mismo, se describirán los criterios que deberá seguir la Junta de Licitación para calificar las ofertas recibidas, adjuntándose un modelo de oferta y proyecto de contrato.

102.07 IDENTIFICACIÓN DE RENGLONES DE TRABAJO. Cada renglón de trabajo es identificado por el número de la Sección o Sub-Sección de estas Especificaciones o del artículo de las Disposiciones Especiales que lo norme. Cuando un mismo número identifique a varios renglones, se le agregará entre paréntesis, un número distintivo, comenzando por (1) y continuando en orden correlativo.

102.08 MODIFICACIONES PREVIAS A LA FECHA DE RECEPCIÓN DE OFERTAS. Las modificaciones a los documentos de licitación, se harán por medio de apéndices numerados que formarán parte del volumen de Disposiciones Especiales y Documentos Anexos de Licitación. A cada interesado se le entregará una copia de cada apéndice, contra entrega de un recibo a la DGC. Dichos apéndices se entregarán a los oferentes, con un mínimo de 10 días calendario de anticipación a la fecha de recepción de ofertas, excepto cuando el apéndice comunique que dicha fecha ha sido pospuesta.

102.09 CONTENIDO DE LA OFERTA. La oferta debe estar preparada en idioma español y contener los renglones de trabajo, el precio, condiciones, garantías, modo y tiempo en que el oferente se compromete a ejecutar la obra, la que debe corresponder a los requisitos y documentos de licitación.

102.10 INTERPRETACION DE CANTIDADES ESTIMADAS DE TRABAJO. Las cantidades estimadas de trabajo que se indican en las bases, formularios y demás documentos, son aproximadas y servirán como base de comparación para la calificación de las ofertas. El Ministerio no se responsabiliza de que las cantidades reales de trabajo correspondan con las estimadas, salvo los casos previstos en la Sección 110.

Los pagos se efectuarán al Contratista, solamente por las cantidades reales de trabajo efectuado o por los materiales proporcionados, de acuerdo con los planos y Especificaciones. Las cantidades de los renglones del contrato a efectuarse podrán ser aumentadas o disminuidas como se indica en la Sección 110.

102.11 CONOCIMIENTO DE PLANOS, ESPECIFICACIONES Y LUGAR DE LA OBRA. El oferente debe examinar cuidadosamente los planos, Especificaciones y demás documentos e inspeccionar debidamente el lugar de la obra. Las conclusiones y resultados que él obtenga como consecuencia de ese examen e inspección y que utilice para preparar su oferta, son de su exclusiva responsabilidad.

La información y datos acerca del subsuelo, que sea proporcionada por la DGC a los interesados en presentar oferta, se suministran con el único objeto de que dichas personas dispongan de la misma información y datos que el Ministerio posea, pero tal información no forma parte del contrato, quedando bajo la exclusiva responsabilidad del Contratista cualquier deducción, interpretación o conclusión que se derive de los mismos.

Los datos y localización de los bancos de materiales, que proporcione la DGC, deben considerarse como las posibles fuentes de materiales a utilizarse en la ejecución de los trabajos a efectuarse.

Si los materiales resultantes de la explotación de los bancos señalados por la Dirección General de Caminos fueran rechazados por la Supervisora, por no llenar las especificaciones establecidas en las bases de licitación; y no se encontraran otros bancos dentro del área de influencia del proyecto, que obligaran a explotar bancos con distancias de acarreo diferentes a las consideradas en la oferta, El Contratista tendrá derecho a que se le compense por el cambio de las condiciones originalmente previstas. Si en caso extremo no se encontraran bancos adecuados para utilizar en la construcción de sub-bases, bases o carpetas de rodadura, la Supervisora hará los estudios para presentar opciones de realizar los trabajos con otras técnicas constructivas, como por ejemplo, utilizar sub-bases o bases estabilizadas, que permitan utilizar los materiales existentes en el área de influencia del proyecto.

102.12 PROGRAMA DE TRABAJO DE OFERTA. Debe ser elaborado de conformidad con los lineamientos que especifique la DGC en las Disposiciones Especiales, en períodos de 30 días calendario y debe contener como mínimo los requisitos siguientes:

(a) La identificación de cada renglón o trabajo a efectuarse, en el orden en que se ejecutarán las diferentes fases de la obra, desde su iniciación hasta su terminación total.

(b) Indicar gráficamente la iniciación y terminación de cada renglón o trabajo a que se refiere el inciso (a) anterior.

(c) Indicar con números, las cantidades y unidades de trabajo a efectuarse en cada período o porcentaje si es un renglón a base de suma global, así como sus montos en Quetzales.

(d) Aquellos renglones cuyos trabajos, en que por su naturaleza eventual no pueda establecerse el momento de ejecución, deben consignarse en forma aproximada.

102.13 GARANTIA DE SOSTENIMIENTO DE OFERTA. La firmeza de la oferta se caucionará con depósito en efectivo o mediante fianza, por un porcentaje fijado en las bases dentro de los límites que permite la Ley, basado en el precio de la oferta incluyendo impuestos. Cubrirá el período comprendido desde la recepción y apertura de plicas, hasta la aprobación de la adjudicación y, en todo caso tendrá una vigencia de ciento veinte (120) días. Sin embargo, con el adjudicatario puede convenirse su prórroga.

Cuando se trate de ofertas con renglones alternativos, el monto de esta garantía será conforme al costo total más alto de la obra completa, y cubre también cualesquiera de las otras alternativas ofertadas.

Esta garantía debe otorgarse a favor y a entera satisfacción del Ministerio o de la DGC, según el caso, y mantenerse en vigor hasta la adjudicación definitiva para quienes hayan sido eliminados; y para el adjudicatario, hasta que la sustituya por la garantía de cumplimiento del contrato.

Si la garantía consiste en fianza, ésta debe ser emitida por una institución debidamente autorizada para esta clase de operaciones en Guatemala; y si lo es en depósito en efectivo, debe hacerse en moneda de curso legal o por medio de cheque certificado.

Esta garantía se hará efectiva por las causas siguientes: si el adjudicatario no sostiene su oferta; si no concurre dentro del plazo que estipula la ley a suscribir el contrato respectivo; o si habiéndolo firmado, no presenta la garantía de cumplimiento dentro del plazo de 15 días fijado por la ley, quedando en cualesquiera de estos casos sin efecto la adjudicación y sin perjuicio de aplicar la suspensión a que se refiere el artículo 84 de la ley.

102.14 JUNTA DE LICITACIÓN. Es el órgano competente para recibir, calificar ofertas y adjudicar la licitación. Se integrará con el número de miembros que determina la ley, nombrados por la autoridad administrativa superior, de preferencia entre servidores públicos de la entidad contratante. Si la entidad no cuenta con personal idóneo podrán nombrarse servidores públicos de otras dependencias del Estado que tengan experiencia en la materia de que se trate. Sus decisiones las tomará por mayoría de sus miembros, quienes no podrán abstenerse de votar, dejando constancia en acta de lo actuado.

102.15 INTEGRACION DEL PRECIO OFICIAL. El costo estimado por la entidad interesada será aprobado por el Director de dicha entidad, el cual deberá darse a conocer después de la recepción de ofertas y antes de abrir la primera plica. De los errores que se detecten en el cálculo de este costo, serán responsables quienes lo elaboraron. Estas infracciones se sancionarán de conformidad con lo dispuesto en los Artículos 83 y 87 de la Ley.

La Junta de Licitación calculará en definitiva el costo total oficial estimado que servirá de base para fijar la franja de fluctuación. Para este cálculo tomará el cuarenta por ciento (40%) del costo estimado por la entidad interesada, al cual se sumará el sesenta por ciento (60%) del promedio del costo de las ofertas presentadas que cumplan con los requisitos fundamentales de las bases y que estén comprendidas dentro de la franja del veinticinco por ciento (25%) arriba y el veinticinco por ciento (25%) abajo del costo estimado por dicha entidad.

Los límites máximos de fluctuación con respecto al costo total oficial estimado, se establecen en un diez por ciento (10%) hacia arriba y en un quince por ciento (15%) hacia abajo.

Los porcentajes indicados en más y en menos respecto al costo total oficial estimado, darán la franja límite entre la cual deberán estar comprendidas las ofertas para que sean aceptadas por las juntas para su calificación. Las ofertas recibidas que estén fuera de la franja establecida serán descalificadas.

En el acta que se levante deberán hacerse constar los extremos a que se refiere el presente artículo, en su orden.

102.16 PRESENTACION Y APERTURA DE LAS OFERTAS. Las ofertas y demás documentos de licitación deberán entregarse directamente a la Junta de Licitación en el lugar, dirección, fecha, hora y en la forma que señalen las bases. Transcurridos treinta minutos de la hora señalada para la presentación y recepción de ofertas, no se aceptará alguna más y se procederá al acto público de apertura de plicas. Se procederá primero como está estipulado en 102.15 y después, de todo lo actuado se levantará el acta correspondiente en forma simultánea. Los oferentes o sus representantes legales podrán solicitar o dar las aclaraciones que procedan.

SECCION 103 ADJUDICACION DE LA LICITACION

- 103.01 Examen de las Ofertas.
- 103.02 Calificación y Adjudicación de las Ofertas.
- 103.03 Rechazo de Ofertas.
- 103.04 Aprobación de la Adjudicación y Formalización del Contrato.
- 103.05 Documentos que forman parte del Contrato.
- 103.06 Ampliación del Monto del Contrato.
- 103.07 Garantía de Cumplimiento.
- 103.08 Anticipo al Contratista.
- 103.09 Garantía de Anticipo.
- 103.10 Garantía de Conservación de Obra.
- 103.11 Garantía de Saldos Deudores.
- 103.12 Formalidades.
- 103.13 Seguros.

103.01 EXAMEN DE LAS OFERTAS. Después de haber sido abiertas y examinadas las ofertas, serán comparadas entre sí sobre la base del precio total, incluyendo impuestos, tomado del Cuadro de Cantidades y Precios Unitarios ofertados. El Cuadro de Cantidades y Precios Unitarios de todas las ofertas presentadas, se pondrán de inmediato a disposición del público en forma magnética, como resguardo de transparencia del proceso.

103.02 CALIFICACION Y ADJUDICACION DE LAS OFERTAS. Dentro del plazo que determina la ley, la Junta de Licitación hará la calificación y adjudicación, la cual se hará al oferente que ajustándose a los requisitos y condiciones de las bases, haya hecho la oferta más conveniente para los intereses del Estado. La Junta hará también una calificación de los oferentes que clasifiquen sucesivamente. En el caso de que el adjudicatario no suscribiere el contrato, en el término legal, sin perjuicio de las responsabilidades en que incurre, la negociación podrá llevarse a cabo con el subsiguiente clasificado, en su orden.

De lo actuado la Junta deberá notificar a los oferentes dentro del plazo que estipula la ley.

Esta adjudicación no crea derecho alguno a favor del adjudicatario, ni éste lo adquiere en relación con el Ministerio, mientras la adjudicación no sea aprobada por el Ministerio.

Si en la licitación se presenta un solo oferente, a éste se le podrá adjudicar la misma, siempre que su oferta satisfaga los requisitos establecidos en las bases y demás documentos de licitación y que a juicio de dicha Junta, los precios sean razonables.

103.03 RECHAZO DE OFERTAS. La Junta de Licitación o las autoridades a quienes corresponda adjudicar la licitación, así como la aprobación de la adjudicación de la misma, deberá rechazar las ofertas presentadas en los casos siguientes:

- (a) Las que no se ajusten a las bases y demás documentos de licitación.
- (b) Si un oferente presenta más de una oferta para la obra de que se trate, se rechazarán las que éste haya presentado.
- (c) Las ofertas cuyos montos totales no se encuentren comprendidos entre los límites de fluctuación.
- (d) Cuando se compruebe la existencia de colusión entre oferentes, se rechazarán las ofertas involucradas en la misma.

(e) Si se descubre falsedad de la Declaración, con respecto a las circunstancias que constituyen impedimento, de conformidad con la ley, se rechazarán las ofertas que incurran en este caso.

(f) Si una oferta en especial, no contiene un precio unitario para cada partida de pago listada, excepto en los casos de partidas autorizadas para sus pagos alternativos o globales.

(g) Si una oferta es condicionada a otra adjudicación y/o condiciones alternas: irregularidades de cualquier índole que tiendan a hacer las propuestas incompletas, indefinidas, o ambiguas en su significado.

(h) Si la oferta añadiese algunas condiciones reservándose el derecho de aceptar o rehusar una adjudicación, o de concertar un contrato para cumplir una adjudicación.

(i) Si los oferentes no aceptan el límite ó la cantidad máxima bruta de adjudicaciones aceptables para determinado oferente, cuando en un mismo proyecto hayan diversos tramos licitados por separado.

103.04 APROBACION DE LA ADJUDICACION Y FORMALIZACION DEL CONTRATO.

Lo resuelto por la Junta será aprobado por el Ministerio dentro del plazo que manda la ley. La suscripción del Contrato se llevará a cabo dentro del plazo de diez días de la aprobación de lo actuado por la Junta. Previo a la aprobación del Contrato, deberá constituirse la Garantía de Cumplimiento correspondiente. El contrato relacionado será aprobado por el Ministerio. Para los efectos del computo del plazo contractual, este comenzará a contar a partir del día siguiente de la notificación del acuerdo ministerial que apruebe el contrato.

En caso de que la adjudicación no sea aprobada, El Ministerio lo hará con exposición razonada, ordenará su revisión con base en las observaciones que formule. La Junta podrá confirmar o modificar su decisión en forma razonada. Devuelto el expediente a la Autoridad Superior, ésta aprobará lo actuado por la Junta, quedando a salvo el derecho de prescindir.

103.05 DOCUMENTOS QUE FORMAN PARTE DEL CONTRATO. Forman parte del contrato: Los documentos de licitación; la oferta presentada por el Contratista; Garantías y Seguros; los documentos correspondientes a la adjudicación, incluyendo cualquier recomendación que se indique en dichos documentos; el Programa de Trabajo; Ordenes de Cambio; Ordenes de Trabajo Suplementario; Acuerdos de Cambio; Acuerdos de Renegociación de Precios; Acuerdos de Trabajo Extra; extensiones de tiempo debidamente autorizadas; y cualquier otro documento que sea debidamente autorizado por la DGC y que emita durante la construcción, aceptado por ambas partes.

103.06 AMPLIACION DEL MONTO DEL CONTRATO. Cuando en la ejecución de los trabajos se encontraren situaciones no previstas en la planificación o cualquiera otra causa que haga imposible el cumplimiento total de la obra pactada, se puede variar hasta un 20% en más o en menos del Valor Original Ajustado del Contrato, por medio de órdenes de cambio, órdenes de trabajo suplementario o acuerdos de trabajo extra, los que deberán estar aprobados por el Director de la DGC. Cuando las variaciones sobrepasen del 20% y no excedan el 40% del valor original ajustado, deberá celebrarse contrato adicional. Respetando los porcentajes aludidos, las variaciones en las cantidades de trabajo serán reguladas por documentos de cambio, en cualquiera de esas etapas.

103.07 GARANTÍA DE CUMPLIMIENTO. Para garantizar el cumplimiento de todas las obligaciones estipuladas en el contrato, el Contratista deberá prestar fianza, depósito en efectivo o constituir hipoteca, por un valor del 10% al 20% del monto del contrato respectivo, porcentaje que se fijará a criterio de la autoridad administrativa superior de la entidad interesada y que se hará saber al oferente a través de las bases. Esta garantía cubrirá las fallas o desperfectos que

aparecieren durante la ejecución del contrato, antes de que se constituya la garantía de conservación.

La garantía de cumplimiento cubrirá con el diez por ciento (10%) de su valor, el pago de salarios y prestaciones laborales de los trabajadores incluyendo las cuotas patronales establecidas por la ley y, con el noventa por ciento (90%) restante, el cumplimiento del contrato de acuerdo con las especificaciones, planos y demás documentos contractuales, así como la ejecución de la obra dentro del tiempo estipulado. Esta garantía deberá estar vigente hasta que la entidad interesada extienda la constancia de haber recibido a satisfacción la garantía de conservación de obra.

Esta garantía la hará efectiva el Ministerio, de conformidad con los procedimientos que se establezcan en el contrato y cuando concurren los casos siguientes:

(a) En caso de incumplimiento del Contratista en el pago puntual de los salarios y prestaciones laborales a los trabajadores que emplee en la obra o el pago de cuotas patronales al IGSS.

(b) En caso de incumplimiento del Contratista respecto a la calidad de la obra y el tiempo de ejecución de la misma.

103.08 ANTICIPO AL CONTRATISTA. Podrá otorgarse un anticipo supervisado, con destino específico para la ejecución de la obra y de acuerdo al programa de inversión del anticipo elaborado por el Contratista y aprobado por El Director, hasta del veinte por ciento (20%) del valor del contrato, porcentaje que se calculará sin tomar en cuenta el valor del equipo que se adquiera mediante de cartas de crédito abiertas por la entidad contratante. La cantidad que se otorgue por concepto de anticipo deberá quedar totalmente amortizada por el Contratista al finalizar la obra. El descuento del anticipo se calculará multiplicando el monto bruto de cada estimación por el mismo porcentaje de anticipo que se haya concedido, sin incluir en el monto de la estimación el valor de las Ordenes de Trabajo Suplementarias y Acuerdos de Trabajo Extra en los cuales no se haya otorgado anticipo. Si el Contratista no inicia la obra o no invierte el anticipo recibido de acuerdo a las estipulaciones contractuales, pagará el interés calculado con la tasa de interés máxima anual que determine la Junta Monetaria para efectos tributarios sobre el anticipo recibido, o lo reintegrará a El Estado.

Si el Contratista desea hacer uso del anticipo, debe cumplir con los siguientes requisitos:

(a) Presentar una garantía de anticipo, por el monto total del mismo para garantizar la correcta aplicación de éste.

(b) Presentar un plan de inversión por la totalidad del anticipo. Dicho plan debe ser aprobado por el Ingeniero.

103.09 GARANTIA DE ANTICIPO. Es la garantía del buen uso que se va a hacer del anticipo que se otorgue al Contratista en virtud de un contrato. El Contratista constituirá garantía mediante fianza o hipoteca por el monto de un cien por ciento (100%) del anticipo. La garantía podrá reducirse en la medida que se amortice el valor del anticipo. Para la reducción del monto de la garantía el Contratista deberá obtener certificación donde conste el saldo del mismo pendiente de amortizar de parte de la Supervisora con el visto bueno del Ingeniero. En caso de rescisión, resolución o terminación del contrato, el saldo del anticipo será tomado en cuenta en la liquidación del contrato.

103.10 GARANTÍA DE CONSERVACIÓN DE OBRA. Es la garantía de que una obra, después de la recepción, va a conservarse adecuadamente. El Contratista responderá por la conservación de la obra, mediante depósito en efectivo, fianza, hipoteca o prenda, a su elección, que cubra el valor de las reparaciones, de las fallas o desperfectos que le sean imputables y que

aparecieren durante el tiempo de responsabilidad de dieciocho (18) meses que se contarán a partir de la fecha de recepción de la obra. Esta garantía deberá otorgarse por el equivalente al 15% del valor original del contrato, como requisito previo para la recepción de la obra.

El vencimiento del tiempo de responsabilidad de dieciocho (18) meses no exime al Contratista de las responsabilidades por destrucción o deterioro de la obra debido a dolo o culpa de su parte, por el plazo de cinco (5) años, contados a partir de la recepción definitiva de la obra.

El procedimiento para hacer efectiva esta garantía se establecerá en el contrato respectivo, y consistirá básicamente en lo siguiente:

(a) Al detectar la DGC una falla en una obra, dará una audiencia por cinco días al Contratista para que:

(1) Proceda a su reparación aceptando que es su responsabilidad;

(2) Si el Contratista considera que la falla no es su responsabilidad, deberá presentar por escrito sus argumentos y en su caso, las evidencias que considere pertinentes.

(b) La DGC dictará una resolución, en los siguientes sentidos:

(1) Si el Contratista aceptó hacer la reparación, archivará el reclamo.

(2) Si el Contratista se opone y sus argumentos son valederos, ordenará la reparación de la falla con recursos propios de la DGC.

(3) Si la DGC considera que la responsabilidad de su reparación es del Contratista, dará el término que considere pertinente, para que éste proceda a su reparación.

(4) Si a pesar de ello, la falla no fuera reparada, hará la reparación por medio de otro Contratista, y su importe será requerido de cancelar por la afianzadora o el garante respectivo.

(5) La garantía deberá reconstituirse a su valor inicial, en cada pago que se haga por cuenta de ella.

La DGC levantará el acta correspondiente, al vencimiento del tiempo de responsabilidad del Contratista, haciendo constar si existen o no reclamos por calidad pendientes de ser satisfechos. Si no existieren reclamos se extenderá constancia para que se cancele la vigencia de la misma; y si existieren el Contratista debe renovarla hasta que la DGC extienda constancia de que los reclamos han quedado satisfechos.

103.11 GARANTIA DE SALDOS DEUDORES. Para garantizar el pago de saldos deudores que pudieran resultar a favor del Estado, de la Entidad Correspondiente o de terceros en la liquidación, el Contratista debe prestar fianza, depósito en efectivo, constituir hipoteca o prenda, a su elección, por el cinco (5%) por ciento del valor original del contrato. Esta garantía deberá otorgarse simultáneamente con la de conservación de obra como requisito previo para la recepción de la misma. Aprobada la liquidación, si no hubiere saldos deudores, se cancelará esta garantía.

103.12 FORMALIDADES. Las fianzas a que se refiere esta Sección, deberán formalizarse mediante póliza emitida por instituciones autorizadas para operar en Guatemala. Cuando la garantía consistiere en depósitos, deberá hacerse en quetzales o por medio de cheque certificado. Cuando sea hipoteca o prenda a través de escritura pública, debidamente inscrita en el Registro General de la Propiedad. En todo caso quedará a criterio del Contratista la garantía a proporcionar.

103.13 SEGUROS. El Contratista debe garantizar mediante seguro, depósito en efectivo, hipoteca o prenda, las responsabilidades civiles, a terceros y los riesgos inherentes a que esté expuesta la obra según se indique en las bases. Tales garantías cubrirán los riesgos que se determinen en el contrato como se indica en 108.17. Estas garantías deberán permanecer en vigencia hasta la finalización de la garantía de cumplimiento.

SECCION 104 ALCANCE DEL TRABAJO

- 104.01 El Contrato, Planos y Especificaciones.
- 104.02 Cambios durante la Ejecución de una obra.
- 104.03 Trabajo Extra.
- 104.04 Campamentos para el Personal del Contratista.
- 104.05 Campamentos para el Personal del Estado.

104.01 EL CONTRATO, PLANOS Y ESPECIFICACIONES. El propósito del contrato, es proveer el instrumento legal que describe los derechos y obligaciones esenciales de las partes. Se incorporará, como parte del mismo, una copia del cuadro de cantidades y precios de los renglones de trabajo, tomada de la oferta, para efectos de esta descripción.

El propósito de los planos, estas Especificaciones Generales y las Disposiciones Especiales, es el de normar y presentar la información y datos necesarios de la obra a ejecutarse y son complementarios entre sí.

Debe comprenderse que estas Especificaciones son normas generales y no pueden prever todos los detalles que puedan presentarse en cada obra o renglón de trabajo, por lo que en el volumen de Disposiciones Especiales que debe elaborarse para cada obra, se describe la información específica y los cambios a estas Especificaciones Generales que sea necesario hacer para adaptarlas a la obra de que se trate.

El Contratista debe ejecutar la obra de conformidad con el contrato, los planos, Especificaciones y demás documentos contractuales. Cualquier cambio a los planos o Especificaciones, debe hacerse como se indica en 105.05.

En los casos especiales o no previstos, los asuntos deben resolverse de común acuerdo entre el Delegado Residente y el Contratista, con criterio profesional y de acuerdo a la mejor practica de construcción.

El Contratista debe suministrar, a menos que se establezca de otra manera en los documentos contractuales, toda la maquinaria, equipo, herramientas, materiales, mano de obra, transporte, imprevistos y demás elementos necesarios para sus propias operaciones, en la ejecución satisfactoria y completa terminación de la obra.

104.02 CAMBIOS DURANTE LA EJECUCION DE UNA OBRA. Durante la construcción de carreteras y puentes, debido al tipo de estas obras puede ser necesario hacer cambios en las cantidades de trabajo, planos y especificaciones para adecuarlos a las condiciones del terreno, los que pueden aumentar o disminuir la longitud original de una carretera, por lo que la DGC, tendrá el derecho de hacer dichos cambios, de conformidad con lo que se establece en la Sección 110. Los cambios citados, no serán considerados como renuncia a cualquiera de las condiciones del contrato o de la fianza, ni como invalidación de cualquier disposición de los mismos.

Ya sea que haya compensación o no por los cambios, éstos estarán normados en la Sección 110.

104.03 TRABAJO EXTRA. El Contratista ejecutará cualquier trabajo extra cuyo precio o combinación de precios no estén incluidos en el contrato, siempre y cuando sea necesario a juicio de la DGC, para completar la obra totalmente, de la manera proyectada. Dicho trabajo extra será ejecutado por el Contratista, de acuerdo con las Especificaciones y planos que para el efecto se elaboren, o si el trabajo no requiriera planos, se hará de acuerdo con las instrucciones escritas del Delegado Residente.

Antes de iniciarse un trabajo no contemplado en el contrato, debe celebrarse un Acuerdo de Trabajo Extra estipulando los renglones y precios unitarios, o suma global. Si no pudiera llegarse a un convenio bajo estas bases, el Acuerdo de Trabajo Extra se emitirá, estipulando que el trabajo lo haga el Contratista como Trabajo por Administración.

104.04 CAMPAMENTOS PARA EL PERSONAL DEL CONTRATISTA. En los lugares donde no existan facilidades, el Contratista debe, a su costa, construir, mantener y operar campamentos apropiados para el alojamiento y alimentación de su personal; o bien suministrar, a su costa, medios de transporte adecuados para movilizar a su personal, entre el lugar de trabajo y la población más cercana donde existan estas facilidades.

Al seleccionar la ubicación del campamento, se debe tomar en cuenta lo siguiente: 1) Evitar cortar árboles; 2) se deben evitar los movimientos de tierras (buscar un área plana); 3) que no se ubique cerca de una fuente de agua a la cual pueda afectar; 4) que no se ubique cerca de una zona boscosa de manera que perturbe la fauna; 5) que se tome en cuenta el entorno donde se ubicará para no afectar el paisaje y 6) que no afecte las viviendas y comunidades vecinas.

Las condiciones de alojamiento deben incluir: energía eléctrica, agua potable, facilidades sanitarias, camas individuales (sin ropa de cama) y serán suministradas sin costo alguno para los trabajadores. El campamento debe tener un área específica para que los trabajadores ingieran los alimentos.

El Contratista debe proveer a sus trabajadores una alimentación satisfactoria a un precio razonable. El costo de la alimentación y su pago, serán convenidos de mutuo acuerdo entre el Contratista y su personal.

Los campamentos deben mantenerse y operarse de acuerdo con los códigos de Salud y de Trabajo. Deben contar con un botiquín de primeros auxilios y con un manual de indicaciones. El Contratista deberá conservar el campamento en condiciones ordenadas, eliminar los desperdicios y basura en las áreas para que no obstruyan cauces de ríos u otros, con la previa autorización del dueño o de la comunidad, según sea el caso y con el visto bueno del Delegado Residente. La disposición de los residuos líquidos y sólidos está indicada en 108.08.

El Delegado Residente velará por el cumplimiento de lo que aquí se estipula.

En caso de existir una población cercana y que esta tenga las facilidades para albergar al personal, El Contratista en sustitución puede cancelar al personal con un viático que le permita escoger el lugar donde quiera habitar y alimentarse.

Una vez finalizada la construcción del proyecto, el Contratista debe dejar el sitio en el que se construyó el campamento en condiciones similares o mejores a las del inicio, incluyendo el retiro y disposición adecuada de los sistemas de tratamiento y disposición de desechos líquidos, los tanques de almacenamiento, las fosas de los cambios de aceite, repuestos, chatarra y demás estructuras o construcciones. No se permitirá la eliminación de desechos a través de incineración. El Contratista debe dejar el área del campamento reforestada con árboles de especies nativas de la región, conforme a lo estipulado en la Sección 804.

104.05 CAMPAMENTOS PARA EL PERSONAL DEL ESTADO. Cuando así se estipule en las Disposiciones Especiales, se requerirá del Contratista la construcción de Campamentos para el Personal del Estado, de acuerdo con los planos y Especificaciones que para el efecto se entreguen.

La construcción de cada campamento incluirá las instalaciones de agua potable, energía eléctrica y drenaje.

Este trabajo se pagará bajo el renglón 104.05, como suma global o por cada campamento.

De ser el caso, se aplicará a esta obligación lo estipulado en 104.04.

SECCION 105 CONTROL DEL TRABAJO

- 105.01 Escala de Autoridad.
- 105.02 Relaciones entre Supervisora y el Contratista.
- 105.03 Controversia.
- 105.04 Conciliación y Arbitraje.
- 105.05 Planos, Especificaciones y Dibujos de Trabajo.
- 105.06 Planos Finales de la Obra Construida.
- 105.07 Coordinación de las Especificaciones Generales, Planos y Disposiciones Especiales.
- 105.08 Cooperación del Contratista.
- 105.09 Inspección.
- 105.10 Inspecciones para las Estimaciones del Trabajo Efectuado.
- 105.11 Apertura al Tránsito de Secciones de la Obra.
- 105.12 Limpieza Final del Derecho de Vía.
- 105.13 Inspección y Recepción Finales.
- 105.14 Liquidación Final.

105.01 ESCALA DE AUTORIDAD. En las relaciones entre el Contratista y la DGC, regirá la siguiente:

(a) Director. El Director, suscribirá los contratos; decidirá todos los asuntos técnicos y administrativos que sean sometidos a su consideración por el Ingeniero, de conformidad con los documentos contractuales, así como los inherentes a su cargo. Resolverá las solicitudes de extensiones de tiempo de los contratos, previo dictamen del Ingeniero y recomendación del Delegado Residente. También autorizará las variaciones del valor del contrato, así como prorrogas al plazo contractual.

(b) Ingeniero. El Ingeniero decidirá todos los asuntos relativos al cambio en los planos y Especificaciones, con aprobación del Director. Tiene autoridad sobre los Delegados Residentes y debe resolver todos los asuntos relacionados con la obra a su cargo, que sean de su competencia.

(c) Delegado Residente. El Delegado Residente decidirá los cambios que sean necesarios en la obra, tales como cambios de línea, rasante, diseños de tubería y los asuntos relacionados con la construcción de la obra, de acuerdo con los planos y Especificaciones. Debe observar especialmente el cumplimiento de lo indicado en 401.01 y 501.02. Emitirá los documentos que sean de su competencia, durante la ejecución de la obra; y dictaminará sobre solicitudes de extensiones de tiempo y sobre todos aquellos asuntos que por jerarquía, deben ser resueltos por el Ingeniero o por el Director.

El Delegado Residente decidirá, dentro de los límites indicados anteriormente, todas las cuestiones que surjan respecto a calidad, cantidad, aceptación de los materiales suministrados, trabajo ejecutado, prosecución del avance de la obra, interpretación de los planos y Especificaciones, y emitirá opinión sobre la forma de ejecución y del correcto y satisfactorio cumplimiento de los términos del contrato. En caso de discrepancia respecto a la interpretación de las Especificaciones, ésta se someterá a la decisión del Ingeniero.

El Contratista cumplirá todas las instrucciones escritas del Delegado Residente, las que pueden emitirse por medio de Ordenes de Campo, las cuales deben estar fundamentadas en lo estipulado en el contrato, las especificaciones y planos. Cuando sean para ejecutar trabajos no previstos en el contrato, deben indicar la forma en que se le pagará al Contratista.

Toda consulta, solicitud u orden requerida por el Contratista, tiene que hacerla por escrito al Delegado Residente, quien decidirá o las someterá a la consideración del Ingeniero, según el caso.

(d) Ingeniero Auxiliar. El Ingeniero Auxiliar desempeñará las funciones que el Delegado Residente le indique, con la autoridad y responsabilidad que le delegue. Estas funciones, autoridad y responsabilidad, serán comunicadas previamente y por escrito al Contratista. Sustituye al Delegado Residente, en su ausencia.

(e) Inspectores. Los Inspectores dependen del Delegado Residente o del Ingeniero Auxiliar, según el caso, y están autorizados para inspeccionar la ejecución de las fases específicas de la obra que le sean asignadas, incluyendo los materiales que el Contratista utilice. Deben hacer por escrito, del inmediato conocimiento del Contratista, cualquier falla en el trabajo o de los materiales que no se ajusten a los planos y/o Especificaciones, en cuyo caso podrá rechazarlos, y suspender temporalmente el trabajo previa consulta con su superior, siendo entonces esta acción responsabilidad del Delegado Residente. No están autorizados para modificar o dejar sin efecto cualquier requisito de los planos o de las Especificaciones. El Delegado Residente notificará al Contratista de los Inspectores asignados a cada fase de la obra y sus funciones.

Si se da la orden de paralizar un trabajo aduciendo que los materiales no cumplen especificaciones y después se evidencia lo contrario, la Supervisora compensará económicamente al Contratista por tal decisión.

105.02 RELACIONES ENTRE SUPERVISORA Y EL CONTRATISTA. Las relaciones de trabajo entre la Supervisora y el Contratista, deben llevarse a cabo en forma ordenada y respetuosa. Normalmente las instrucciones o indicaciones las da por escrito el Delegado Residente o el Ingeniero Auxiliar al Superintendente del Contratista, el Inspector al Jefe de Grupo del Contratista y así sucesivamente. No obstante, cuando las circunstancias del trabajo así lo exijan, el Delegado Residente, Ingeniero Auxiliar o sus Inspectores pueden dirigirse directamente a un Jefe de Grupo, Caporal o Encargado del Contratista, y canalizar sus instrucciones a través de ellos y no hacerlo directamente a los trabajadores del Contratista. Igualmente el Ingeniero Auxiliar e Inspectores podrán dirigirse directamente al Superintendente.

105.03 CONTROVERSIA. Cuando un asunto no pueda ser resuelto directamente por el Delegado Residente y el Contratista, el asunto será elevado a la consideración del Ingeniero. Este, para resolver en forma ecuaníme, debe conocer los argumentos que por escrito le presente el Delegado Residente y el Contratista. Cuando a éste nivel, el asunto aún no pueda resolverse por la vía conciliatoria, a solicitud de cualquiera de las partes y previamente a que resuelva el Director, y como alternativa, se podrá someter el asunto a una opinión externa, o se seguirá la escala de autoridad correspondiente, hasta llegar al Ministerio.

Únicamente cuando un asunto no pueda ser resuelto conciliatoriamente a nivel Ministerial, la controversia se resolverá de acuerdo con los procedimientos establecidos en el Contrato o los que estipula la ley.

105.04 CONCILIACION Y ARBITRAJE. Como alternativa en caso de controversia y después de que hayan fracasado el Ministerio y el Contratista en ponerse de acuerdo directamente, a solicitud del Estado y del Contratista, se podrá recurrir a un procedimiento de Conciliación o Arbitraje, de acuerdo a la Ley de la Materia.

105.05 PLANOS, ESPECIFICACIONES Y DIBUJOS DE TRABAJO.

(a) Planos y Especificaciones. El Contratista recibirá de la DGC, libre de costo, un juego de copias reproducibles de los planos y de las Disposiciones Especiales, pero podrá solicitar y la DGC le entregará al costo, juegos o ejemplares adicionales, incluyendo estas Especificaciones Generales. El Contratista debe mantener en el lugar de la obra, las copias necesarias de los planos, Disposiciones Especiales y Especificaciones Generales, así como suministrar por su cuenta, copias de los mismos a su propio personal, a sus Sub-Contratistas y a

sus proveedores. Los planos proporcionados por el Estado mostrarán alineación de la línea central, rasante, detalles de la ubicación y construcción de todas las estructuras.

Cuando el Delegado Residente considere necesario modificar los planos o las Especificaciones que hayan sido aprobados por la DGC, someterá los cambios mayores recomendados al Ingeniero, acompañando el o los planos correspondientes debidamente firmados, indicando claramente por escrito en qué forma afectan el costo, tiempo y las operaciones del Contratista, y el Ingeniero a su vez lo remitirá al Departamento Técnico de Ingeniería de la DGC que corresponda para que emita opinión técnica. El Ingeniero resolverá dando o no, su aprobación al cambio propuesto.

Cada cambio aprobado será numerado y descrito brevemente en una Orden de Cambio que emitirá el Delegado Residente. El Contratista reflejará dicho cambio en los planos finales de la obra construida.

Sin embargo, el Delegado Residente esta facultado para hacer cambios a los planos en el campo, para mejorar las características del diseño o para solventar problemas que no se definen en planos originales, por ejemplo, taludes en relleno que se prolongan hasta fondos de barrancos, taludes en corte de terrenos inestables, diseños de prevención de derrumbes, definición de subdrenajes, cambios para evitar cortes en roca o rellenos en terrenos inundables, mejoras de pendientes, etc., que no necesariamente tiene que autorizar el Ingeniero para no atrasar la terminación de la obra.

(b) Requisitos Generales para Dibujos de Trabajo. Cuando la envergadura y/o importancia de la obra así lo requiera, el Delegado Residente exigirá al Contratista la presentación de dibujos de trabajo que muestren los detalles, antes de principiar cualquier obra a que éstos se refieran, debiendo presentarse con tiempo suficiente que permita su revisión y discusión, sin demorar por ello la ejecución de la obra.

Cuando en los dibujos de trabajo entregados al Delegado Residente, éste aprecie que notoriamente existe riesgo para la vida humana, la seguridad del público, o el resto de la obra, el Delegado Residente se lo hará saber por escrito al Contratista, pero esto no releva al Contratista de su responsabilidad legal que en la ejecución y administración de la obra le corresponde.

Los planos del contrato serán complementados con los dibujos de trabajo preparados por el Contratista que fuesen necesarios para controlar el trabajo adecuadamente.

Los dibujos de trabajo para cualquier parte del trabajo permanente deberán incluir, sin limitarse a éstos, dibujos de construcción en fábrica o taller, planos de información específicamente requerida en las especificaciones que deba ser revisada por el Delegado Residente antes de que lleve a cabo cualquier trabajo contemplado en estos planos. Deberán ser entregados al Delegado Residente cinco juegos de dibujos, uno de los cuales será devuelto al Contratista con las anotaciones de las revisiones, si son necesarias. El mismo procedimiento deberá ser aplicado para cualquier acción subsiguiente.

De existir requisitos mínimos de diseño especificados, los dibujos de trabajo serán revisados para que cumplan con dichos requisitos.

No habrá compensación adicional por la entrega de todos los dibujos de trabajo y su costo deberá estar incluido dentro de los renglones de trabajo del contrato.

(c) Requisitos Específicos para Planos de Obra Provisional. El Contratista está obligado a presentar al Delegado Residente planos de obra falsa y construcción temporal tales como, apuntalamiento, formaletas, y obra falsa que el contratista se proponga utilizar. La Estructura Provisional Propuesta debe ser calculada y refrendada por un Ingeniero, y de ser necesario, dependiendo de la complejidad de la misma, por un Ingeniero Estructural. Si se

produjera falla en la obra falsa o en la formaleta u otras estructuras temporales, el Contratista bajo su responsabilidad y a su costa, debe corregir la estructura dañada.

(d) Requisitos Específicos para Estructuras de Acero. Los dibujos de trabajo de fábrica o taller deben contener detalles de montaje y las dimensiones detalladas de todos los elementos, así como la contraflecha y cualquier otra información necesaria para completar la fabricación y montaje de la estructura de acero.

Cualquier sustitución de secciones contempladas en los planos de licitación, debe hacerse cuando el Delegado Residente lo apruebe y en este caso no habrá pago adicional por dicha sustitución. No se deberá de iniciar la fabricación, mientras la aprobación no sea otorgada.

El Contratista deberá entregar al Estado, dos copias de los planos de taller libres de costo.

(e) Conformidad con los Planos y Especificaciones. Todo trabajo efectuado y todos los materiales proporcionados deben estar dentro de las tolerancias permitidas en las líneas, pendientes, secciones transversales, dimensiones y requisitos de materiales mostrados en los planos o indicados en las especificaciones.

Las dimensiones según los planos y los valores especificados en el contrato serán considerados como el objetivo a cumplir según valores de diseño. Los materiales deberán ser de carácter uniforme y estar preferentemente dentro de la media de los límites de tolerancia. El propósito del límite de tolerancia es permitir pequeñas variaciones ocasionales, inevitables por razones prácticas. Cuando se especifica un rango o un máximo o mínimo, la producción, elaboración del material y el desempeño del trabajo, deberán ser controlados en tal forma que el material o el trabajo no resulten predominantemente de calidad o dimensión marginal inferior.

En el caso de que los materiales proporcionados, trabajo realizado, o el producto acabado no estén de conformidad con los planos y especificaciones, y den por resultado un producto inferior o insatisfactorio, dicho trabajo o materiales deben ser removidos y repuestos o de otra forma corregidos por el Contratista a su costo.

105.06 PLANOS FINALES DE LA OBRA CONSTRUIDA. En toda obra que se construya por contrato, debe existir obligatoriamente el renglón 105.06, que cubra la elaboración y actualización por parte del Contratista, de los planos finales de la obra construida. El trabajo cubierto por este renglón, debe estar terminado cuando se inicie la liquidación final de la obra. Conforme se vayan terminando tramos de la obra o fases de la misma, el Contratista elaborará y entregará al Delegado Residente para su revisión y aprobación, los planos finales en original y que tenga terminados, mensualmente, junto con la estimación. Estos planos mostrarán la obra, como fue realmente construida e incluirán los cambios efectuados. Dentro de los 20 días siguientes a su recepción, el Delegado Residente señalará al Contratista las correcciones pertinentes, y si no las hubiere, los firmará, dando su aprobación.

De acuerdo con el tipo de obra, en los planos finales debe indicarse lo siguiente:

(a) Cuando se trate de obras de Terracería y Drenajes: un juego de planos de hojas finales con la información similar a la de los planos originales, con planta y perfil, indicando la rasante o sub-rasante final; la localización exacta de todas las tuberías, indicando diámetro, estación, esviaje y tipo de cabezal; sub-drenajes con sus ramificaciones, mostrando claramente el lugar de salida; entronques; canalizaciones, contracunetas y otros detalles estipulados en las Disposiciones Especiales. Cuando existan monumentos de referencia utilizables, éstos se indicarán en los planos para uso de replanteos futuros; se incluirán también la sección típica final y los planos estándares de cabezales, detalles de drenajes y otros que se estipulen en las Disposiciones Especiales.

(b) Cuando se trate de obras de Estructuras: las cotas reales de cimentación; localización, inclinación y longitud de los pilotes hincados; ubicación final de obras de protección, tales como muros y gaviones; los cambios o sustituciones al acero estructural o de refuerzo y otros datos que se estipulen en las Disposiciones Especiales.

c) En Obras de Pavimentación: los bancos de materiales que realmente se usaron y en qué tramos; la sección típica final; perfil con la rasante definitiva; un diagrama que muestre los diferentes espesores finales de las capas de pavimento; sub-drenajes; las tuberías que haya colocado; muros de retención; señales viales y otros detalles que se estipulen en las Disposiciones Especiales.

Por el trabajo de actualización y elaboración total de los planos finales, se reconocerá pago al Contratista, pudiendo ser por medio de un renglón de contrato basado en suma global o precio unitario. En todo caso debe tomarse en cuenta que el trabajo consiste únicamente en la recolección de datos y dibujo de ingeniería, sin incluir ningún diseño.

El Contratista, para la elaboración de estos planos finales tendrá la colaboración del Delegado Residente en lo que se refiere a información y datos técnicos. La entrega de los planos finales podrá hacerse parcialmente, conforme vayan finalizando los tramos o fases de la obra, y en este caso, el pago también será fraccionado, de conformidad con el sistema de medida que se haya adoptado.

El Ingeniero entregará formalmente el juego completo de planos finales al Departamento Técnico de Ingeniería de la DGC que corresponda, para su debido registro y archivo.

105.07 COORDINACION DE LAS ESPECIFICACIONES GENERALES, PLANOS Y DISPOSICIONES ESPECIALES. Estas Especificaciones Generales, los planos, Disposiciones Especiales y demás documentos que se emitan durante el proceso de la licitación o durante la construcción, forman parte del contrato y cualquier requisito indicado en cualesquiera de éstos, es tan obligatorio como si lo estuviera en todos los demás. Todos los documentos citados, se complementan y su objeto es describir y normar la ejecución de una obra completa.

En caso de discrepancia, las dimensiones acotadas en los planos rigen sobre las dimensiones a escala; los planos rigen sobre las Especificaciones Generales; y las Disposiciones Especiales rigen sobre los planos y sobre las Especificaciones Generales. El contrato rige sobre cualquier otro de los documentos aquí mencionados.

El Contratista no deberá aprovecharse de cualquier error u omisión aparente en los planos o especificaciones y debe dar aviso al Delegado Residente al notar cualquier error, omisión o discrepancia en los planos, Especificaciones Generales o Disposiciones Especiales, para que se resuelva lo procedente.

105.08 COOPERACION DEL CONTRATISTA. El Contratista dará toda su cooperación al Delegado Residente, Ingenieros Auxiliares, Inspectores y otros Contratistas; y programará la ejecución de la obra en un orden tal de actividades, que permita la continuidad de su trabajo e interfiera lo menos posible con construcciones a cargo de otros Contratistas o con servicios públicos en, o cerca de la obra.

105.09 INSPECCION. El Contratista proporcionará al Delegado Residente, a los Ingenieros Auxiliares y a sus Inspectores, las facilidades para que puedan verificar si el trabajo en ejecución y los materiales que se están utilizando, están de acuerdo con los planos y Especificaciones. Tal inspección puede abarcar la totalidad o cualesquiera de las partes del trabajo, incluyendo la preparación y fabricación de los materiales que se usarán.

Si el Delegado Residente lo ordena por escrito, en cualquier momento antes de la aceptación final de la obra, el Contratista descubrirá la parte del trabajo terminado que se le

ordene. Si como resultado de la inspección, el trabajo se encuentra de conformidad con las normas exigidas en las Especificaciones, el Contratista debe restaurar las partes descubiertas y dejarlas como mínimo, con su calidad original. En este caso, se compensará al Contratista por el trabajo de descubrimiento y restauración, emitiendo el documento de cambio correspondiente (OTS y ATE). Si el trabajo inspeccionado no se encuentra de conformidad con las Especificaciones, el descubrimiento y restauración así como la corrección del trabajo defectuoso, se harán a costa del Contratista.

La supervisión por parte de la DGC es permanente y por lo tanto, está obligada a dar dicho servicio a toda hora, día y lugar en que el Contratista lo solicite, y no debe ocasionar ningún retraso en el progreso de la obra. Todo trabajo debe efectuarse con la presencia de la supervisión de la DGC. Cuando el Delegado Residente permita al Contratista, en algunas fases del trabajo, trabajar sin supervisión permanente, el Contratista está obligado a verificar su propia calidad de obra, a reserva de que la Supervisora haga las verificaciones de calidad posteriormente, en la forma que lo considere conveniente. La Supervisora debe de indicar por escrito al Contratista, cualquier contravención a los planos y Especificaciones, que éste cometa. Si el Contratista no corrigiera el procedimiento y persistiera en su actitud, el Delegado Residente podrá ordenar la suspensión del trabajo, y el rechazo de aquel que se haya efectuado en contravención con los planos y Especificaciones. El hecho de que no se rechace durante su ejecución, algún trabajo, no impide en manera alguno su rechazo posterior, si aparece algún defecto imputable al Contratista, ni obligará al Ministerio a su aceptación final.

Cuando una obra esté a cargo de más de un Contratista y uno de ellos encuentre defectos en el trabajo de otro, que pueda afectar el suyo, reportará por escrito tales defectos al Delegado Residente.

A criterio de la DGC, la inspección puede iniciarse en las fábricas o talleres que proveerán al Contratista. Se entiende que tal inspección no exime al Contratista de cualquier responsabilidad por imperfecciones de los materiales que utilice, ni de la necesidad de reemplazarlos, si así lo requiere el Delegado Residente en una inspección posterior. Las muestras necesarias para los análisis de control de calidad, serán proporcionadas por el Contratista, sin costo alguno para la Supervisora.

105.10 INSPECCIONES PARA LAS ESTIMACIONES DEL TRABAJO EFECTUADO. Serán realizadas por el Delegado Residente en la fecha de cierre del periodo estipulado, y sirven de base para las estimaciones periódicas de los pagos parciales.

105.11 APERTURA AL TRANSITO DE SECCIONES DE LA OBRA. La apertura de determinadas secciones de la obra al tránsito antes de la terminación del tiempo contractual, pueden ser deseables desde el punto de vista de servicio, ser necesarias debido a condiciones inherentes a la obra, debido a condiciones que cambien o sucesos imprevistos. El Delegado Residente podrá recomendar a la DGC, la apertura al tránsito público de secciones o partes de la obra ya terminada. En tales casos, la sección terminada del trabajo será inspeccionada por el Delegado Residente, quien a su vez recomendará al Director, a través del Ingeniero, la apertura de la misma para el tránsito público siguiendo el procedimiento de recepción de obra para ese tramo. Asimismo, a este tramo, se le dará el tratamiento en lo relativo al mantenimiento de un tramo terminado.

El Contratista será responsable por los daños que pudieran ser ocasionados por trabajos defectuosos o por incumplimiento con los planos, Especificaciones o el Contrato, salvo que, los daños hallan ocurrido por cambios de diseño ordenados por la Supervisora que no sean imputables al Contratista.

105.12 LIMPIEZA FINAL DEL DERECHO DE VIA. Al finalizar cada sección o parte de la obra y antes de que ésta sea aceptada por la Comisión Receptora, el Contratista limpiará y retirará del Derecho de Vía y propiedades adyacentes, todas las obras provisionales, equipo,

material sobrante o descartado, basura y armazones temporales; restaurará en una forma aceptable toda propiedad, ya sea pública o privada, que haya dañado durante la ejecución del trabajo; dejará todas las vías fluviales sin obstrucciones causadas por la construcción, la carretera limpia y en condiciones presentables en toda la extensión de la sección o parte a recibirse. No será permitido colocar materiales de cualquier naturaleza, desechos o equipo en las propiedades colindantes, sin el consentimiento de los propietarios.

En caso de recibirse tramos parciales de la obra, sobre estos tramos se hará limpieza que se tomará como limpieza final. Se dejará constancia por escrito de este hecho. Si la Comisión Receptora y Liquidadora de la obra completa ordenara una nueva limpieza del tramo previamente recibido, estos trabajos le serán pagados al Contratista como trabajos por Administración.

105.13 INSPECCION Y RECEPCION FINALES. Cuando en las Disposiciones Especiales, o en el Contrato se indique, o así convenga a los intereses del Estado, las partes de la obra pueden recibirse separadamente. Esto es con la finalidad de que se pueda hacer la recepción y liquidación finales de cada sección o parte de la obra.

Para la recepción final de la obra, o de cada sección o parte de la misma, cuando así se estipule en las bases de licitación y en el Contrato Administrativo, el Contratista dará aviso por escrito al Delegado Residente cuando la obra, sección o parte de ésta esté terminada, debiendo el Delegado Residente iniciar la inspección de la misma, dentro de los días hábiles que fija la ley, siguientes a la fecha en que reciba el aviso; y si los trabajos están efectuados a su satisfacción, rendirá un informe pormenorizado al Ingeniero. Si durante la inspección comprueba que hay partes del trabajo que no se ajustan a los planos y Especificaciones, notificará por escrito al Contratista sobre los defectos existentes con el fin de que éste proceda a corregirlos. Al estar satisfechos sus requisitos, rendirá un informe pormenorizado al Ingeniero.

La DGC, nombrará una Comisión Receptora para la inspección y recepción definitiva de la obra, de la sección o parte, según el caso, la que también tiene la calidad de Liquidadora. Estará integrada con los miembros que la DGC considere necesarios, incluyendo al Ingeniero; y procederá a efectuar la inspección y recepción finales, dentro del plazo legal.

El Delegado Residente, aunque no forme parte de la Comisión Receptora, debe colaborar con ella acompañándola en su recorrido de inspección, proporcionándole toda la información y documentación que le sean solicitadas.

Si la Comisión Receptora comprueba que los trabajos están efectuados satisfactoriamente, suscribirá el acta de recepción final de la obra o parte a recibirse; y en caso contrario hará constar en la misma, las correcciones o trabajos que deba efectuar el Contratista y demás indicaciones necesarias. Al recibir la Comisión el aviso por escrito del Delegado Residente de encontrarse satisfechos sus requerimientos, ésta suscribirá el acta correspondiente. La fecha de la recepción definitiva de la obra, será la de cierre de la última acta. El o los períodos comprendidos entre la fecha de recepción del aviso por escrito del Contratista, de que la obra está terminada, y la fecha en que éste reciba el pliego de indicaciones por escrito o certificación del acta donde consten las correcciones que deba efectuar, no se tomarán en cuenta para el cómputo del plazo de terminación de la obra.

El Contratista no deberá efectuar nueva limpieza de la obra, si la Comisión Receptora no efectúa la revisión final dentro del plazo estipulado por la Ley.

Cuando la Comisión Receptora ordene correcciones o ejecutar trabajos adicionales, no previstos en el contrato, o por causas no imputables al Contratista, se hará constar en acta:

- (a) Las correcciones o trabajos extra que debe efectuar el Contratista.

- (b) El tiempo a emplearse.
- (c) Si el tiempo para ejecutar los trabajos se incluyen dentro del plazo contractual o si procede conceder tiempo adicional para ejecutarlo.
- (d) La forma de pago al Contratista para la ejecución de los trabajos, fijando un plazo razonable de acuerdo a la complejidad de los trabajos.

105.14 LIQUIDACION FINAL. La Comisión Receptora, que es la misma Liquidadora, efectuará la liquidación final de la obra, de la sección o parte de la misma. La liquidación debe quedar terminada, debidamente firmada y aprobada, dentro del plazo que estipula la ley, contado a partir de la fecha de recepción definitiva de la obra. En esta etapa, la Comisión debe incluir al Delegado Residente y a un Auditor de la DGC.

SECCION 106 CONTROL DE MATERIALES

- 106.01 Fuentes de Abastecimiento y Requisitos de Calidad.
- 106.02 Administración de Fuentes de Materiales.
- 106.03 Materiales Importados.
- 106.04 Pruebas de Materiales.
- 106.05 Almacenamiento de Materiales.
- 106.06 Bancos de Materiales.

106.01 FUENTES DE ABASTECIMIENTO Y REQUISITOS DE CALIDAD. El Contratista es responsable de la calidad de los materiales que se utilicen en la obra. Con ese propósito debe, a su costa, analizar las muestras representativas de los materiales, de acuerdo con los métodos que se indican en estas Especificaciones, u obtener los certificados del productor del material de que se trate, para someterlos con la suficiente anticipación, al conocimiento y aprobación del Delegado Residente. En cualquier momento o cuando el Delegado Residente considere necesario verificar los análisis, tomará conjuntamente con el Contratista, quien las suministrará a su costa, las muestras representativas del tipo y cantidad prescritos en cada caso, para tal fin. El Delegado Residente puede, a su juicio, aceptar el o los certificados respectivos en vez de hacer los análisis.

A menos que se indique lo contrario, todos los materiales utilizados en la obra serán provistos por el Contratista de fuentes de su elección. El Contratista notificará al Delegado Residente sobre las fuentes de materiales propuestas, lo más pronto posible para así facilitar la inspección y prueba de los materiales. Cuando las fuentes de abastecimiento para materiales previamente aprobadas no suministren productos uniformes y satisfactorios, o si el producto de cualquier fuente resulta ser inaceptable en cualquier momento, el Contratista deberá proveer materiales de otras fuentes.

A excepción de las fuentes operadas comercialmente, no se realizará ningún trabajo en la fuente hasta que haya un plan de desarrollo de la misma aprobado por escrito por el Delegado Residente.

Las fuentes de materiales locales pueden ser mostradas en los planos y descritas en las Disposiciones Especiales. La calidad del material en dichos depósitos será generalmente aceptable previa confirmación de la Supervisora, pero el Contratista será responsable de la determinación de la cantidad y el tipo de equipo y trabajo requerido para producir un material que cumpla con las especificaciones dadas. Se debe entender que no es factible predecir el comportamiento de la totalidad de la fuente por un número limitado de muestras y variaciones en los valores obtenidos serán normales y han de esperarse. El Delegado Residente podrá ordenar una selección especial de material de una porción dada de la fuente y podrá rechazar cualquier porción de la fuente por inaceptable.

A menos que se indique lo contrario, no se harán pagos directos para el desarrollo, preparación, control de erosión y restauración de fuentes de material o áreas y sitios de trabajo relacionados.

Las fuentes seleccionadas por el Contratista deberán estar en acuerdo con los siguientes requerimientos que apliquen:

- (a) Cuando el Contratista elige utilizar material de fuentes fuera de las marcadas por el Estado en los planos y descritas en las Disposiciones Especiales, el Contratista será responsable de determinar si los materiales de las fuentes seleccionadas están de acuerdo con los requerimientos de calidad del contrato.

(b) El Contratista deberá adquirir los derechos necesarios para tomar materiales de la fuente y serán a su cargo todos los costos relacionados: el derecho de explotación, licencias y tasas municipales, exploración, control de erosión y restauración.

(c) Cuando no haya fuentes designadas por El Estado, el Contratista será responsable de adquirir una fuente, determinar la calidad y cantidad de material y determinar la cantidad y tipo de equipo y trabajo necesario para producirlo.

La aprobación para el uso de material proveniente de fuentes seleccionadas por el Contratista dependerá de que éste provea al Delegado Residente evidencia satisfactoria tal como informes de pruebas de laboratorio y datos históricos sobre su comportamiento, si hay disponibles, que indiquen que la calidad del material es aceptable y será producida de la fuente. Sin embargo, el Delegado Residente podrá, durante la producción, obtener muestras para analizar y verificar la calidad del material y asegurar su conformidad con las especificaciones aplicables.

Si los resultados de las pruebas que ordene el Delegado Residente demuestran que los materiales no satisfacen los requerimientos de calidad, al Contratista no le será permitido incorporar ninguno de éstos materiales en el proyecto. El Contratista deberá cargar con todos los costos asociados con disponer de los materiales y proveer otras fuentes.

La inspección puede hacerse en los lugares de fabricación o producción de los materiales, para lo cual el Inspector tendrá libre acceso a aquellas partes de la planta dedicada a la fabricación o producción de los materiales con destino a la obra, y el Contratista debe proporcionarle los medios necesarios para la obtención de las muestras, a efecto de verificar si los materiales se ajustan a los requisitos de estas Especificaciones.

Las muestras de cada fuente de abastecimiento deben llevar una etiqueta con la siguiente información: nombre de la obra, uso que se le dará al material, nombre del productor, cantidad de la cual la muestra es representativa, fecha en que se obtuvo la misma y cualquier otra información pertinente al material o producto.

106.02 ADMINISTRACION DE FUENTES DE MATERIALES. Excepto de fuentes comerciales, las operaciones en una fuente de material deberán ser conducidas por el Contratista de acuerdo a los siguientes requerimientos:

(a) El Contratista tiene que controlar las operaciones antes, durante y después de la explotación en las áreas de trabajo, canteras, taludes y bancos de préstamo a efecto de que la erosión sea minimizada y el sedimento no entre a los arroyos u otros cuerpos de agua. Las fuentes de materiales deben ser explotadas, de preferencia, en terrazas.

Se puede requerir la separación de áreas con diques u otras barreras, el tratamiento de contaminantes mediante filtración, la construcción de depósitos de sedimentación, u otros medios aprobados.

(b) Para la explotación de lechos de ríos se deberá cumplir con lo indicado en las Disposiciones Especiales al respecto, incluyendo la normativa de la Dirección de Minería en la cual indica la forma de intervención y restauración del lecho, así como los posibles efectos y medidas de mitigación aguas arriba y aguas abajo.

(c) El agua del lavado de agregados u otras operaciones que produzcan sedimentos, tiene que ser tratada para evitar que los mismos se derramen en vertientes mediante filtración, charcas de sedimentación u otros medios que reduzcan el contenido de sedimento a no más de aquel que tenga el arroyo o lago en el cual se descargue.

(d) Todas las áreas de fuentes de material, de desperdicios o de disposición, tienen que ser localizadas de manera que no derramen sobre la carretera ni se deposite el agua ni permanezca estancada, proveyendo un drenaje adecuado. Deben ser explotadas, de manera que, en lo posible, no sean visibles desde ninguna carretera pública.

(e) Se requiere que para la restauración de las fuentes de materiales, la capa superior del suelo se quite y se almacene para utilizarse luego en la formación y restauración del lugar. Después que la fuente ha servido su propósito, todo el material de desecho almacenado fuera de la misma, en lo posible, será devuelto a ésta. La fuente tiene que ser formada en declives y recortada con la pendiente natural del terreno a manera de favorecer el drenaje natural. El material de capa superior del suelo almacenado tiene que ser, entonces, esparcido uniformemente sobre los costados y fondo de la fuente. La restauración final tiene que incluir el establecimiento de una cubierta vegetal u otros tratamientos necesarios que adecuarán el sitio de la fuente con el área circundante.

106.03 MATERIALES IMPORTADOS. Los materiales importados que deban ser incorporados a la obra, deben de venir amparados por un Certificado de Calidad del Fabricante. Adicionalmente el Fabricante deberá proporcionar al Contratista los resultados de los ensayos hechos en fábrica, identificando claramente el lote del material de que se trate.

El Certificado de Calidad debe venir firmado y autenticado por el fabricante del material o de las piezas ensambladas y debe estipular que todos los materiales incorporados cumplen con todos los requisitos de calidad especificados.

El Delegado Residente podrá muestrear y hacer los ensayos del material aún cuando éste venga amparado de un certificado de calidad. El hecho de que un material ó equipo o ensamble de piezas venga amparado por un certificado de calidad, no releva al Contratista de su responsabilidad de la calidad del material que propone incorporar a la obra.

La Dirección General de Caminos se reserva el derecho de rechazar el uso de un material sobre la base de un certificado de calidad. Si éste fuera el caso, el Contratista deberá proveer las facilidades y efectuar los arreglos para los ensayos a efectuarse en un laboratorio independiente en Guatemala, o fuera de Guatemala, aprobado por el Ingeniero.

Todos los documentos relativos a la importación de materiales; incluyendo pero no limitándose a la correspondencia, documentos de oferta, planos de trabajo y datos deberán estar escritos en idioma español y todos los datos numéricos deberán utilizar el sistema métrico.

106.04 PRUEBAS DE MATERIALES. Todos los materiales están sujetos a inspección, muestreo, pruebas, repetición de pruebas y rechazo, en cualquier momento antes de la aceptación del trabajo.

Cuando el Contratista, bajo su riesgo use materiales que no han sido aprobados, lo hará bajo su responsabilidad; pero si se encuentra que estos son inaceptables, no serán pagados y tienen que ser removidos a expensas del Contratista.

Cuando se haga referencia en las bases o en el contrato a una especificación o método de ensayo, la referencia tiene que indicar la especificación o método de ensayo que esté en vigencia al momento de la presentación de la oferta.

Las muestras para aprobar los materiales tienen que ser tomadas por el Contratista, utilizando un instrumento de ensayo aprobado bajo la supervisión del Delegado Residente, y en el momento o intervalo que se le indique. En todo momento durante el transcurso del trabajo, el Contratista tiene que mantener personal adecuado para tomar las muestras ordenadas por el Delegado Residente.

106.05 ALMACENAMIENTO DE MATERIALES. Los materiales tienen que ser almacenados de manera que se asegure la conservación de sus cualidades y aptitudes para la obra. Aún cuando hayan sido aprobados antes de ser almacenados, pueden ser nuevamente inspeccionados. Tienen que ser localizados de modo que se facilite su rápida inspección.

Partes aprobadas de la servidumbre de paso ó el derecho de vía pueden ser utilizadas para propósitos de almacenaje y para la instalación de planta y equipo del Contratista, pero cualquier espacio adicional que se necesite para tales fines tiene que ser provisto por el Contratista sin costo alguno al Estado.

El Contratista deberá obtener un permiso escrito del propietario o arrendatario para poder usar la propiedad privada para almacenamiento de materiales o para instalaciones de las plantas. Cuando se requiera, se tiene que entregar una copia al Delegado Residente.

Todas las áreas de almacenamiento temporales e instalaciones de la planta tienen que ser restauradas a su estado original por el Contratista de una manera aceptable al Delegado Residente y sin costo alguno al Estado.

106.06 BANCOS DE MATERIALES. El Estado no adquirirá ningún banco de material. A solicitud del Contratista, la DGC gestionará conjuntamente con él, la obtención de los bancos de materiales, ya sea que estén o no designados en los planos y/o Disposiciones Especiales, así como los derechos necesarios para su explotación y hacer uso de la propiedad para la instalación de las plantas, caminos de acarreo y otros fines.

Los bancos indicados en los planos y/o descritos en las Disposiciones Especiales, son los que el Estado estima como posibles fuentes de materiales a usarse en los trabajos. La información, muestras y pruebas relacionadas con los análisis de los materiales, pueden ser consultados por los interesados en la sección técnica que corresponda de la DGC.

Ya sea que el Contratista decida usar los bancos indicados en los planos y/o descritos en las Disposiciones Especiales, u opte por usar bancos diferentes, debe previamente efectuar todas las pruebas de laboratorio necesarias a efecto de someterlas, con suficiente anticipación a su uso, a la consideración del Delegado Residente y que éste apruebe los bancos propuestos por el Contratista. Estos nuevos bancos deberán cumplir con las Disposiciones Ambientales.

El Contratista debe determinar por su cuenta, el equipo y trabajo necesarios para obtener un producto acabado y uniforme, que llene los requisitos de las Especificaciones y si fuere necesario debe sin costo adicional, mezclarlo con otros materiales. Como no es factible obtener de las muestras, datos exactos del deposito completo, el Delegado Residente puede ordenar la obtención del material de sólo una parte del banco, rechazando el resto del mismo por inaceptable. El Estado no será responsable de la utilización real del material.

Al finalizarse la extracción de material de cualquier banco, el Contratista debe de presentar al Delegado Residente una certificación extendida por la DGA en la que haga constar que dejó el banco o cantera en condiciones ambientales satisfactorias, así como que cumplió debidamente con los requisitos del permiso para su utilización y que exime al Estado de todo reclamo, por este concepto.

SECCION 106 - ANEXO 1 ACEPTACION DEL TRABAJO POR MEDIO DE EVALUACIÓN ESTADISTICA.

106.01-A	Cumplimiento de los Requerimientos Contractuales.
106.02-A	Inspección.
106.03-A	Certificación.
106.04-A	Conformidad con la Medida, Prueba o Ensayo.
106.05-A	Evaluación Estadística del Trabajo y Determinación del Factor de Pago (Valor del Trabajo).
106.06-A	Inspección en la Planta.

106.01-A CUMPLIMIENTO DE LOS REQUERIMIENTOS CONTRACTUALES. Las referencias hechas a los métodos estándar para ensayos de la AASHTO, ASTM, GSA y otras autoridades estándares reconocidas se refieren a los métodos vigentes en la fecha en que se presentaron las ofertas.

El trabajo se debe ejecutar de acuerdo con los requerimientos contractuales. Se deben realizar todos los trabajos dentro del alineamiento, niveles, secciones transversales, dimensiones y procesos o requerimientos de materiales mostrados en los planos o especificados en el contrato.

Las dimensiones indicadas en los planos y los valores especificados en el contrato son los valores a ser considerados y a ser alcanzados como valores de diseño a partir de los cuales se medirán las desviaciones permisibles. El trabajo se debe ejecutar proveyendo materiales que sean uniformes y que estén razonablemente cercanos a los valores prescritos o dentro del rango de tolerancias especificado. El propósito de establecer un rango de tolerancias es el de acomodar las pequeñas variaciones ocasionales de la zona correspondiente a la media y que no pueden ser evitadas por razones prácticas.

El Estado podrá inspeccionar, muestrear o ensayar todo el trabajo en cualquier momento antes de la aceptación final del proyecto. Cuando el Estado es el encargado de realizar los ensayos sobre el trabajo, se le deberá suministrar una copia de los resultados de los ensayos al Contratista, si éste la requiere. Los ensayos ejecutados por el Estado no necesariamente deberán ser ejecutados en el sitio del proyecto, pero sí en presencia de un Delegado del Contratista. Si el Contratista ejecuta los ensayos y éstos son verificados con los ensayos ejecutados por el Estado, los resultados de los ensayos ejecutados por el Contratista podrán ser utilizados por el Estado para evaluar el trabajo y determinar su aceptación. No se deberá contar con la disponibilidad de los resultados ejecutados por el Estado para llevar un control de los procesos.

El trabajo aceptado conforme al contrato será pagado al precio unitario contractual. A continuación, en 106.02-A a 106.05-A inclusive, se indican cuatro métodos para determinar la conformidad y la aceptación del trabajo. Sin embargo, el trabajo podrá ser rechazado en cualquier momento en el que se determine, por cualquiera de los métodos, que éste no cumple con el contrato.

El trabajo se debe remover y reemplazar cuando no cumpla con el contrato o, cuando no existan requerimientos específicos en el contrato, con los estándares prevalecientes en la industria. El trabajo lo ejecutará el Contratista sin ningún costo adicional al Estado.

Como alternativa a la remoción y al reemplazo, el Contratista podrá presentar una solicitud escrita para que el trabajo sea aceptado a un precio reducido de acuerdo a los casos específicos que se detallan en las especificaciones y a el factor de pago correspondiente ó se le otorgue permiso para ejecutar las medidas correctivas necesarias para que el trabajo esté en

conformidad con lo estipulado.

La solicitud deberá contener una exposición razonada y se deberá adjuntar la documentación necesaria. Se deberá incluir referencias o datos que justifiquen la propuesta basados en una evaluación de los resultados de los ensayos, efecto sobre la vida de servicio, valor del material o del trabajo, calidad y otras bases tangibles de ingeniería. El Delegado Residente deberá tomar la decisión sobre el trabajo inconforme.

Cuando se especifique el uso de elementos de fabricación estándar (tales como cercas, alambre, planchas, formaletas, tuberías, etc.) que estén identificadas por calibre, por unidad de masa, dimensiones de la unidad, etc., la identificación será considerada como la unidad de masa o de dimensión. A menos que en el contrato se especifiquen las tolerancias permisibles, se podrán aceptar las tolerancias establecidas por el fabricante.

106.02-A INSPECCION. La aceptación se basará en la inspección del trabajo para establecer si cumple con el contrato y con los estándares que prevalecen en la industria.

106.03-A CERTIFICACIÓN. Para materiales fabricados fuera del sitio del proyecto, el fabricante debe estar certificado por las ISO 9,000, o por un sistema efectivo de inspección y ensayo. Se deberá requerir del fabricante que identifique claramente el material o el envoltorio del producto con una identificación o especificación estándar de la cual es producida.

El material que sea aceptado por certificación puede ser muestreado y ensayado en cualquier momento. Si se encontrase que no responde al especificado en el contrato, el material será rechazado aún cuando ya haya sido colocado en el sitio de la obra.

A continuación se enumeran algunas de las certificaciones que pueden ser utilizadas:

(a) Certificación de Producción. Materiales que requieran de una certificación de producción, esa identificada por la sub-sección de aceptación de cada sección. Se requerirá de cada fabricante la certificación de cada envío de material o producto. Con cada certificado de producción se incluirá lo siguiente:

- (1) Lugar y fecha de producción.
- (2) Resultados de los ensayos efectuados sobre material del mismo lote, y documentación que identifique el sistema de inspección y ensayo.
- (3) Número de lote o alguna otra referencia para efectuar una referencia cruzada a la inspección del fabricante y al sistema de ensayo.
- (4) Una declaración del fabricante en la que se consta que los materiales responden a los requerimientos contractuales.
- (5) La firma del fabricante o algún medio alternativo que demuestre respaldo a la certificación.

(b) Certificación Comercial. Cuando una certificación es requerida, pero no una certificación de producción, se solicitará una certificación comercial para todo material similar de un mismo productor.

La certificación comercial es una representación del Contratista o del Productor, que el material responde a los requerimientos contractuales. La representación puede mostrarse por medio de catálogos informativos, especificaciones estándar estampadas, etiquetas o certificaciones del productor que indiquen que el material es producido para un nivel comercial o especificación.

106.04-A CONFORMIDAD CON LA MEDIDA, PRUEBA O ENSAYO. Se deberá proveer toda la información sobre la producción, los procesos y los controles necesarios del trabajo para que todo el trabajo pueda ser aceptado dentro de los requerimientos contractuales.

Los resultados de inspecciones, ensayos o pruebas deberán incluir valores dentro de las tolerancias o de los límites especificados. Cuando no se haya definido ningún valor de tolerancias en el contrato, el trabajo será aceptado basándose en las tolerancias comunes en esos procesos de fabricación o construcción.

106.05-A EVALUACION ESTADISTICA DEL TRABAJO Y DETERMINACION DEL FACTOR DE PAGO (VALOR DEL TRABAJO). La evaluación estadística del trabajo es un método para analizar la inspección o los resultados de los ensayos y determinar su conformidad con los requerimientos contractuales. El trabajo será aceptado como se describe a continuación.

(a) General. Para el trabajo evaluado con una base estadística ambos, el Estado y el Contratista, asumen un riesgo. El riesgo del Estado es la probabilidad de que un trabajo con un nivel de calidad de rechazo sea aceptado. El riesgo del Contratista es la probabilidad de que un trabajo producido con un Nivel de Calidad Aceptable (NCA) sea rechazado o aceptado a un precio contractual reducido.

El nivel de calidad aceptable es el porcentaje de trabajo más alto fuera de los límites especificados que es considerado aceptable para pago al precio contractual. Existen dos categorías; la Categoría 1 se basa en un NCA de 5%. La Categoría 2 se basa en un NCA de 10%. En ambos casos el riesgo del Contratista es del 5%.

Como un incentivo para producir un trabajo de calidad uniforme y para compensar el riesgo del Contratista, se podrá obtener, bajo ciertas condiciones, un pago final mayor al precio contractual. Las características de calidad a ser evaluadas, el tamaño del lote, la frecuencia de muestreo, los métodos de ensayo, los límites especificados y las categorías son las siguientes:

(1) Características de Calidad. Las características de calidad a ser evaluadas deben estar enumeradas, para cada renglón, en las Disposiciones Especiales.

(2) Tamaño del lote. El lote es una cantidad discreta de trabajo a la cual se le aplicarán los procedimientos de la evaluación estadística. Un lote normalmente representa la cantidad total de trabajo producido. Podrá seleccionarse más de un lote si ocurren cambios en los valores que se desean alcanzar, en las fuentes de materiales o en las fórmulas para la mezcla de materiales. Dichos cambios deben ser sometidos, por escrito, para su aprobación. Los ajustes requeridos deberán efectuarse según lo indicado en el inciso (b).

(3) Frecuencia de muestreo. La frecuencia de muestreo será indicada en las Disposiciones Especiales. Normalmente el número mínimo requerido de muestras para ejecutar la evaluación estadística para efectuar un análisis es de un mínimo de 5. El factor de pago máximo que se puede obtener con 5 muestras es de 1.01. Se requiere de un mínimo de 8 muestras para obtener un factor de pago máximo de 1.05.

Si la frecuencia de muestreo y la cantidad de trabajo dan como resultado menos de 8 muestras, se requerirá una solicitud escrita para incrementar la frecuencia de muestreo para proveer un mínimo de 8 muestras. Se deberá suministrar dicha solicitud por lo menos 48 horas antes de iniciar la producción. Un incremento en la frecuencia de muestreo puede dar como resultado un factor de pago reducido.

(4) Ubicación de los puntos de muestreo. Los puntos de muestreo serán los descritos en las Disposiciones Especiales. La ubicación exacta de los puntos de muestreo será especificada por el Delegado Residente basado en números aleatorios.

(5) Métodos de ensayo. Los métodos de ensayo a ser utilizados para ensayar las muestras serán indicados en las Disposiciones Especiales.

(6) Límites especificados. Los límites especificados para las características de calidad serán los indicados en las Disposiciones Especiales para cada actividad y/o trabajo.

(7) Categoría. La categoría para las características de calidad a ser analizadas será la indicada en las Disposiciones Especiales.

(b) Aceptación. El trabajo representado por el lote será pagado con un factor de pago final cuando se hayan completado y evaluado todos los resultados de los ensayos y efectuado la inspección.

Antes de determinar el factor de pago final, el trabajo podrá ser incorporado al proyecto siempre y cuando los factores de pago ya calculados no sean menores que 0.90. Si se concluye un lote con menos de 5 muestras, el material será evaluado de acuerdo con lo indicado en 106.04-A.

Si el factor de pago actual de un lote es menor que 0.90, se deberá suspender la producción. La producción podrá reanudarse cuando el Contratista tome acciones efectivas y aceptables para mejorar la calidad de la producción. Si se determina que la reanudación de la producción implica un cambio significativo en el proceso de producción, el lote ya producido será eliminado y se seleccionará un nuevo lote.

Un lote que contenga un porcentaje insatisfactorio de material no especificado (un factor de pago menor que 1.00) será aceptado si el factor de pago más bajo no cae dentro del área de rechazo de la Tabla 106-2.

Un lote que contenga un porcentaje insatisfactorio de material no especificado con el factor de pago más bajo ubicado en el área de rechazo de la Tabla 106-2 será rechazado. En ese caso, se deberá remover del trabajo todo el material rechazado.

Cuando sea aprobado, se le permitirá al Contratista remover voluntariamente el material defectuoso y reemplazarlo con nuevo material para evitar o minimizar un factor de pago menor que 1.00. El nuevo material deberá ser muestreado, ensayado y evaluado de acuerdo con lo indicado en esta subsección.

Cualquier cantidad de material que se ha determinado defectuosa podrá ser rechazada basado en la inspección visual o en los resultados de los ensayos. No se deberá incorporar al trabajo el material rechazado. Los resultados de los ensayos efectuados sobre el material rechazado serán excluidos del lote.

(c) Evaluación estadística. El método Variable-Incógnita / Desviación Estándar será utilizado para determinar el porcentaje estimado del lote que está fuera de los límites especificados.

El número de cifras significativas a utilizar en los cálculos estará de acuerdo con lo indicado en la norma AASHTO R 11, método absoluto.

El porcentaje estimado de trabajo que esté afuera de los límites especificados para cada característica de calidad será determinado como sigue:

- (1) Calcular la media aritmética (\bar{X}) de los valores de los ensayos:

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{n}$$

Donde: \sum = sumatoria de
 x = valor individual de cada ensayo
 n = número total de ensayos

(2) Calcular la desviación estándar (s):

$$s = \sqrt{\frac{n\sum(x^2) - (\sum x)^2}{n(n-1)}}$$

Donde: $\sum(x^2)$ = sumatoria de los valores individuales, cada uno elevado al cuadrado
 $(\sum x)^2$ = sumatoria de los valores individuales elevada al cuadrado

(3) Calcular el índice de calidad superior (Q_U):

$$Q_U = \frac{USL - \bar{X}}{s}$$

Donde: USL = límite superior especificado

Nota: El USL es igual al límite especificado en el contrato o al valor a ser alcanzado menos la desviación permisible.

(4) Calcular el índice de calidad inferior (Q_L):

$$Q_L = \frac{\bar{X} - LSL}{s}$$

Donde: LSL = límite inferior especificado

Nota: El LSL es igual al límite especificado en el contrato o al valor a ser alcanzado menos la desviación permisible.

(5) Determinar P_U (el porcentaje de trabajo que se estima estará afuera del USL) de la Tabla 106-1. El P_U corresponde a un Q_U dado. Si no se especificó un USL, P_U es igual a 0.

(6) Determinar P_L (el porcentaje de trabajo dentro del lote que se estima estará afuera del LSL) de la Tabla 106-1. El P_L corresponde a un Q_L dado. Si no se especificó un LSL, P_L es igual a 0.

(7) Calcular el porcentaje total estimado de trabajo fuera del USL y del LSL (porcentaje defectuoso)

$$P_U + P_L$$

(8) Repetir los pasos 1 a 7 para cada característica de calidad que requiera de evaluación estadística.

(d) Determinación del factor de pago (valor del trabajo):

(1) Determinar el factor de pago para cada característica de calidad de la Tabla 106-2, utilizando el número total de ensayos y el porcentaje total estimado fuera de los límites especificados obtenido en el paso (c)(7).

(2) Cuando todas las características de calidad para un lote pertenezcan a la Categoría 1, el factor de pago por el lote estará basado en el factor de pago individual más bajo para cualquier característica de calidad con Categoría 1. El factor de pago máximo que puede obtenerse es de 1.05 (con un mínimo de 8 valores de ensayo).

(3) Cuando las características de calidad pertenecen a ambas Categorías 1 y 2, el factor de pago se basará en lo siguiente:

a) Cuando todas las características de calidad con Categoría 2 sean iguales a 1.00, el pago por el lote se basará en el factor de pago individual mínimo para todas las características con Categoría 1. El factor de pago máximo que puede obtenerse es de 1.05 (con un mínimo de 8 valores de ensayo).

b) Cuando cualquier característica de calidad con Categoría 2 sea menor que 1.00, el pago por el lote se basará en el factor de pago individual mínimo para cualquier característica de calidad.

Cuando todas las características de calidad del lote pertenezcan a la Categoría 2, el pago por el lote se basará en el factor de pago individual mínimo para cualquier característica de calidad con Categoría 2. El factor de pago máximo que puede obtenerse es de 1.00.

El pago ajustado por el material que compone un lote se hará a un precio determinado al multiplicar el precio unitario contractual por el factor de pago para el lote determinado como antes se indicó.

106.06-A INSPECCIÓN EN LA PLANTA. El trabajo podrá ser inspeccionado en la planta de producción o fabricación. Las plantas manufactureras serán revisadas para comprobar que responden a los métodos de producción especificados. Las muestras de materiales pueden obtenerse para ser ensayados en el laboratorio para su verificación en cuanto a su respuesta a los requerimientos de calidad. Por lo tanto, el Contratista permitirá un libre acceso a todas las secciones de la planta de producción.

Tabla 106-1
Porcentaje de Trabajo Estimado Fuera de los Límites Especificados

Porcentaje estimado fuera de los límites especificados (P_U y/o P_L)	Índice Superior de Calidad o Índice Inferior de Calidad						
	n=5	n=6	n=7	n=8	n=9	n=10 a n=11	n=12 a n=14
0	1.72	1.88	1.99	2.07	2.13	2.20	2.28
1	1.64	1.75	1.82	1.88	1.91	1.96	2.01
2	1.58	1.66	1.72	1.75	1.78	1.81	1.84
3	1.52	1.59	1.63	1.66	1.68	1.72	1.73
4	1.47	1.52	1.56	1.58	1.60	1.62	1.64
5	1.42	1.47	1.49	1.51	1.52	1.54	1.55
6	1.38	1.41	1.43	1.45	1.46	1.47	1.48
7	1.33	1.36	1.38	1.39	1.40	1.41	1.41
8	1.29	1.31	1.33	1.33	1.34	1.35	1.35
9	1.25	1.27	1.28	1.28	1.29	1.29	1.30
10	1.21	1.23	1.23	1.24	1.24	1.24	1.25
11	1.18	1.18	1.19	1.19	1.19	1.19	1.20
12	1.14	1.14	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15
13	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.11
14	1.07	1.07	1.07	1.06	1.06	1.06	1.06
15	1.03	1.03	1.03	1.03	1.02	1.02	1.02
16	1.00	0.99	0.99	0.99	0.99	0.98	0.98
17	0.97	0.96	0.95	0.95	0.95	0.95	0.94
18	0.93	0.92	0.92	0.92	0.91	0.91	0.91
19	0.90	0.89	0.88	0.88	0.88	0.87	0.87
20	0.87	0.86	0.85	0.85	0.84	0.84	0.84
21	0.84	0.82	0.82	0.81	0.81	0.81	0.80
22	0.81	0.79	0.79	0.78	0.78	0.77	0.77
23	0.77	0.76	0.75	0.75	0.74	0.74	0.74
24	0.74	0.73	0.72	0.72	0.71	0.71	0.70
25	0.71	0.70	0.69	0.69	0.68	0.68	0.67
26	0.68	0.67	0.67	0.65	0.65	0.65	0.64
27	0.65	0.64	0.63	0.62	0.62	0.62	0.61
28	0.62	0.61	0.60	0.59	0.59	0.59	0.58
29	0.59	0.58	0.57	0.57	0.56	0.56	0.55
30	0.56	0.55	0.54	0.54	0.53	0.53	0.52
31	0.53	0.52	0.51	0.51	0.50	0.50	0.50
32	0.50	0.49	0.48	0.48	0.48	0.47	0.47
33	0.47	0.46	0.45	0.45	0.45	0.44	0.44
34	0.45	0.43	0.43	0.42	0.42	0.42	0.41
35	0.42	0.40	0.40	0.39	0.39	0.39	0.38
36	0.39	0.38	0.37	0.37	0.36	0.36	0.36
37	0.36	0.35	0.34	0.34	0.34	0.33	0.33
38	0.33	0.32	0.32	0.31	0.31	0.31	0.30
39	0.30	0.30	0.29	0.28	0.28	0.28	0.28
40	0.28	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
41	0.25	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23
42	0.23	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
43	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18
44	0.16	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
45	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13
46	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
47	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
48	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
49	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Nota: Si el Valor de Q_U o Q_L no corresponde a un valor en la tabla, utilizar el valor de Q más bajo que le sigue. Si Q_U o Q_L son valores negativos, P_U ó P_L es igual a 100 menos el valor de la tabla para P_U ó P_L .

Tabla 106-1 (continuación)
 Porcentaje de Trabajo Estimado Fuera de los Límites Especificados

Porcentaje estimado fuera de los límites especificados (P _U and/or P _L)	Índice Superior de Calidad o Índice Inferior de Calidad					
	n=15	n=18	n=23	n=30	n=43	n=67
	a n=17	a n=22	a n=29	a n=42	a n=66	a n=∞
0	2.34	2.39	2.44	2.48	2.51	2.56
1	2.04	2.07	2.09	2.12	2.14	2.16
2	1.87	1.89	1.91	1.93	1.94	1.95
3	1.75	1.76	1.78	1.79	1.80	1.81
4	1.65	1.66	1.67	1.68	1.68	1.70
5	1.56	1.57	1.58	1.59	1.59	1.60
6	1.49	1.50	1.50	1.51	1.51	1.52
7	1.42	1.43	1.43	1.44	1.44	1.44
8	1.36	1.36	1.37	1.37	1.37	1.38
9	1.30	1.30	1.31	1.31	1.31	1.31
10	1.25	1.25	1.25	1.25	1.26	1.26
11	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
12	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15
13	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11
14	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06
15	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02
16	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98
17	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94
18	0.91	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
19	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87
20	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83
21	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.79
22	0.77	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76
23	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73
24	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70
25	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.66
26	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64	0.63
27	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.60
28	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.57
29	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.54
30	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52
31	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49
32	0.47	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46
33	0.44	0.44	0.43	0.43	0.43	0.43
34	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.40
35	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38
36	0.36	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35
37	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.32
38	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
39	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28
40	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
41	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23
42	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
43	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18
44	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
45	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13
46	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
47	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
48	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
49	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Nota: Si el Valor de Q_U o Q_L no corresponde a un valor en la tabla, utilizar el valor de Q más bajo que le sigue. Si Q_U o Q_L son valores negativos, P_U ó P_L es igual a 100 menos el valor de la tabla para P_U ó P_L.

TABLA 106-2 FACTOR DE PAGO

FACTOR DE PAGO		Porcentaje máximo de Trabajo Permissible fuera de los Límites Especificados para un Factor de Pago dado ($P_U + P_L$)												
CATEGORÍA	II	n=5	n=6	n=7	n=8	n=9	n=10	n=12	n=15	n=18	n=23	n=30	n=43	n=67
		n=11	n=14	n=17	n=22	n=29	n=36	n=42	n=66	n=∞				
1.05					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.04				0	1	3	5	4	4	4	3	3	3	3
1.03			0	2	4	6	8	7	7	6	5	5	4	4
1.02			1	3	6	9	11	10	9	8	7	7	6	6
1.01		0	2	5	8	11	13	12	11	10	9	8	8	7
1.00		22	20	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8
0.99		24	22	20	19	18	17	16	15	14	13	11	10	9
0.98		26	24	22	21	20	19	18	16	15	14	13	12	10
0.97		28	26	24	23	22	21	19	18	17	16	14	13	12
0.96		30	28	26	25	24	22	21	19	18	17	16	14	13
0.95	1.00	32	29	28	26	25	24	22	21	20	18	17	16	14
0.94	0.99	33	31	29	28	27	25	24	22	21	20	18	17	15
0.93	0.98	35	33	31	29	28	27	25	24	22	21	20	18	16
0.92	0.97	37	34	32	31	30	28	27	25	24	22	21	19	18
0.91	0.96	38	36	34	32	31	30	28	26	25	24	22	21	19
0.90	0.95	39	37	35	34	33	31	29	28	26	25	23	22	20
0.89	0.94	41	38	37	35	34	32	31	29	28	26	25	23	21
0.88	0.93	42	40	38	36	35	34	32	30	29	27	26	24	22
0.87	0.92	43	41	39	38	37	35	33	32	30	29	27	25	23
0.86	0.91	45	42	41	39	38	36	34	33	31	30	28	26	24
0.85	0.90	46	44	42	40	39	38	36	34	33	31	29	28	25
0.84	0.89	47	45	43	42	40	39	37	35	34	32	30	29	27
0.83	0.88	49	46	44	43	42	40	38	36	35	33	31	30	28
0.82	0.87	50	47	46	44	43	41	39	38	36	34	33	31	29
0.81	0.86	51	49	47	45	44	42	41	39	37	36	34	32	30
0.80	0.85	52	50	48	46	45	44	42	40	38	37	35	33	31
0.79	0.84	54	51	49	48	46	45	43	41	39	38	36	34	32
0.78	0.83	55	52	50	49	48	46	44	42	41	39	37	35	33
0.77	0.82	56	54	52	50	49	47	45	43	42	40	38	36	34
0.76	0.81	57	55	53	51	50	48	46	44	43	41	39	37	35
0.75	0.80	58	56	54	52	51	49	47	46	44	42	40	38	36
0.79	0.79	60	57	55	53	52	51	48	47	45	43	41	40	37
0.78	0.78	61	58	56	55	53	52	50	48	46	44	43	41	38
0.77	0.77	62	59	57	56	54	53	51	49	47	45	44	42	39
0.76	0.76	63	61	58	57	55	54	52	50	48	47	45	43	40
0.75	0.75	64	62	60	58	57	55	53	51	49	48	46	44	41
RECHAZAR		Valores mayores que los mostrados arriba												

Nota: Para obtener un factor de pago cuando el valor de (P_U y/o P_L) de la tabla 106-1 no corresponde a un valor ($P_U + P_L$) de ésta tabla, utilizar el valor ($P_U + P_L$) mayor siguiente.

SECCION 107 EQUIPO DE CONSTRUCCION

- 107.01 Generalidades.
- 107.02 Mantenimiento.
- 107.03 Registro del Equipo.
- 107.04 Aspectos Ambientales.
- 107.05 Remoción de la Planta del Contratista.

107.01 GENERALIDADES. El Contratista debe proporcionar el equipo necesario para ejecutar el trabajo de acuerdo con su oferta, los planos, Especificaciones, Programa de Trabajo aprobado y en el tiempo estipulado para la ejecución y entrega de la obra.

En caso de que, en cualquier tiempo, el progreso de la obra se retrasara con respecto al Programa de Trabajo aprobado, o claramente se note que el Contratista está incapacitado para terminar la obra en el tiempo y forma especificados, el Delegado Residente puede requerir el uso de equipo adicional, dando las razones para ello.

El equipo que use el Contratista, en todas y cada una de las etapas de la obra, no debe dañar el camino, propiedades adyacentes u otras carreteras.

Son por cuenta del Contratista todos los costos de embarque, seguros de su equipo y movilización del mismo a la obra y a los lugares de trabajo de ésta. El equipo del Contratista podrá estar exonerado de derechos de importación tal como se estipula en 108.06.

Los requisitos que debe llenar el equipo, según el caso, se estipulan en cada una de las Secciones respectivas.

107.02 MANTENIMIENTO. El Contratista mantendrá disponible suficiente existencia de repuestos para el equipo que esté usando en la obra y mantendrá todos los medios necesarios para su reparación y mantenimiento, desde el principio hasta la terminación de la misma. Las bodegas de repuestos, lubricantes, combustibles y talleres de reparación del Contratista, estarán sujetas a inspección, a discreción del Delegado Residente.

107.03 REGISTRO DEL EQUIPO. El Contratista deberá mantener controles adecuados y apropiados para el registro de toda la maquinaria, equipo, herramientas, materiales y repuestos que tenga en cada obra.

107.04 ASPECTOS AMBIENTALES.

(a) Las trituradoras y las plantas de asfalto deberán ubicarse en sitios aprobados previamente por la DGA en las Bases de Licitación y, de preferencia, situarse de manera que el viento arrastre el polvo lejos de áreas pobladas. Al seleccionar la ubicación de las trituradoras y de las plantas de asfalto, se debe tomar en cuenta lo siguiente: 1) Evitar cortar árboles; 2) se deben evitar los movimientos de tierras (buscar un área plana); 3) que no se ubiquen cerca de una fuente de agua a la cual pueda afectar; 4) que no se ubiquen cerca de una zona boscosa de manera que perturbe la fauna; 5) que se tome en cuenta el entorno donde se ubicará para no afectar el paisaje y 6) que no afecten las viviendas y comunidades vecinas. Las plantas de asfalto deberán estar dotadas de colectores de polvo y filtros que eliminen las emanaciones que contaminen el ambiente. Las trituradoras deben contar con cobertores para evitar que el polvo se disperse. El nivel máximo recomendado para evitar los efectos de la intensidad del sonido es de 85 decibeles. En los límites del área de la trituradora, se recomienda que el valor de la intensidad del sonido sea menor de 55 decibeles. Si el Contratista lleva a cabo la instalación de dichas plantas por su cuenta, cualquier cambio de localización será por cuenta propia y no se reconoce ningún gasto adicional.

(b) El almacenamiento de combustibles debe hacerse en tanques o cisternas, aéreos o subterráneos debidamente protegidos y para su despacho deberá contar con equipo de bombeo, rampa de acceso para la descarga y equipo de seguridad industrial (extintores, arena y toma de agua). La instalación y uso de los combustibles debe regirse por la normativa de la Dirección General de Hidrocarburos.

El despacho en el sitio de la obra deberá hacerse con unidad móvil de despacho de combustible y lubricante. En cuanto a los lubricantes, deben de almacenarse en lugares ventilados, techados y con equipo contra incendio. Para cambio de aceite y grasas, debe construirse una rampa específica que permita la recuperación de aceites para su reciclaje. Estos deben ser almacenados en depósitos adecuados para su posterior disposición fuera del proyecto, a través de empresas especializadas en su reutilización como combustible. El manejo y almacenamiento de combustibles y lubricantes debe hacerlo el Contratista lejos de lechos de ríos, vertientes y áreas donde existan cultivos, especialmente de tubérculos, para evitar que cualquier derramamiento accidental contamine los mantos acuíferos o los sembradíos.

107.05 REMOCION DE LA PLANTA DEL CONTRATISTA. Al finalizar su Contrato, el Contratista debe remover su planta y equipo. El sitio debe quedar libre de cualquier derrame. Asimismo una vez finalizada la construcción del proyecto, el Contratista debe dejar el sitio de la planta en condiciones similares o mejores ambientalmente a las del inicio, incluyendo el retiro y disposición adecuada de los tanques de almacenamiento, las fosas de los cambios de aceite, repuestos, chatarra y demás estructuras o construcciones. No se permitirá la eliminación de desechos a través de incineración. El Contratista debe dejar el área reforestada con árboles de especies nativas de la región, conforme a lo estipulado en la Sección 804.

SECCION 108 RESPONSABILIDAD LEGAL Y PUBLICA

- 108.01 Leyes que deben ser observadas.
- 108.02 Permisos y Licencias.
- 108.03 Personal, Salarios y Disposiciones.
- 108.04 Seguridad Social.
- 108.05 Cargas Tributarias.
- 108.06 Derechos de Importación, Cargos y Recargos.
- 108.07 Impuesto Sobre la Renta e IVA.
- 108.08 Disposiciones Sanitarias.
- 108.09 Suministro del Derecho de Vía.
- 108.10 Seguridad del Personal.
- 108.11 Conveniencia y Seguridad del Público.
- 108.12 Protección del Medio Ambiente.
- 108.13 Aspectos de la Protección Ambiental.
- 108.14 Protección de la Propiedad Privada.
- 108.15 Uso de Explosivos.
- 108.16 Responsabilidad por Daños y Reclamos.
- 108.17 Seguros.
- 108.18 Reporte de Accidentes y Daños.
- 108.19 Responsabilidad del Contratista por el Trabajo.

108.01 LEYES QUE DEBEN SER OBSERVADAS. El Contratista debe conocer, cumplir y actuar de conformidad con todas y cada una de las leyes, acuerdos y reglamentos de la República de Guatemala, relacionados con el trabajo a efectuarse. El Contratista será responsable directamente por todos los daños y perjuicios causados durante la ejecución de la obra, ya sea por él o por sus empleados, agentes o Sub-Contratistas.

Será responsabilidad del Contratista estar completamente informado de todas las leyes, ordenanzas, códigos de seguridad, reglamentos y todas las órdenes y decretos que tengan cualquier jurisdicción o autoridad, que en alguna forma afecten a aquellos contratos o empleados en la obra, o que en cualquier forma afecten el manejo de la obra.

El Contratista observará y cumplirá, en todo momento, con todas esas leyes, y deberá proteger e indemnizar al Estado y a sus representantes contra cualquier reclamación o responsabilidad originada por o basada en la violación de cualquiera de tales leyes, ordenanzas, reglamentos de seguridad, disposiciones, órdenes o decretos.

108.02 PERMISOS Y LICENCIAS. El Contratista debe de obtener todos los permisos y licencias que le correspondan, y pagar todos los impuestos y derechos arancelarios. A solicitud del Contratista, el Estado colaborará con éste, en todas aquellas gestiones que siendo responsabilidad del Contratista, su intervención contribuya a expeditarlas.

(a) Artefactos Patentados, Materiales y Procesos. Si el Contratista es requerido o desea utilizar cualquier diseño, artefacto, material o proceso cubierto por cartas, patente o derecho de autor, el Contratista hará los arreglos y proveerá para dicho uso mediante un acuerdo apropiado con el que tiene el uso exclusivo o el dueño, y una copia del acuerdo puede ser requerida para entregarse al Delegado Residente. El Contratista indemnizará y protegerá de daños al Estado contra demandas, reclamaciones o daños originados de la violación de o uso de cualquier diseño, artefacto, material o proceso que sea patentado o tenga derechos de autor.

108.03 PERSONAL, SALARIOS Y DISPOSICIONES. El Contratista debe de cumplir con el requisito legal de emplear por lo menos un 90 por ciento de trabajadores guatemaltecos.

Los salarios que el Contratista pague a sus trabajadores, no deben ser inferiores al salario mínimo establecido en la legislación interna de la República de Guatemala.

El Contrato que suscribe El Contratista y El Estado, es de naturaleza administrativa, en consecuencia el personal contratado por El Contratista o Subcontratistas, no tendrán relación alguna con El Estado.

El Contratista debe cumplir con las Disposiciones del Código de Trabajo y cualesquiera otras leyes y reglamentos relacionados con prestaciones sociales y laborales.

108.04 SEGURIDAD SOCIAL. El Contratista debe inscribirse como patrono en el IGSS, IRTRA, INTECAP, etc. para la obra objeto del contrato, pagar las cuotas tanto de índole patronal, como laboral que haya deducido a sus trabajadores, de acuerdo a lo establecido por el IGSS, IRTRA, INTECAP, etc.

108.05 CARGAS TRIBUTARIAS. El Contratista será responsable de los impuestos ordinarios y extraordinarios, tasas y arbitrios y contribuciones especiales, que le corresponda pagar en el desarrollo de la Obra.

108.06 DERECHOS DE IMPORTACION, CARGOS Y RECARGOS. Los equipos que se importen al país, deben de cancelar los impuestos de importación a cargo de El Contratista. Sin embargo, este puede ampararse en un régimen de importación temporal, conforme la Ley del país.

Lo anterior se hará extensivo a los Sub-Contratistas, cuyos sub-contratos hayan sido aprobados por el Estado, debiendo hacer sus gestiones a través del Contratista.

108.07 IMPUESTO SOBRE LA RENTA E IVA. De conformidad con la ley, el Contratista no está exonerado del Impuesto sobre la Renta, ni del Impuesto al Valor Agregado (IVA).

108.08 DISPOSICIONES SANITARIAS. El Contratista debe de proporcionar y mantener en condiciones sanitarias y de limpieza, los servicios para el uso de sus empleados, cumpliendo con los requisitos del Código de Salud, incluyendo los servicios de agua potable, sistemas de eliminación sanitaria de excretas, disposición adecuada de desechos sólidos, y la adecuación de lugares destinados al descanso y a la alimentación de sus trabajadores. También debe de mantener los campamentos presentables y en perfectas condiciones de sanidad y limpieza.

El Contratista no obligará a ningún trabajador a laborar en sitios o bajo condiciones que sean poco sanitarias, arriesgadas o peligrosas a la salud o seguridad. El Contratista está obligado a cumplir con las disposiciones de la Constitución Política de la República de Guatemala, El Código de Trabajo y el Código de Salud en lo referente a la conservación y restablecimiento de la salud de los trabajadores. Para lo cual deberá desarrollar acciones tendientes a proveer las condiciones saludables y seguras en el trabajo, tendientes a la prevención de enfermedades ocupacionales, atención de las necesidades específicas de los trabajadores y accidentes en el trabajo.

108.09 SUMINISTRO DEL DERECHO DE VIA. El Estado proporcionará al Contratista libre de costo, el Derecho de Vía necesario para la construcción de la carretera, sus estructuras, obras de protección necesarias y anexos; antes de que el Contratista principie sus operaciones en la obra.

El Estado, antes de iniciarse los trabajos, debe de obtener tales derechos de vía. Si por cualquier circunstancia no los tuviere, en la medida que esto afecte el trabajo de El Contratista, indemnizará a este por los perjuicios que se le causen.

Las afectaciones de familias vulnerables dentro del derecho de vía y que estén incluidas en las Disposiciones Especiales deberán ser de estricto cumplimiento por parte del Contratista.

El Estado podrá optar en las licitaciones en proveer un renglón para el Establecimiento del Derecho de Vía, si es adquirido por Trabajos por Administración, a cargo del Contratista.

108.10 SEGURIDAD DEL PERSONAL. El Contratista está obligado a cumplir con las Disposiciones del Código de Trabajo de la República de Guatemala, en el que se hace referencia a la obligatoriedad de adoptar las precauciones necesarias para proteger eficazmente la vida, la salud y la moralidad de los trabajadores; además de la prevención y acaecimiento de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales.

El Contratista deberá dotar a todo su personal de campo con los siguientes implementos mínimos de protección personal: chalecos de identificación, cascos de protección, guantes de cuero, botas de cuero con puntera de metal y suela antideslizante, mascarillas contra el polvo, arneses de seguridad en suspensión (cuando se requiera).

Al personal que labore en las plantas de trituración y mezcla de asfalto, se le deberá dotar del equipo de protección personal siguiente: cascos de protección, protectores auditivos, botas con puntera de metal y suela antideslizante, guantes de cuero, gafas antipolvo, mascarillas o respiradores antipolvo y arneses o cinturones de protección.

El Contratista deberá contar con un Programa de Seguridad e Higiene Industrial que deberá contener como mínimo: objetivos, políticas o lineamientos a seguir, procedimientos de ejecución y evaluación o medición de resultados del programa.

108.11 CONVENIENCIA Y SEGURIDAD DEL PUBLICO. El Contratista es responsable durante la ejecución de la obra, de cumplir con todas las leyes y demás disposiciones de seguridad.

Si durante la ejecución de una obra, el Delegado Residente considera peligrosa cualquier operación, trabajo o condición derivada de los mismos, la notificará al Contratista para que éste haga las correcciones necesarias, inmediatamente.

Los materiales acumulados sobre la carretera, deben colocarse sin causar obstrucciones al tránsito y proveyendo señales reflectivas para evitar accidentes en la noche.

En los sectores de la obra donde el Contratista estuviera trabajando, y cuando haya tránsito público, se requerirá al Contratista el control del polvo por medio de riego de agua. A solicitud del Contratista, la DGC colaborará en gestionar la participación de la Policía o de las autoridades respectivas, a efecto de lograr un control de trabajo efectivo y evitar accidentes.

108.12 PROTECCION DEL MEDIO AMBIENTE La DGC deberá contar con el Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental -EIA- ya aprobado, que contenga las medidas de mitigación, para todas aquellas actividades que por sus características, puedan causar deterioro del ambiente y a los recursos naturales y culturales, antes de la ejecución de la obra. El estudio debe contener un plan de manejo y adecuación ambiental que incluya especificaciones técnicas generales basadas en estas Especificaciones Generales y de donde se obtengan las Disposiciones Ambientales Especiales para el tramo y/o proyecto en particular, las cuales serán de estricto cumplimiento por parte del Contratista, ya que formarán parte del contrato de obra.

El Contratista es responsable durante la construcción, rehabilitación y mantenimiento de la red vial, de cumplir con todas las leyes y demás disposiciones referentes al Medio Ambiente como lo establece la Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente.

108.13 ASPECTOS DE LA PROTECCION AMBIENTAL Cuando se efectúen trabajos de construcción de carreteras y puentes, el Contratista tiene la obligación de cumplir las Leyes y Decretos vigentes dentro de la Normativa Legal Guatemalteca como los son la Ley Forestal, la Ley de Áreas Protegidas y la Ley del Patrimonio Histórico y Sitios Arqueológicos.

El Instituto Nacional de Bosques INAB, el Consejo Nacional de Áreas Protegidas CONAP y el Instituto de Antropología e Historia IDAEH, poseen facultades legales en materia de manejo de recursos naturales y del patrimonio histórico nacional y podrán sancionar al Contratista que infrinjan disposiciones específicas, plasmadas en los diferentes instrumentos legales vigentes. En cada Licitación debe haber una provisión relativa a la protección del Medio Ambiente.

(a) Protección de Bosques: La tala de árboles no podrá realizarse sin la obtención previa del respectivo permiso a las autoridades competentes (INAB y/o Municipalidad de la localidad). Para dar cumplimiento a la legislación existente, el Contratista está obligado a reponer los árboles talados para llevar a cabo el proyecto. La madera deberá ser devuelta a su propietario si la tuviese o bien, a la Municipalidad de la jurisdicción correspondiente. La siembra de árboles se deberá efectuar en terrenos que posean vocación forestal con árboles que sean nativos de la región.

El Contratista deberá adoptar medidas preventivas contra incendios, y para ésto deberá acatar los renglones sobre la prevención y el control de incendios. Durante los períodos de cada una de las operaciones del contrato, el Contratista mantendrá satisfactorias medidas de seguridad en todas las máquinas de combustión interna y en todos los fuegos para señales que se utilicen en sus maniobras, fogatas y cocinas de los campamentos, así como mantener vigilancia en las cercanías de las operaciones que representen peligro para los bosques.

(b) Protección de Fuentes de Agua. La utilización de las fuentes de agua deberá tomar en cuenta los usos y consumos actuales a manera de evitar afectar a los usuarios, así como deteriorar su calidad. En fuentes de agua no contaminada se deberá dejar previsto un caudal ecológico equivalente al 20% del caudal de estiaje.

Los contaminantes como: lubricantes, combustibles, aguas negras no tratadas, pinturas, aguas de lavado o enjuague, desperdicios de las operaciones de mezclado del hormigón y otros materiales perjudiciales, no deberán ser depositados dentro o cerca de ríos, embalses ni dentro de canales naturales o construidos, que desfoguen en aquellos.

(c) Protección contra la Erosión. El Contratista deberá programar las operaciones de manera que disminuya la erosión del suelo para evitar la obstrucción con sedimentos y la contaminación de sistemas de riego, represas (lagos y embalses), arroyos, riachuelos y ríos.

La construcción de sistemas de canalización de aguas y otros trabajos que tienen como propósito controlar la erosión y sedimentación, se deberán ejecutar conjuntamente con las operaciones de terracerías o tan pronto como sea factible.

Después de cada lluvia y por lo menos diariamente, cuando llueva en forma prolongada, el Contratista inspeccionará los dispositivos de control de erosión y sedimentación, para verificar posibles deficiencias. Cuando los dispositivos de control de erosión y sedimentación se encuentren en condición no funcional, el Delegado Residente notificará al Contratista para la corrección inmediata.

(d) Protección de Zonas de Amortiguamiento en Áreas Protegidas: Las operaciones dentro de las zonas de amortiguamiento en áreas protegidas no podrán realizarse sin la obtención previa del respectivo permiso del CONAP. El Contratista está obligado a no dañar las áreas que sean zonas de amortiguamiento, las que tienen por objeto la conservación, el manejo racional y la restauración de la flora y fauna silvestre, recursos conexos y sus interacciones naturales y culturales que tengan alto valor genético, histórico, escénico, recreativo y arqueológico, los que se clasifican en: parques nacionales, biotopos, reservas de la biosfera, reservas de uso múltiple, reservas forestales, reservas biológicas, manantiales, reservas de recursos, monumentos naturales, monumentos culturales y religiosos, rutas y vías escénicas,

parques marinos, parques regionales, parques históricos, refugios de vida silvestre y áreas naturales recreativas.

(e) Protección de sitios y vestigios arqueológicos e históricos. En el caso del descubrimiento de sitios arqueológicos, monumentos antiguos, cementerios, reliquias y fósiles durante la realización de las obras, el Contratista suspenderá temporalmente los trabajos en el sitio del descubrimiento y notificará al Delegado Residente, quien dará el aviso al IDAEH. Los trabajos serán reiniciados una vez que el IDAEH realice las investigaciones y estudios pertinentes. Esta causa es motivo de fuerza mayor, para efectos de ampliación al plazo contractual.

Cuando la protección, relevamiento o traslado de hallazgos arqueológicos, y paleontológicos afecte el avance de la obra, el Delegado Residente considerará los ajustes apropiados en el Programa de Trabajo.

(f) Protección y Restauración del Paisaje: El Contratista deberá cumplir con las Disposiciones Especiales relacionadas con la protección y conservación del paisaje indicadas en el Estudio de Impacto Ambiental.

Además de estas medidas temporales que contribuyen a proteger y restaurar el paisaje, los trabajos de control permanente deberán contribuir a devolver al área de influencia del camino, la condición natural. Como consecuencia, para lograr este objetivo, en la selección de la cubierta vegetal es necesario tomar en consideración las condiciones existentes en el sitio, que puedan afectar la plantación o siembra, razón por la cual se variarán las especies y métodos a emplear.

108.14 PROTECCION DE LA PROPIEDAD PRIVADA. El Contratista debe proteger la propiedad expuesta a sufrir daños derivados de la construcción, excepto aquella cuyo retiro o demolición sea requerido en los planos, Especificaciones o por el Delegado Residente. Cualquier parte de la propiedad que resulte dañada debido a las actividades del Contratista, debe ser restaurada inmediatamente a su costa y dejada en las mismas condiciones en que estaba antes del daño; o indemnizar al propietario por el daño causado, en una forma aceptable y que exonere al Estado totalmente de cualquier reclamación futura. Si el siniestro está cubierto por el seguro, a solicitud del Contratista, el Delegado Residente debe levantar un acta dentro de los 8 días siguientes al de la solicitud, en la que consten los hechos.

En los lugares donde las operaciones del Contratista estén cerca de propiedades de empresas ferroviarias, de telecomunicaciones o eléctricas, o estén adyacentes a propiedades incluyendo edificios y pozos, cuyo daño pueda resultar en gastos considerables o inconvenientes, el trabajo no debe ser iniciado hasta que el Contratista haya tomado todas las precauciones necesarias para la protección de los mismos. El Contratista será el único y directamente responsable ante los dueños o arrendantes de tales propiedades, por cualquier reclamo o daño que pudiera ser causado durante la ejecución del trabajo contratado.

El Estado hará los arreglos necesarios con las empresas de servicio público afectadas por el nuevo trabajo, para la remoción o re-acondicionamiento de tales servicios.

108.15 USO DE EXPLOSIVOS. Cuando el uso de explosivos sea necesario para la prosecución del trabajo, el Contratista debe ejercer el mayor cuidado para no poner en peligro la vida de personas o propiedades; y cuando fuere ordenado por el Delegado Residente, el número y tamaño de las cargas deben reducirse. El Contratista debe cumplir con todas las leyes, reglamentos y disposiciones sobre la materia y pagar todos los gastos que se deriven de la adquisición y uso de explosivos.

108.16 RESPONSABILIDAD POR DAÑOS Y RECLAMOS. El Contratista en su condición de patrono único, debe cumplir con todas las disposiciones del Código de Trabajo,

demás leyes de la República de Guatemala y de los documentos contractuales e indemnizar y dejar a salvo al Estado, sus funcionarios y empleados, de cualesquiera juicios, demandas o reclamos por cualquier daño o perjuicio que ocasione a cualquier persona o propiedad durante la ejecución de la obra contratada.

108.17 SEGUROS. El Contratista deberá indemnizar y eximir al Estado, sus oficiales y sus empleados, de todos los juicios, demandas o reclamaciones presentadas por lesiones o daños recibidos o sufridos por cualquier persona, personas o propiedad a causa de las operaciones del Contratista o debido a la negligencia en la ejecución del contrato. Hasta que el Ingeniero determine, de manera satisfactoria que el Contratista y subcontratistas, cuando se aplique, están cubiertos por los seguros que se especifican a continuación, el Estado podrá retener del Contratista aquellas sumas que crea necesarias para proteger el interés público. La cobertura del seguro en las cantidades que se establecen, no releva al Contratista de responsabilidad en exceso a dicha cobertura.

(a) Seguro por Lesiones y Muerte Accidental de sus Trabajadores. Las bases de cada licitación deben fijar el monto total del Seguro de Indemnización por Lesiones y Muerte Accidental para los trabajadores del Contratista que se deberá adquirir, y para el efecto se establecerá un renglón para su pago.

(b) Seguro Responsabilidad Civil ante Terceros, que incluye Lesiones Corporales y Muerte Accidental y Daños a la Propiedad. El Contratista deberá obtener y mantener a su costo, hasta la aceptación final del trabajo, un seguro de este tipo.

(c) Seguro del Subcontratista. Si cualquier parte del trabajo es subcontratada, se tienen que prever seguros similares por o en nombre de los subcontratistas, para cubrir sus operaciones.

Si los seguros del Contratista no cubren los trabajos subcontratados, en caso de que estos sean autorizados, debe presentar seguros adicionales con ese fin, en iguales condiciones a los ya requeridos al Contratista. Todos los seguros deben mantenerse en vigencia hasta la fecha límite que estipula la ley de la materia salvo los que cubren las operaciones de Sub-Contratistas, que deben estar en vigor mientras duren los trabajos de éstos.

Todas las pólizas deben restituirse inmediatamente a la cantidad inicial completa, en caso de que la Aseguradora pague cualquier suma por ellos cubierta.

108.18 REPORTE DE ACCIDENTES Y DAÑOS. El Contratista deberá mantener un archivo exacto de todos los accidentes que surjan durante el Contrato, que resulte en muerte, enfermedad ocupacional, lesión incapacitante permanente o daño a la propiedad privada. El Contratista debe notificar por escrito al Delegado Residente, de cualquier accidente que involucre pérdida de vida humana, lesiones graves, daños a la propiedad u obstrucción al tránsito público, quién lo comunicará al Ingeniero.

108.19 RESPONSABILIDAD DEL CONTRATISTA POR EL TRABAJO. Hasta la aceptación final del proyecto, el Contratista será responsable del trabajo a su cargo, y deberá tomar todas las precauciones contra daños de cualquier parte del mismo, debido a la acción de los elementos o por cualquier otra causa; bien sea originada por la ejecución o la falta de ejecución del trabajo.

El Contratista deberá reconstruir, reparar, reponer y responder por todos los daños que sufra cualquier parte de la obra, antes de la aceptación final, y correrá por su cuenta el costo de los mismos, con excepción de daños a la obra que se deban a actos naturales, específicamente: terremoto, marejada, tornado, huracán, u otros fenómenos causados por cataclismos de la naturaleza o actos de un enemigo público o del Estado, y ante los cuales el Estado decreta un estado de emergencia.

El Contratista deberá conservar en una condición aceptable de desarrollo, los plantíos recién establecidos, semilleros y zonas cubiertas de césped, que estén incluidas bajo el contrato, y deberá tomar las precauciones adecuadas para proteger el crecimiento de nuevos árboles y otros desarrollos de vegetación, contra cualquier daño a su expensa.

En caso de suspensión del trabajo, el Contratista deberá proveer el drenaje adecuado, construir cualesquiera estructura provisional que fuese necesaria y colocar avisos u otras facilidades, a su costo.

El Contratista será responsable de mantener aquellas partes de la carretera necesarias para acomodar el tránsito público, de acuerdo con lo indicado en la Sección 155.

SECCION 109 PROSECUCION Y PROGRESO

- 109.01 Sub-Contratos.
- 109.02 Progreso del Trabajo.
- 109.03 Limitación de las Operaciones.
- 109.04 Aptitud de los Trabajadores.
- 109.05 Registro de Planillas.
- 109.06 Suspensión de la Ejecución de la Obra.
- 109.07 Cómputo del Tiempo Contractual para la Terminación de la Obra.
- 109.08 Sanciones por Retraso.
- 109.09 Rescisión del Contrato por Incumplimiento del Contratista.
- 109.10 Terminación del Contrato por causas de Fuerza Mayor o Derecho a Suspensión de Trabajos por el Contratista.

109.01 SUB-CONTRATOS. El Contratista solamente podrá subcontratar partes determinadas de la obra, cuando esté estipulado en el contrato y obtenga autorización por escrito de la autoridad contratante. Los subcontratistas deberán estar inscritos en el Registro de Precalificados y no estar comprendidos en ninguna de las prohibiciones establecidas en esta ley. Para ese efecto, el Contratista debe someter, con la solicitud respectiva, un proyecto del sub-contrato, el cual al ser aprobado, debe celebrarse en escritura pública. El Contratista debe presentar las copias, que le sean requeridas, del sub-contrato. En los Contratos que celebre El Estado, por medio de sus entidades centralizadas o descentralizadas, que no provengan de procedimientos que determina la ley, o en las que el ente administrativo actúe como sujeto de derecho privado, se aplicarán las normas del derecho común.

Ningún sub-contrato crea una relación contractual entre los subcontratistas y el Estado. El Contratista tendrá la responsabilidad y obligaciones por cualquier acción o falta de acción de un subcontratista.

109.02 PROGRESO DEL TRABAJO. El Contratista iniciará la obra, dentro del tiempo establecido en el contrato y proveerá suficiente personal y equipo para llevar a cabo el trabajo y asegurar la terminación de la obra dentro del límite de tiempo estipulado.

El tiempo contractual comenzará a contarse a partir del día siguiente en que el Contratista reciba la notificación y transcripción del Acuerdo de aprobación del Contrato.

El Contratista debe presentar con su oferta un Programa de Trabajo, de acuerdo con lo indicado en 102.12, el que se utilizará para el control de progreso de los dos primeros meses, tiempo que debe aprovechar para organizarse; establecer sus campamentos, talleres y demás instalaciones; hacer todas las exploraciones de los bancos de materiales que se proponga usar y ejecutar todos los trabajos que sean posibles de los renglones contratados. El Contratista debe elaborar basado en el Programa presentado con su oferta, un Programa de Trabajo detallado, tal como se indica en la Sección 154, el que entrará en vigor a partir del tercer mes de haber iniciado los trabajos. Este Programa debe comprender detalles sobre cantidades programadas, montos en quetzales, monto correspondiente a la estimación periódica, montos acumulados y porcentajes de estos dos últimos montos con relación al monto contratado de la obra. Si en el contrato, en las Disposiciones Especiales o en los planos, se estipula el orden en que el Contratista debe ejecutar las diferentes etapas de la obra, éste elaborará dicho Programa de conformidad con esas indicaciones.

Cuando en los planos o Disposiciones Especiales, se estipule determinada secuencia para la ejecución de los trabajos, el Contratista debe respetar dicha secuencia al elaborar su programa de trabajo. En caso contrario, se respetará la secuencia de operaciones propuesta por el Contratista en su programa de trabajo.

El programa de trabajo deberá estar en forma de una gráfica de progreso con una escala conveniente para indicar, apropiadamente, el por ciento de trabajo programado para completarse para una fecha dada durante el período.

El incumplimiento del Contratista en mantener los programas de trabajo y gráficas de progreso, será considerado justificación para retener los pagos de las estimaciones de trabajo.

En caso de que se detenga el desarrollo de la obra, por cualquier razón, el Contratista deberá notificar al Delegado Residente por lo menos 24 horas antes de reanudar las operaciones.

Si el Contratista no cumple con presentar para su aprobación el Programa de Trabajo detallado, dentro de los dos meses citados y en la forma descrita, el Delegado Residente recomendará al Ingeniero que no se autorice ningún documento de pago, sino hasta que dicho Programa esté presentado por el Contratista, para su aprobación.

Si las operaciones del Contratista fueren materialmente afectadas por cambios en los planos, Especificaciones o en las cantidades de trabajo, o si éste ha dejado de cumplir con el Programa de Trabajo aprobado, debe presentar al Delegado Residente un Programa de Trabajo revisado, en el que indique cómo se propone llevar a cabo el resto del trabajo. El Delegado Residente requerirá al Contratista este Programa revisado, cuando sea necesario, quien debe presentarlo dentro de los 10 días calendario siguientes a la fecha del requerimiento.

El Contratista empleará todos los medios a su alcance para llevar a cabo el progreso de la obra, de conformidad con lo indicado en el Programa de Trabajo en vigor. Si el Contratista se atrasa en dicho progreso, hará todo lo necesario para mejorarlo y en caso de dejar de hacerlo así, el Delegado Residente puede requerir el incremento de cualquiera o de todos sus trabajos, turnos, días de trabajo, equipo y plantas de construcción, con el fin de mejorar el adelanto de la obra en la forma exigida en el Programa, todo sin costo adicional para el Ministerio. Si el Contratista deja de suministrar equipo suficiente y apropiado, maquinaria, materiales o personal para la prosecución adecuada de los trabajos, el Delegado Residente recomendará al Ingeniero las medidas que a su juicio deban tomarse.

El Contratista notificará por escrito al Delegado Residente, con 5 días de anticipación, la fecha en la cual se propone comenzar cualquier parte importante de la obra.

Si el retraso persiste durante 3 meses y a juicio del Delegado Residente existe una evidente tendencia a no poder cumplir con la entrega de la obra, podrá recomendar al Ingeniero que se tomen medidas más drásticas, tales como las que se estipulan en 109.09.

Cuando el cambio de planos, especificaciones o cantidades de trabajo afecten la fecha de terminación de la obra, El Contratista, presentará un nuevo programa de trabajo y se le otorgará una prórroga al plazo contractual.

109.03 LIMITACION DE LAS OPERACIONES. El Contratista debe ordenar sus operaciones en una forma tal que al trabajar en una sección de la obra, no implique abandono de otra ya comenzada y mantener la obra en tales condiciones, que permita el paso del tráfico vehicular adecuadamente en cualquier momento.

El Contratista será responsable de cualquier daño ocasionado por él o por sus empleados, a la obra que esté ejecutando otro Contratista.

No se operará equipo pesado tan cerca de las estructuras, que pueda ocasionarles desplazamientos o daños.

En general, todos los trabajos se llevarán a cabo durante las horas diurnas hábiles. En operaciones especiales, el trabajo nocturno puede hacerse si éste es autorizado por el Delegado Residente.

Las limitaciones en las operaciones del Contratista deberán ser específicas para los renglones de trabajo. El Contratista podrá ser requerido que complete una sección en la cual el trabajo esté en progreso, antes de que comience cualquier otra sección cuando la apertura de dicha sección sea esencial a la conveniencia del público.

La Supervisora y el Contratista deben llegar a un acuerdo cuando las limitaciones se originen en condiciones del tiempo, problemas del derecho de vía, derrumbes o problemas con materiales.

109.04 APTITUD DE LOS TRABAJADORES. Siendo el Contratista el directamente responsable de las relaciones laborales con sus trabajadores, corresponde a él calificar la aptitud de los mismos y no permitir que se comporten en forma irrespetuosa en el trabajo o contraviniendo cualquier disposición del Código de Trabajo.

El Contratista deberá emplear, en todo momento, personal competente y deberá proveer mano de obra y equipo adecuado para llevar a cabo el trabajo hasta su término total en la forma y tiempo requerido por las especificaciones.

Todos los trabajadores deberán tener suficiente habilidad y experiencia para desempeñar su trabajo. Los trabajadores responsables de tareas especiales, tienen que tener suficiente experiencia en el manejo del equipo para desempeñar su trabajo satisfactoriamente.

En caso de que el Contratista no acate la orden de remover a cualquier empleado del trabajo cuando sea requerido o en proveer personal apto y suficiente, y equipo para proseguir debidamente con la obra, el Delegado Residente, bajo su entera responsabilidad, podrá suspender el trabajo, mediante aviso escrito, hasta que se acaten tales órdenes.

109.05 REGISTRO DE PLANILLAS. Los registros de planillas del Contratista deben estar a disposición del Delegado Residente y de cualesquiera otros representantes autorizados del Ministerio y demás autoridades facultadas para ello, de conformidad con la ley.

109.06 SUSPENSION DE LA EJECUCION DE LA OBRA. El Delegado Residente podrá, mediante orden escrita, suspender la ejecución del trabajo, en forma total o parcial, por períodos que considere necesarios en los siguientes casos:

(a) Debido a condiciones del tiempo o el suelo que se consideren inapropiados para continuar el trabajo o,

(b) Por fallos del Contratista en:

(1) No corregir condiciones inseguras para los trabajadores y el público en general;

(2) No llevar a cabo órdenes dadas por el Delegado Residente, o

(3) No realizar cualquier disposición del contrato.

En cualquier caso, la suspensión será acordada por medio de acta, indicando las razones que la motivaron y la duración del período de suspensión.

Así mismo, cuando hayan desaparecido las causas de la suspensión y el Ingeniero lo autorice, el Delegado Residente levantará nueva acta para la reiniciación de los trabajos,

haciendo constar la desaparición de las causas que la motivaron y el cómputo del tiempo contractual, incluyendo el adicional, cuando proceda.

En caso de suspensión, el Contratista debe almacenar debidamente los materiales y tomar las precauciones necesarias a fin de evitar cualquier daño o deterioro al trabajo efectuado, proporcionar el drenaje adecuado de la carretera, construir las estructuras temporales donde se le indique y mantener la carretera como se indica en 155.07.

No se hará ningún ajuste de precio ni extensión de tiempo por suspensiones de trabajo hechas bajo (b) arriba explicados. Sin embargo si la suspensión proviene de un error de La Supervisora, deberán compensarse al Contratista los costos por la suspensión del trabajo, extendiéndose el plazo contractual por el tiempo afectado.

La suspensión del trabajo en algunos, pero no en todos los puntos, será considerado Suspensión Parcial. Trabajos de naturaleza de emergencia ordenados para la conveniencia del tránsito público y operaciones menores que no sean afectadas por, o conectadas con la causa de la suspensión, podrán ser llevadas a cabo durante un período de suspensión, si lo permite el Delegado Residente.

109.07 COMPUTO DEL TIEMPO CONTRACTUAL PARA LA TERMINACION DE LA OBRA. Para el cómputo del tiempo contractual debe tomarse en cuenta lo siguiente:

(a) Principio y Terminación del Tiempo del Contrato. El plazo del contrato principia al día siguiente en que el Ministerio le entregue al Contratista, por medio de acta, la notificación y la transcripción de la aprobación del contrato. El Contratista debe comenzar los trabajos dentro de los 15 días calendario siguientes a la fecha en que se le entregue la notificación y la transcripción mencionada; siendo el propósito de esos días el de establecer la fecha límite en la que el Contratista debe comenzar los trabajos y no para fijar el comienzo del período del contrato.

En algunas obras complejas, puede en el contrato estipularse otra fecha en que comenzará el tiempo contractual.

El Contratista debe entregar total y satisfactoriamente terminada la obra contratada, de conformidad con los términos del contrato y dentro del período de tiempo estipulado en el mismo.

(b) Extensión de Tiempo. La DGC, a solicitud del Contratista y por el conducto que se indica en el siguiente párrafo, puede otorgar extensión de tiempo por causas fortuitas o de fuerza mayor, por aumento de las cantidades de trabajo originalmente contratada, por cambios en los planos o Especificaciones, o por suspensiones de trabajo debidas a otras causas no imputables a El Contratista.

La solicitud de extensión de tiempo debe hacerla el Contratista al Delegado Residente, exponiendo detalladamente las razones que tenga para ello y si fuere pertinente acompañará las pruebas que justifique la solicitud. El Delegado Residente la elevará a la consideración del Ingeniero, exponiendo sus recomendaciones y justificándolas con documentos y actas que se hayan suscrito, quien a su vez la enviará al Director para su resolución, quien lo notificará al Ministerio, dentro de los 8 días hábiles siguientes.

El tiempo real de ejecución de la obra estará conformado por el tiempo contractual de ejecución más las ampliaciones autorizadas, si las hubiere.

El Director no otorgará ninguna extensión de tiempo cuando la demora o suspensión de trabajo, se deban a causas imputables al Contratista.

(c) Constancia Mensual de Días Calendario Pendientes. El Delegado Residente debe hacer constar en el acta de cada estimación mensual, el número de días calendario trabajados y los que quedan pendientes para la terminación del contrato, incluyendo cualquier extensión de tiempo autorizada por el Director. Si el Contratista tuviera alguna objeción al respecto, lo hará del conocimiento del Delegado Residente para su consideración y así se hará constar en el acta citada. En caso de estar en trámite una prórroga del plazo justificada, es factible al cobro y no se hará deducción alguna en el Acta de Estimación.

109.08 SANCIONES POR RETRASO. Si el Contratista, por causas imputables a él, no entrega los trabajos total y satisfactoriamente terminados dentro del plazo estipulado en el contrato, debe pagar al Estado en concepto de sanción pecuniaria por cada día calendario de retraso en la entrega de la obra, la cantidad o porcentaje con respecto al monto total del contrato, que se estipule en las bases, de conformidad con la ley e importancia y naturaleza de la obra.

Si el Estado considera necesario establecer otras sanciones pecuniarias en alguna obra especial, deben estipularse en las bases.

En los contratos que requieran una sanción mensual por sub-ejecución, se aplicará cuando la ejecución real acumulada, sea menor que la programación acumulada a ese período.

109.09 RESCISION DEL CONTRATO POR INCUMPLIMIENTO DEL CONTRATISTA. El Estado puede sin responsabilidad alguna, dar por terminado el derecho del Contratista para proseguir la ejecución de la obra contratada, por las causas señaladas en las leyes de la República y específicamente, por las siguientes:

(a) Si el Contratista no principia los trabajos dentro del término estipulado en 109.07(a).

(b) Si el Contratista reiteradamente no cumple con la obligación de situar en el lugar de los trabajos la suficiente mano de obra, maquinaria, equipo, materiales y fondos necesarios para cumplir con el Programa de Trabajo aprobado en vigor, y que por ello no se garantice la terminación de la obra en el tiempo contractual. Si como resultado de ello no ejecuta los trabajos en forma adecuada, interrumpe la construcción de la obra o por éstas u otras causas no ejecuta el trabajo en forma aceptable y diligente, o se vuelve insolvente, y ello afecte en cualquier forma la satisfactoria prosecución de la obra.

(c) Si el Contratista es declarado en quiebra.

(d) Si se le embargare la maquinaria, equipo, fondos, implementos y materiales que usa en la obra o cualquier suma que deba pagársele por trabajo ejecutado, siempre que el monto del embargo le impida cumplir con sus obligaciones.

(e) Si no presentare los seguros a que está obligado conforme el contrato.

(f) Si cometiere serios actos dolosos o culposos en perjuicio de la Hacienda Pública, o en perjuicio de la ejecución de los trabajos contratados, a juicio y calificación del Ministerio.

(g) Si dejare de cumplir con cualesquiera de las obligaciones que contrae en el contrato.

(h) Si el Contratista rehusare proseguir o dejare de ejecutar el trabajo, parcial o totalmente, con la diligencia necesaria para cumplir con el Programa de Trabajo aprobado y asegurar su terminación dentro del término especificado en el contrato o cualquier extensión de tiempo que le conceda la DGC.

Cuando el Contratista incurriere en cualesquiera de los casos citados anteriormente, el Ministerio, con base en los dictámenes de la DGC ú otras dependencias o fallos judiciales, dictará providencia señalando al Contratista y a la Afianzadora, el término de 10 días para que, acompañando las pruebas y documentación necesarias, expresen lo que estimen procedente en defensa de sus intereses. Vencido el término indicado, el Ministerio resolverá, teniendo por desvanecido el cargo formulado, o en su caso para que se prosiga como a continuación se indica, de acuerdo con las siguientes alternativas:

(a) Señalará a la Afianzadora un término prudencial para que intervenga los trabajos, a efecto de garantizar la completa y satisfactoria terminación de la obra; la que se llevará a cabo en cualquiera de las dos formas siguientes:

(1) En caso de que el Ministerio opte porque el Contratista continúe los trabajos, la Afianzadora nombrará un Interventor con facultades plenas para administrar los fondos del Contratista y para dictar las medidas que considere necesarias, a efecto de garantizar la completa y satisfactoria terminación de la obra.

(2) En caso de que el Ministerio opte por dar por terminado el derecho del Contratista para proseguir los trabajos, la Afianzadora propondrá al Ministerio una terna de Contratistas para proseguir los mismos, a efecto de que el Ministerio, previa liquidación, pueda designar y contratar con el que se encargará de terminarlos. Si ninguno de los Contratistas propuestos satisface al Ministerio, éste en representación del Estado, procederá como se indica en las alternativas (b) ó (c), siguientes.

(b) Contratará con un Contratista, aceptable y calificado, la terminación de los trabajos, previa liquidación, de acuerdo con las condiciones, términos y Especificaciones fijados en el contrato original y las nuevas disposiciones que se incluyan en el contrato que para el efecto se suscriba, debiendo la Afianzadora proveer la totalidad de los fondos que se requieran para la satisfactoria terminación de la obra.

(c) El Ministerio hará efectiva la fianza de cumplimiento por la suma incumplida por el Contratista, según liquidación que efectuará la DGC, con participación del Delegado Residente y un representante de la Afianzadora, la cual debe proveer la totalidad de los fondos garantizados, la que el Ministerio puede utilizar en la forma que estime conveniente para completar la obra.

109.10 TERMINACION DEL CONTRATO POR CAUSAS DE FUERZA MAYOR O DERECHO A SUSPENSION DE TRABAJOS POR EL CONTRATISTA. Pueden presentarse los tres casos siguientes:

(a) El contrato podrá ser cancelado por el Estado, por causas de fuerza mayor que a su juicio así lo justifiquen. En tal caso el Estado pagará al Contratista una compensación justa y equitativa, convenida de mutuo acuerdo. Si no llegaren a un acuerdo sobre el monto de dicha compensación, el Estado pagará al Contratista una cantidad igual a:

(1) El valor del trabajo terminado o en proceso de terminación, según lo certifique el Delegado Residente, menos los pagos efectuados previamente y menos el valor de cualquier reclamo que el Estado pudiera tener contra el Contratista, con base en el contrato; y

(2) Un pago equitativo por los gastos incurridos por el Contratista, que no hayan sido pagados a causa de la terminación del contrato, pero sin tomar en cuenta ningún margen por concepto de ganancias precalculadas sobre el trabajo no ejecutado.

En ningún caso la suma de los pagos indicados en (1) y (2), debe exceder del monto total expresado en el contrato y las ampliaciones autorizadas.

(b) El Contratista puede solicitar: la cancelación del contrato, o la suspensión temporal de los trabajos correspondientes, sin responsabilidad alguna de su parte, en ambos casos, si el Estado retrasare los pagos a que se refiere el contrato, por el término de 30 días hábiles o más, a contar de la fecha de presentación al Ingeniero de toda la documentación necesaria para el pago. Se exceptúan los casos en que la falta de pago, se deba a la circunstancia de que el Contratista no haya hecho efectivas las sanciones por demora que tenga pendientes; o porque no esté solvente con los pagos que como patrono le corresponda hacer. Vencido el término de 30 días hábiles, el Contratista comunicará por escrito al Director, su intención de dar por terminado el contrato o de suspender los trabajos; y si dentro de un plazo de 15 días hábiles después de haber entregado dicho aviso, el Estado no ha pagado al Contratista o lo que se establezca en las bases de licitación, éste puede solicitar la cancelación del contrato y que se le compense conforme lo indicado en (1) y (2) del inciso (a) anterior o suspender los trabajos y que se le compense conforme al inciso (c) siguiente.

(c) En caso de que el Contratista hubiere optado por la suspensión temporal de los trabajos y el motivo de dicha suspensión sea subsanado, el término fijado para la terminación de la obra se prorrogará automáticamente, por igual número de días que haya durado la suspensión temporal de la misma; y se pagará al Contratista, por: todos los gastos de mantenimiento de la obra y de la vigilancia de sus instalaciones, renta del equipo que estaba trabajando al momento de la suspensión y que permanezca en la obra; primas adicionales por la prórroga de la fianza de cumplimiento y seguros, que por esta causa tuviera que pagar; así como aquellos gastos adicionales debidamente comprobados, que origine la suspensión temporal de la obra. Este pago se hará al Contratista, por medio de un Acuerdo de Trabajo Extra.

(d) El Contratista también puede solicitar la terminación prematura del Contrato en caso de incumplimiento del Estado a sus obligaciones, tales como proporcionar el Derecho de Vía, decisiones tardías, tardanza en corregir sub-diseños, etc., que impidan al Contratista el cumplimiento continuo de sus obligaciones por Mora del Estado.

SECCION 110 MEDIDA Y PAGO

- 110.01 Medida de Cantidades.
- 110.02 Alcance de los Pagos.
- 110.03 Pagos por Fluctuación de Cantidades de Trabajo.
- 110.04 Aumentos en más del 25% en las Cantidades de los Renglones.
- 110.05 Disminuciones Mayores del 25% en las Cantidades de los Renglones.
- 110.06 Compensación por Renglones Eliminados.
- 110.07 Compensación por Cambios en los Planos y/o Especificaciones.
- 110.08 Compensación por Causas de Fuerza Mayor.
- 110.09 Compensación por Fluctuación de Precios en los Materiales.
- 110.10 Compensación por Aumentos en el Costo de la Mano de Obra.
- 110.11 Trabajo por Administración.
- 110.12 Control de Costos para Trabajo por Administración.
- 110.13 Estimaciones Periódicas y Pagos Parciales.
- 110.14 Liquidación y Pago Finales.

110.01 MEDIDA DE CANTIDADES. Esta Sección contiene normas generales para la medida y pago. En cada Sección de estas Especificaciones, que rige a los diferentes trabajos a ejecutarse, se establecen normas especiales de medida y pago para cada trabajo específico y éstas prevalecen sobre las normas generales que aquí se describen.

En las Secciones de estas Especificaciones que rigen la ejecución de los diferentes trabajos, las unidades de medida y otros datos técnicos, aparecen indicados en el sistema internacional de unidades (SI). Mientras el uso de este sistema se generalice en la práctica de la construcción de carreteras, algunas dimensionales se indicaron, entre paréntesis, en el sistema inglés.

En todo renglón de trabajo, para cada Estimación, se deben medir las cantidades realmente ejecutadas, excepto cuando se trate de un renglón cuyo pago sea basado en suma global, en cuyo caso se estimará lo ejecutado basado en porcentaje. En la liquidación final se hace una revisión de los cálculos y/o de las medidas parciales de todos los renglones de trabajo.

En general, los métodos de medida y cálculo para determinar las cantidades de materiales suministrados y las del trabajo ejecutado de conformidad con los documentos contractuales, deben ser los normalmente reconocidos conforme a la buena práctica de Ingeniería.

Cuando la unidad de medida de un trabajo sea por metro cuadrado, las medidas longitudinales se harán paralelamente ajustadas a la superficie terminada de dicho trabajo; sin embargo, cuando este procedimiento de medida fuera excesivamente laborioso, las medidas podrán hacerse horizontalmente, de común acuerdo entre el Delegado Residente y el Contratista. Las medidas transversales serán las dimensiones exactas mostradas en los planos o las medidas reales hechas conjuntamente, paralelas a la superficie terminada del trabajo, las que sean menores, salvo cuando el Delegado Residente ordene por escrito otras dimensiones. Cuando la unidad de medida sea por hectárea, todas las medidas para el cálculo se tomarán horizontalmente.

Para la medida de estructuras, las dimensiones serán las líneas exactas mostradas en los planos o en las modificaciones aprobadas a los mismos.

Cuando los materiales sean medidos en metros cúbicos "volumen suelto" en el vehículo, éste último debe ser cubicado previamente por el Delegado Residente y el volumen será controlado en el punto de entrega en la carretera, salvo que se estipule de otra manera en la Sección respectiva de estas Especificaciones o en las Disposiciones Especiales.

Los camiones utilizados para el acarreo de material que se pague por su peso, serán pesados vacíos periódicamente, a menos que se especifique de otra forma, y en los momentos que el Delegado Residente lo ordene. Cada camión deberá mostrar una señal de identificación claramente visible.

Para el cálculo de volúmenes de excavación, debe usarse el método de promedio de áreas extremas u otro que sea aceptable para ambas partes y sea aprobado por el Delegado Residente.

La tonelada será de 2,000 libras (907.18 kilogramos), y el galón será del tipo Estados Unidos de América (3.785 litros), cuando se use el sistema inglés. Todos los materiales que son medidos o proporcionados por peso deberán ser pesados en básculas u otros equipo aprobados para pesaje.

110.02 ALCANCE DE LOS PAGOS. En los renglones de contrato basados en precio unitario, se pagará al Contratista la cantidad de trabajo realmente ejecutada de acuerdo con los planos, Especificaciones, contrato y demás documentos que forman parte del mismo, con base en las medidas hechas conjuntamente, entre el Delegado Residente y el Contratista. En renglones basados en suma global, el pago se hará por la unidad completa, pudiendo hacerse pagos parciales, a medida que la obra se vaya completando, basándose en porcentajes estimados, de común acuerdo entre ambas partes. Tanto en los renglones de precio unitario como en los de suma global, dichos precios incluirán la compensación total por todo el trabajo especificado en la Sección de estas Especificaciones a que corresponda cada renglón, incluyendo toda la mano de obra, materiales, herramientas, maquinaria, equipo e imprevistos necesarios, para la correcta terminación del trabajo, tal como está especificado en los demás documentos contractuales.

Se prohíbe terminantemente al Delegado Residente autorizar pagos de trabajos futuros.

Cualquier trabajo cuya ejecución pueda estar comprendida dentro del alcance de más de un renglón de contrato, para efectos de pago, debe definirse con cargo a uno de ellos, de común acuerdo entre el Delegado Residente y el Contratista, salvo que esté indicado en otra forma en las Disposiciones Especiales, en los planos o en otra Sección de estas Especificaciones.

Pagos parciales podrán hacerse por materiales disponibles a ser incorporados en la obra, siempre que los materiales cumplan con los requisitos del contrato y estén entregados o almacenados en el proyecto.

Los pagos parciales no podrán exceder del 40 por ciento del precio del renglón contratado.

La aprobación de pago parcial por materiales almacenados no constituye una aceptación final de dichos materiales.

Se efectuará pago por plantas vivientes o perecedoras hasta que hayan sido sembradas.

Adelante se describen los casos, en que por razones especiales, se consideran compensaciones o ajustes a los pagos estipulados en estas Especificaciones para cada renglón de contrato.

110.03 PAGOS POR FLUCTUACION DE CANTIDADES DE TRABAJO.

La fluctuación en más o en menos, de las cantidades de trabajo de un renglón de contrato, se determina al comparar las cantidades totales de trabajo revisadas o actualizadas de dicho renglón, con las originalmente contratadas.

Cuando se trate de fluctuaciones que estén comprendidas dentro de un límite no mayor del 40% del valor del contrato, el pago se hará al Contratista por la cantidad de trabajo realmente ejecutada, al precio unitario de contrato. Cuando se trate de aumentos, debe emitirse una Orden de Trabajo Suplementario y para disminuciones, una Orden de Cambio.

110.04 AUMENTOS EN MAS DEL 25% EN LAS CANTIDADES DE LOS RENGLONES.

Si en un renglón de contrato, por fluctuaciones sucesivas, la cantidad de trabajo aumenta en más del 25% de la cantidad originalmente contratada, el Contratista o la DGC tienen derecho a negociar un ajuste en el precio unitario original. Este ajuste podrá ser en menos, si el aumento produce una reducción en los costos de producción; o en más, si por circunstancias especiales, por el tiempo de ejecución u otros, dichos costos aumentan. El ajuste del precio unitario se aplicará únicamente a la cantidad que sobrepase del 125% de la originalmente contratada.

Cuando en un renglón, el aumento en más del 25% de las cantidades de trabajo, no obligue al Contratista a utilizar más recursos de los que tienen asignados en la obra para completarla en el tiempo contractual, la DGC puede requerir del Contratista una disminución en el precio unitario original, tomando en cuenta que: los costos de producción sean menores y que la parte del total de los gastos indirectos, que inicialmente fue cargada a dicho renglón, ya ha sido recuperada por el Contratista al llegar al 125% de la cantidad originalmente contratada. El ajuste del precio unitario se aplicará únicamente a la cantidad que sobrepase del 125% de la originalmente contratada.

Cuando el Contratista considere que el aumento del 25% le perjudica económicamente, debe solicitar al Delegado Residente que se negocie un ajuste del precio unitario correspondiente. Para ello debe presentar, junto con su solicitud, el cálculo de los costos que la justifique. Simultáneamente el Delegado Residente debe hacer el cálculo detallado del nuevo costo de dicho renglón, tomando en cuenta lo indicado en el párrafo anterior, respecto a gastos indirectos.

Tanto los cálculos de costo del Delegado Residente, como los del Contratista, deben ser comparados por el Ingeniero. Si el Contratista tiene precios excesivos, el Ingeniero debe intentar una negociación directamente con el Contratista, para establecer de mutuo acuerdo un precio. Al llegar a un acuerdo, el Ingeniero debe darle trámite al expediente con el nuevo precio unitario para aprobación del Director. En caso contrario debe hacerse otro intento de arreglo, al nivel del Director.

Para hacer efectivo el ajuste de precio que se aplicará a la cantidad que exceda del 125%, debe emitirse un Acuerdo de Renegociación de Precios, debiendo asignarse un número al renglón modificado que será el mismo número inicial, agregándole una letra distintiva; y el nombre del renglón se modificará con el adjetivo calificativo "Especial".

Si no se llegara a un acuerdo respecto al nuevo precio unitario, el trabajo debe completarse por el Contratista como Trabajo por Administración, como se indica en 110.11, con carácter de obligatoriedad, con el objeto de completar la obra.

110.05 DISMINUCIONES MAYORES DEL 25% EN LAS CANTIDADES DE LOS RENGLONES.

Si en un renglón de contrato, por fluctuaciones sucesivas, la cantidad de trabajo disminuye de tal manera que la cantidad revisada sea menor del 75% de la originalmente contratada, y si el Contratista considera que esta disminución de cantidades le perjudica económicamente, tiene derecho a negociar una compensación en tal renglón. Para ello debe presentar al Delegado Residente una solicitud de compensación. Junto con una copia de la misma debe presentar al Ingeniero, el cálculo de los costos que la justifiquen. Simultáneamente el Delegado Residente debe hacer un cálculo detallado de costos de dicho renglón, relacionado con dicha compensación.

Tanto los cálculos de costos del Delegado Residente, como los del Contratista, deben ser comparados por el Ingeniero, quien determinará la compensación que corresponda. En caso de que el Contratista no esté de acuerdo, se le pagará como compensación única, por este concepto una cantidad igual a: un 25% de la diferencia entre el monto que corresponda al 75% del renglón originalmente contratado y el monto de lo ejecutado en ese renglón. Para hacer efectiva esta compensación, debe emitirse un Acuerdo de Cambio por suma global, y no se hará ningún ajuste al precio unitario, por este concepto, para completar el trabajo en este renglón hasta llegar a la cantidad revisada.

110.06 COMPENSACION POR RENGLONES ELIMINADOS. Cuando uno ó más renglones del contrato, sean totalmente eliminados o cuando uno o más renglones sean total o parcialmente eliminados, en todo caso se emitirá una Orden de Cambio, y el Contratista tendrá derecho a que se le compense, por medio de un Acuerdo de Cambio pagándosele los gastos directos e indirectos en que haya incurrido con respecto al o a los renglones eliminados.

En el caso de los gastos directos, el Contratista debe comprobar fehacientemente y el Delegado Residente certificar que dichos gastos son reales y fueron efectuados antes de la fecha de notificación de la citada eliminación.

Por eliminación parcial, debe entenderse cuando un renglón es eliminado, habiéndose ejecutado menos del 50% de la cantidad originalmente contratada.

En el caso de que el Contratista hubiera adquirido materiales previamente a la fecha de notificación de la eliminación total o parcial de un renglón, o si los pedidos de esos materiales ya no los puede cancelar, el Contratista puede optar entre disponer libremente de ellos o bien requerir que la DGC le haga la compensación tal como se ha indicado anteriormente. En este último caso, los materiales pagados pasan a ser propiedad de la DGC, en el lugar donde se encuentren. Si esta dependencia desea que se le entreguen en sus bodegas, se pagará al Contratista por el flete adicional que esto ocasione.

Si los materiales se hubieran fabricado por el propio Contratista, tendrá derecho a que se le paguen los gastos directos, como si su fabricación se hubiera efectuado como trabajo por Administración. En este caso, los materiales también pasan a ser propiedad de la DGC, pudiéndose proceder en lo que a lugar de entrega y flete se refiere, como se indica en el párrafo anterior.

Si los materiales ya adquiridos se devolvieran al proveedor, el Contratista tendrá derecho a que el Estado le pague lo que el proveedor le cobre por retornarle dichos materiales, así como los costos de flete y otros gastos en que se incurra, previa comprobación y certificación del Delegado Residente.

En el caso de los gastos indirectos correspondientes a un renglón total o parcialmente eliminado, el Contratista tendrá derecho a que se le pague, como compensación, por suma global, en el mismo Acuerdo de Cambio, según el caso, de la manera siguiente:

(a) Eliminación Total. Con una cantidad igual al 20% del monto total originalmente contratado, de un renglón.

(b) Eliminación Parcial. Con una cantidad igual al 25% de la diferencia entre el 50% del monto total originalmente contratado de un renglón y el monto de lo ejecutado en dicho renglón.

Cuando renglones de trabajo individuales sean eliminados, el Contratista será compensado por todos los costos directos incurridos antes de la fecha de cancelación de dicho trabajo. La ganancia y los gastos generales de los costos directos serán incluidos en la compensación. El pago no incluirá ninguna asignación por ganancia y gastos generales

anticipados. No se harán ajustes en la duración del contrato cuando partidas individuales sean eliminadas.

110.07 COMPENSACION POR CAMBIOS EN LOS PLANOS Y/O ESPECIFICACIONES. Si durante la ejecución de una obra, se emite una Orden de Cambio por ser necesario efectuar uno o más cambios a las Especificaciones y/o los planos originales que sirvieron de base al Contratista para calcular sus costos de oferta; y si el o los cambios modifican radicalmente las condiciones topográficas, geológicas, estructurales o técnicas existentes antes del cambio; y si el o los cambios obligan al Contratista a usar maquinaria, equipo y/o materiales, distintos a los previstos originalmente; y si el Contratista considera que el o los cambios le perjudican económicamente, tendrá derecho a solicitar al Delegado Residente, que se negocie un ajuste de precio unitario en el, o los, renglones involucrados en el, o los, cambios. Si tal ajuste se llevara a efecto, debe entenderse que es exclusivamente por la cantidad de unidades de pago de cada renglón, afectadas por el o los cambios.

Para determinar si procede o no un ajuste, el Contratista debe adjuntar a su solicitud, el cálculo de costos que lo justifique. Simultáneamente, el Delegado Residente debe hacer un cálculo detallado de costos, según las condiciones del cambio y elevar ambos estudios a la consideración del Ingeniero, emitiendo opinión.

Tanto los cálculos de costos del Delegado Residente como los del Contratista, deben ser comparados y estudiados por el Ingeniero, quien decidirá si procede o no el ajuste solicitado. En caso afirmativo y si el Contratista tiene precios excesivos, el Ingeniero debe intentar una negociación con el Contratista para llegar mutuamente a un acuerdo de precios. Al llegar a un acuerdo, el Ingeniero debe tramitarlo para la aprobación del Director; en caso contrario, debe hacerse otro intento de negociación al nivel del Director.

Para hacer efectivo el convenio a que se haya llegado, debe emitirse un Acuerdo de Renegociación de Precios, aplicando los nuevos precios exclusivamente a las cantidades de trabajo involucradas en el cambio en cada renglón; debiendo darse a estos renglones una nomenclatura similar a la indicada en el penúltimo párrafo de 110.04.

Cuando como consecuencia del o los cambios, haya necesidad de efectuar trabajos para los cuales no exista renglón ni precio establecido en el contrato, debe emitirse un Acuerdo de Trabajo Extra.

En todo caso, si no se llegara a un acuerdo, el trabajo debe efectuarse por el Contratista como Trabajo por Administración, como se indica en 110.11.

Si se ajusta uno o más renglones de trabajo por las causas contempladas en este artículo, serán excluidos de cualquier otro ajuste, de los establecidos en 110.04, 110.05 ó 110.06, si la eliminación fuera como consecuencia del o los cambios.

110.08 COMPENSACION POR CAUSAS DE FUERZA MAYOR. Cuando el Contrato sea cancelado total o parcialmente por causas de fuerza mayor, se procederá de conformidad con 109.10.

110.09 COMPENSACION POR FLUCTUACION DE PRECIOS EN LOS MATERIALES. De conformidad con la ley, el Ministerio o la DGC compensarán al Contratista con los ajustes procedentes en cada caso.

110.10 COMPENSACION POR AUMENTOS EN EL COSTO DE LA MANO DE OBRA. Si después de la fecha de recepción de ofertas, el Estado hiciere cambios en las leyes de trabajo y como consecuencia de ello aumentare los costos de mano de obra del Contratista, se le hará el ajuste correspondiente para compensarle por ello de conformidad con la Ley.

110.11 TRABAJO POR ADMINISTRACION. El trabajo que efectúe el Contratista bajo la base de Trabajo por Administración, lo hará con su personal, maquinaria, equipo, herramientas y materiales. Este trabajo lo ejecutará dentro del tiempo máximo que previamente se fije de mutuo acuerdo con el Delegado Residente, para su terminación. Para el efecto, debe emitirse un Acuerdo de Trabajo Extra que describa dicho trabajo. El pago se hará en la forma siguiente:

(a) Mano de Obra. El Contratista propondrá la lista de los trabajadores y jefes de grupo que vayan a efectuar específicamente los trabajos, así como los salarios por hora y/o día que al momento de autorizarse el Trabajo por Administración, el Contratista tenga en vigor para dicho personal. Los salarios nominales por hora y/o día y la lista de trabajadores deben ser aprobados por el Delegado Residente, por escrito, antes de principiar los trabajos. El pago se hará multiplicando el salario nominal por hora y/o día de cada trabajador, por un factor que cubre las prestaciones y contribuciones sociales y laborales en vigor. Dicho factor será de 1.82 para trabajos que se ejecuten fuera del Departamento de Guatemala y de 1.87 para los que se efectúen dentro del mismo Departamento. Estos factores deben ser modificados cuando las prestaciones y contribuciones sociales ó laborales vigentes, sufran algún cambio.

Al monto que arroje el párrafo anterior se le sumarán los viáticos y gastos de subsistencias de los trabajadores.

El monto total ya afectado por el factor que corresponda, de los indicados en el párrafo anterior, se multiplicará por 1.35, como compensación total por la supervisión general por parte del Contratista y el suministro y reparación de herramienta pequeña usada en el trabajo. El Contratista no recibirá ningún pago para su personal de Administración ni de Supervisión.

(b) Materiales. Por todos los materiales usados en el trabajo, el Contratista recibirá el costo de los mismos entregados en la obra y aceptados por el Delegado Residente, incluyendo los gastos de transporte y acarreo. Para efectos de pago, el Contratista debe presentar los comprobantes que correspondan. El monto total debe multiplicarse por el factor de 1.25, que cubre los gastos de Administración y Supervisión del Contratista.

(c) Maquinaria y Equipo. Por cualquier maquinaria y/o equipo, incluyendo camiones, cuyo uso sea autorizado por el Delegado Residente, el Contratista recibirá pago por el valor de la renta, por el tiempo que se necesite para la ejecución del trabajo en forma satisfactoria, hasta su terminación. Esta renta debe ser convenida por escrito, de mutuo acuerdo entre el Delegado Residente y el Contratista, antes de que los trabajos principien, con base en el listado de Costos por Hora de la Maquinaria señalado por la ley, vigente al momento de efectuarse el Trabajo por Administración. La renta de la maquinaria y equipo que sea convenida, debe ser aprobada por el Ingeniero y no se multiplicará por ningún factor.

Las tarifas de renta, deben incluir el operador, transporte, aceites, lubricantes, suministros, herramientas pequeñas, piezas necesarias, reparaciones y mantenimiento de cualquier tipo, depreciación, almacenaje y seguros.

El pago de la renta se hará al Contratista, única y exclusivamente por las horas realmente trabajadas, comprobadas y autorizadas por el Delegado Residente.

(d) Misceláneos. No se hará ninguna asignación adicional por concepto de superintendencia general, el uso de herramientas pequeñas u otros gastos para los cuales no se hubiese provisto en el presente ninguna asignación específica.

(e) Sub-contratación. Por gastos administrativos relacionados con trabajos subcontratados aprobados, el Contratista recibirá una cantidad igual al 15 por ciento, del costo total de dicho trabajo, calculando como se establece arriba.

El pago, basado en el porcentaje establecido en los literales anteriores, constituirá la compensación total para todas las partidas de gastos. Si el Trabajo por Administración tiene una duración mayor de un período de pago, en cada estimación periódica se hará un cómputo de la mano de obra, materiales, maquinaria y equipo, para incluirlo en el pago parcial correspondiente.

110.12 CONTROL DE COSTOS PARA TRABAJO POR ADMINISTRACION. El Contratista y el Delegado Residente deben llevar controles diarios de todos los Trabajos por Administración, en formularios especiales aprobados, los cuales deben cotejarse diariamente y serán firmados por ambos, quedándose cada uno con su correspondiente copia.

El Contratista debe proveer al Delegado Residente, de toda la documentación necesaria para que pueda verificar continuamente el costo verdadero del Trabajo por Administración. Para tal efecto, el Contratista mantendrá un detalle completo de costos, especial para el trabajo hecho bajo este sistema.

110.13 ESTIMACIONES PERIODICAS Y PAGOS PARCIALES. Estos se harán como sigue:

(a) Estimaciones Periódicas. El Delegado Residente y el Contratista deben preparar de común acuerdo, estimaciones de trabajo, por períodos de un mes como máximo, cuyas fechas serán previamente establecidas en el contrato. Estas deben prepararse en los formularios correspondientes, levantándose un acta para cada estimación. Las estimaciones se harán dentro de los 5 días hábiles siguientes al final de cada período establecido e indicarán el total de las cantidades de trabajo ejecutado en cada renglón, el precio unitario contractual o suma global, el monto por renglón, los trabajos extras efectuados y el monto total acumulado a la fecha de la estimación.

(b) Pagos Parciales. El Estado hará pagos parciales al Contratista, contra estimaciones periódicas de trabajo realmente ejecutado y que haya sido aceptado de acuerdo con las estipulaciones contractuales.

Previo al pago de cualquier estimación periódica, el Contratista debe comprobar que está al día en el pago del personal de su empresa, por medio de certificación extendida por su contador, y de sus cuotas laborales y patronales con el IGSS, en el periodo anterior al de la estimación de que se trate.

Los pagos se harán dentro de un plazo de 30 días, contados desde la fecha en que el Ingeniero reciba la documentación de cobro respectiva.

De cada pago parcial se deducirá también, como se establece en 103.08, la amortización de anticipo, y otras deducciones por anticipo de materiales si éstos se han otorgado, según se establezca en las Disposiciones Especiales de cada obra.

Los pagos los hará el Estado en quetzales, excepto cuando éste decida hacer pagos en quetzales y en moneda extranjera. Cuando así lo decida, el Estado estipulará en las Disposiciones Especiales, el porcentaje del pago que se hará en quetzales y en moneda extranjera.

110.14 LIQUIDACION Y PAGOS FINALES. Todas las estimaciones y pagos parciales están sujetos a corrección en la liquidación final.

La liquidación final mencionada en 105.14, es la revisión, confrontación y verificación de la obra completa, que lleva a cabo la Comisión Liquidadora respecto a cantidades de trabajo realmente ejecutadas y pagos realizados en cada renglón de contrato, incluyendo las cantidades retenidas y demás documentos de pago que se emitan durante la construcción, haciendo todas

las correcciones necesarias con el objeto de preparar un informe pormenorizado, que es el que sirve de base para efectuar el ajuste de pago final al Contratista.

En la liquidación final se deducirán las sanciones por retraso, si las hubiere, ya sea las indicadas en 109.08 ó las que se hayan establecido en las Disposiciones Especiales.

El Contratista firmará la liquidación final cuando le sea presentada por la Comisión Liquidadora, o en caso de inconformidad, presentará por escrito sus objeciones y razones para que la Comisión las analice y resuelva. Si las discrepancias aún subsistieran y ambas partes no llegaran a ponerse de acuerdo, será el Ministerio el que resuelva.

El Contratista debe adjuntar a la liquidación, una declaración autenticada haciendo constar de que todas sus deudas han sido pagadas y que no tiene juicios pendientes relacionados con el trabajo ejecutado, de conformidad con los términos del contrato.

El pago final, incluyendo las cantidades de ajustes de liquidación, sanciones por retraso, etc., se hará al Contratista, al estar aprobado por la DGC el informe de liquidación final.

DIVISION 150

REQUERIMIENTOS DEL PROYECTO

SECCION 151 MOVILIZACION Y DESMOVILIZACIÓN.

151.01 Descripción.

151.02 Medida

151.03 Pago.

151.01 DESCRIPCION. La Movilización consistirá en los trabajos y operaciones preparatorias que incluirán todo lo necesario para el traslado del equipo al lugar de la obra y todos los trabajos y operaciones que se deban realizar antes de comenzar las actividades en los diferentes renglones establecidos en el Contrato.

La desmovilización es la actividad de retiro del Contratista y de sus recursos del sitio de la obra una vez finalizada y aprobada la misma.

151.02 MEDIDA. La movilización y desmovilización se medirá por Suma Global.

151.03 PAGO. El pago de la movilización se hará en forma porcentual a medida que el Delegado Residente certifique el ingreso de las diferentes unidades de equipo en condiciones de trabajo eficiente al proyecto, de acuerdo al listado propuesto en su oferta. No obstante ello, una condición de pago será la certificación de que el Contratista cuenta con un campamento en el sitio del proyecto, el personal propuesto se encuentre en la obra y los permisos y seguros correspondientes que garanticen el comienzo normal de la obra se encuentren regularizados.

La suma total de los pagos no deberá exceder el 80% de la cantidad contratada, mientras que el remanente se cancelará con la finalización y aprobación de la obra.

Cuando este renglón sea considerado, no se pagará anticipo de obra al proyecto. Cuando el Contrato no contenga un renglón para Movilización y Desmovilización, el costo de la misma debe estar incluido dentro de los renglones específicos de trabajo.

SECCION 152 REPLANTEO Y LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO PARA CONSTRUCCION

- 152.01 Descripción.
- 152.02 Replanteo de la Línea Central
- 152.03 Levantamientos Topográficos para Construcción.
- 152.04 Requerimientos del Replanteo y Levantamiento Topográfico.
- 152.05 Medida y Pago.

152.01 DESCRIPCION. Este trabajo consiste en el suministro de personal calificado, del equipo necesario y del material para efectuar levantamientos y replanteos topográficos, cálculos y registros de datos para el control del trabajo.

El personal, equipo y material deberá cumplir con lo siguiente:

(a) Personal. El Contratista debe suministrar cuadrillas de topografía técnicamente calificadas, capaces de ejecutar el trabajo en tiempo y con la exactitud requerida. Siempre que se estén realizando trabajos topográficos de replanteo, deberá estar presente en el proyecto un supervisor calificado para la cuadrilla.

(b) Equipo. El Contratista debe suministrar instrumentos de topografía y equipo de soporte capaces de alcanzar las tolerancias especificadas.

(c) Material. El Contratista debe suministrar herramientas e insumos aceptables del tipo y de la calidad utilizada normalmente en los trabajos de levantamientos topográficos efectuados en carreteras y adecuados para el uso indicado. Debe suministrar estacas y mojones de una longitud tal que provean un empotramiento sólido en el terreno y con un área superficial afuera del terreno suficiente para colocar las marcas legibles necesarias.

REQUISITOS DE CONSTRUCCION

152.02 REPLANTEO DE LA LINEA CENTRAL. El Personal de la Supervisora colocará las Referencias de los Puntos de Control Horizontal y Vertical, establecidos en los planos, consistentes en monumentos de concreto y corresponderá al Contratista hacer el replanteo en detalle a cada 20 metros de la línea central. El Personal de la Supervisora también suministrará los datos a utilizarse en el establecimiento de controles de los principales elementos del proyecto. Para el trazo de curvas horizontales se debe usar la definición Arco (Grado de curva horizontal: es el ángulo en el centro que subtiende un arco de 20 metros).

En el lugar de construcción de cada puente o bóveda, el Personal de la Supervisora deberá colocar como mínimo dos monumentos de concreto debidamente referenciados y ubicados convenientemente, los que indicarán la exacta localización de la estructura y su elevación (BM).

En adición a la información dada en los planos, el Personal de la Supervisora entregará los datos de rasante, pendientes, etc. El Contratista debe realizar los cálculos adicionales para el uso conveniente de los datos suministrados por el Personal de la Supervisora. El Contratista debe dar aviso al Personal de la Supervisora inmediatamente al notar discrepancias o errores encontrados, así como error o discrepancia en los planos y Disposiciones Especiales para que se resuelva lo procedente.

152.03 LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS PARA CONSTRUCCION. El Contratista, con las referencias entregadas por la Supervisora y la información suministrada en los planos y/o programas o archivos computarizados del diseño geométrico, colocará las estacas de construcción. Antes de efectuar un levantamiento topográfico para construcción, el Contratista deberá discutir y coordinar con el Delegado Residente lo siguiente:

- (a) Métodos a utilizar para el levantamiento topográfico.
- (b) Referencias para el replanteo.
- (c) Control de niveles para capas de materiales.
- (d) Control de estructuras.
- (e) Cualquier otro procedimiento y control necesarios para ejecutar el trabajo.

Antes de iniciar los trabajos de construcción, el Contratista deberá notificar al Delegado Residente la falta de puntos de control o referencias. El Delegado Residente restablecerá dichos puntos de control y referencias, antes de que inicie los trabajos de construcción.

El Contratista deberá conservar todas las referencias iniciales y los puntos de control. Después de iniciar los trabajos de construcción, deberá reponer todas las referencias o puntos de control iniciales que hayan sido destruidas o perturbadas y que sean necesarias para la ejecución del trabajo.

Se deberá efectuar el levantamiento topográfico y establecer controles dentro de las tolerancias mostradas en el siguiente cuadro:

CUADRO 152.01 TOLERANCIAS PARA LOS LEVANTAMIENTOS Y LOS REPLANTEOS TOPOGRAFICOS

Descripción Puntos de Control	Horizontal	Vertical ± 5 mm
Puntos sobre la línea central ⁽¹⁾ (PC), (PT), (POT) y (POC) incluyendo referencias, así como (PB)	± 50 mm	± 10 mm
Otros puntos sobre la línea central	± 50 mm	± 100 mm
Puntos de las secciones transversales ⁽²⁾	± 50 mm	± 100 mm
Referencias para el replanteo de estacas de talud	± 50 mm	± 20 mm
Alcantarillas, cunetas y estructuras menores de drenaje	± 50 mm	± 20 mm
Muros de retención	± 20 mm	± 10 mm
Sub-estructuras de puentes	± 20 mm	± 10 mm
Superestructuras de puentes	± 50 mm	± 10 mm
Límites de limpia, chapeo y destronque	± 500 mm	—
Estacas finales para la sub-rasante de la carretera	± 50 mm	± 10 mm
Estacas finales para la rasante de la carretera	± 50 mm	± 10 mm

⁽¹⁾ Puntos sobre la línea central: PC: principio de curva, PT: principio de tangente, POT: punto sobre tangente, POC: punto sobre curva, PB: punto de balance

⁽²⁾ Obtener las secciones transversales normales a la línea central $\pm 1^\circ$.

Las notas de campo deberán ser presentadas por el Delegado Residente en un formato aprobado. Se deberá suministrar todas las anotaciones topográficas. Se deberán suministrar los cálculos que respalden las cantidades de pago. Todas las anotaciones de campo y los documentos de soporte pasarán a ser propiedad del Estado.

Cuando el replanteo haya sido aceptado, se podrán iniciar las operaciones de construcción.

Los trabajos de levantamiento topográfico para la construcción podrán ser revisados para verificar su exactitud y se podrán rechazar partes inaceptables del trabajo. Se deberá corregir el trabajo que no esté dentro de las tolerancias especificadas en el Cuadro 152.01. La aceptación del levantamiento topográfico para la construcción no exime al Contratista de la responsabilidad de corregir errores descubiertos durante la ejecución del trabajo y de cubrir todos los costos adicionales causados por dicho error.

Todo levantamiento topográfico para medida y pago será hecho conjuntamente por la Supervisora y el Contratista, los cuales aprobarán con firma cada hoja de la libreta de campo, las secciones y los cálculos analíticos de cada área topográfica que pueda contabilizarse, cuando se usen equipos tradicionales.

152.04 REQUERIMIENTOS DEL REPLANTEO Y LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO.

Esta actividad la efectuará el Contratista con la supervisión del Delegado Residente, el cual avalará lo realizado.

(a) Puntos de Control. El Contratista podrá trasladar las referencias iniciales de control horizontal y vertical que interfieran con la construcción a lugares que no serán perturbados por las operaciones de construcción. El Contratista deberá suministrar al Delegado Residente las coordenadas y las elevaciones de los puntos trasladados antes de perturbar los puntos iniciales.

(b) Secciones Transversales de la carretera. Las Secciones Transversales se levantarán conjuntamente por el Contratista y la Supervisora y deberán obtenerse normales a la línea central. Su espaciamiento no deberá exceder de 20 metros. Cuando haya cambios muy notorios en la conformación del terreno, se tomarán Secciones Transversales adicionales donde el terreno lo requiera. Las Secciones Transversales se deberán tomar en un ancho hasta la intersección del pie o la corona de talud proyectado con el terreno natural. Todas las distancias de las Secciones Transversales deberán ser proyecciones horizontales a partir de la línea central. Para cada sección se levantarán puntos de control en cada punto de ruptura pero no menos de 5 metros entre ellos.

(c) Estacas de Talud y Estacas Auxiliares. Se deberán colocar Estacas de Talud y Estacas Auxiliares a ambos lados de la línea central en las ubicaciones de cada sección transversal. Se deberán colocar Estacas de Talud en los puntos de intersección de la pendiente del talud con la línea del terreno natural. Se colocarán estacas auxiliares del pie de talud afuera de los límites establecidos para la limpia. Toda la información relacionada con las estacas de talud deberá ser incluida en las estacas auxiliares. Las estacas de talud en cualquier sección que no coincidan con el levantamiento topográfico de las tolerancias establecidas en el Cuadro 152.01 deberán ser trasladadas. También se deben colocar estacas indicando los Puntos de Balance del Movimiento de Tierras.

(d) Límites de Limpia, Chapeo y Destronque. El Contratista deberá colocar estacas para delimitar los límites de limpia, chapeo y destronque a ambos lados de la línea central en las estaciones de las secciones transversales.

(e) Restablecimiento de la Línea Central. El Contratista deberá colocar estacas de Línea Central, cada 20 metros como mínimo, a partir de las referencias entregadas por la Supervisora y deberá restablecer estas estacas cuantas veces sea necesario para la construcción de la obra.

(f) Estacas Finales para la rasante. El Contratista deberá colocar estacas finales al nivel de sub-rasante, a lo largo de la línea central y a ambos lados de la misma. Deberá colocar estacas en la parte superior de la sub-rasante y en la parte superior de cada capa del pavimento.

En la intersección de la carretera con otro camino, el Contratista deberá colocar estacas a lo largo de la línea central, de ambos ejes centrales, así como sus correspondientes estacas de los hombros. Cuando existan carriles de aceleración o desaceleración, en igual forma el Contratista deberá colocar estacas de Línea Central de ambos ejes, así como sus estacas en los hombros de acuerdo con las rasantes correspondientes. El Contratista deberá colocar estacas en todas las cunetas a ser revestidas.

(g) Estructuras de drenaje. El Delegado Residente ordenará al Contratista hacer el levantamiento topográfico del cauce de la quebrada, así como el de la línea central de la carretera en su intersección con el eje de la misma. Basándose en éste levantamiento, la Supervisora autorizará la ubicación y ejecución de la estructura correspondiente.

(h) Puentes. Con base en las referencias entregadas por la Supervisora, el Contratista debe establecer en el campo la localización y ejes de todos los elementos de la sub-estructura, de acuerdo con lo mostrado en los planos y lo indicado en 152.03.

(i) Muros de Retención. El Delegado Residente ordenará al Contratista hacer un levantamiento especial para registrar el perfil longitudinal del muro y las secciones transversales con el espaciamiento requerido en toda la longitud que se estime necesario para la localización y cimentación del muro.

(j) Bancos de Préstamo. El Contratista deberá efectuar los trabajos especiales para el replanteo inicial y las medidas de los Bancos de Préstamo. Deberá establecer una línea de base referenciada, límites del sitio y límites de limpieza. Asimismo, se deberá efectuar un levantamiento topográfico y se deberá registrar las secciones transversales iniciales y finales.

(k) Monumentos y Marcadores Permanentes. El Contratista deberá efectuar todos los levantamientos topográficos necesarios para establecer la localización de los monumentos y los marcadores permanentes.

152.05 MEDIDA Y PAGO. Las mediciones topográficas las efectuará el Contratista bajo la supervisión continua del Delegado Residente, el que aprobará los registros del Levantamiento. No habrá pago alguno por esta actividad.

SECCION 153 SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD DEL CONTRATISTA.

- 153.01 Descripción.
- 153.02 Control de Calidad.
- 153.03 Control y Aseguramiento de Calidad.
- 153.04 Autoridad del Delegado Residente.
- 153.05 Control del Trabajo.
- 153.06 Composición del Equipo de Control de Calidad.
- 153.07 Ejecución del Control de Calidad.
- 153.08 Procedimientos de Control/Inspección.
- 153.09 Calificación del Personal.
- 153.10 Sub-contratos.
- 153.11 Muestreo.
- 153.12 Pruebas de Laboratorio.
- 153.13 Registros.
- 153.14 Aceptación del Sistema de Control de Calidad.
- 153.15 Medida y Pago.

153.01 DESCRIPCIÓN. El Contratista tiene que proveer y mantener un Sistema de Control de Calidad adecuado junto con el personal, equipo, suministros y facilidades necesarias para obtener muestras, realizar pruebas y controlar la calidad del trabajo.

El Contratista proporcionará al Delegado Residente, a los Ingenieros Auxiliares y sus Inspectores, las facilidades para que puedan verificar si el trabajo en ejecución y los materiales que se están utilizando, concuerdan con los planos y las especificaciones. Tal inspección puede abarcar la totalidad o cualesquiera de las partes del trabajo, incluyendo la preparación y fabricación de los materiales que se utilizarán.

El personal de la Supervisora participará en la ejecución de los ensayos de laboratorio y de campo que se efectúen para el Control de Calidad.

Durante la construcción, el Contratista deberá cuidar de no dañar las estructuras que se ubiquen a lo largo del alineamiento, como los estribos de los puentes, estructuras de drenaje, etc., y los daños ocasionados a las mismas, serán entera responsabilidad del Contratista.

153.02 CONTROL DE CALIDAD. El Control de Calidad será similar al de tipo industrial, o sea que el propio Contratista con su laboratorio debe controlar la calidad de su propia producción y corregirla cuando haya desviaciones de los límites de aceptación.

Tanto el Contratista como la Supervisión llevarán un control ordenado de los ensayos efectuados en laboratorio y en campo, ya sea que los resultados de los mismos sean positivos o negativos.

El Delegado Residente incluirá en los informes mensuales el listado de los resultados de los diferentes ensayos efectuados con sus respectivas observaciones y comentarios.

Sin embargo, aún cuando el personal de la Supervisora participe en la ejecución de los ensayos y mantenga presencia en la ejecución de los trabajos, la responsabilidad de la calidad de la obra será exclusiva del Contratista, por lo que, cuando se presente la existencia de trabajo defectuoso no autorizado o que no cumpla con los planos y/o especificaciones, se procederá de conformidad con lo indicado en la Sección 105.

153.03 CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD. El control de calidad durante el transcurso de la obra será llevado a cabo como se describe a continuación:

(a) Generalidades. El Contratista proveerá y operará por su cuenta un Sistema de Control de Calidad eficiente. Al mismo tiempo, la Supervisora hará funcionar un Sistema de Aseguramiento de Calidad, el cual servirá de supervisión sobre el Sistema de Control de Calidad del Contratista.

El Sistema de Control de Calidad será descrito en una oferta técnica que el Contratista deberá entregar junto con su programa de trabajo y el cronograma de ejecución. En el mismo, se detallará el equipo, personal, ensayos y su frecuencia, y la sistematización del proceso de Control de Calidad con el fin de obtener los requerimientos solicitados. El Sistema de Control de Calidad abarcará y controlará todos los renglones de trabajo, excepto aquellos que según instrucciones del contrato, dicha responsabilidad sea de otros. El Sistema de Control de Calidad contendrá 4 divisiones:

- Movimiento de Tierras y Pavimentos.
- Trabajos de Puentes y Estructuras.
- Trabajos Eléctricos y Sistemas de Servicios.
- Trabajos varios.

Cada una de las divisiones mencionadas hará su propio control por medio de los siguientes elementos:

(1) Laboratorio autorizado. Este constará de todo el equipo necesario para la ejecución de los ensayos. Además, se deberá contar con la literatura de soporte para consulta y que respalde la correcta ejecución de los trabajos.

(2) Equipos de Topografía. El jefe de éstos demostrará una experiencia profesional de al menos 10 años en trabajos de construcción.

(3) Equipo de Ingenieros y Técnicos de Laboratorio. Mínimo deberá contar con la presencia de dos Ingenieros Jefes de Control de Calidad con experiencia en Supervisión de obras en puentes, movimiento de tierras y pavimentos. Los ingenieros del control de calidad no serán los mismos ingenieros que dirigen la ejecución del proyecto, si no que se agregarán a ellos.

Cada componente del Sistema de Control de Calidad deberá recibir la correspondiente autorización del Delegado Residente. Sus detalles y experiencias, deberán pasar por previa autorización del Delegado Residente a través de los alcances de la propuesta técnica y de los resúmenes de vida de los profesionales propuestos.

El laboratorio donde se efectúen los ensayos deberá contar con la previa autorización del Delegado Residente. No se podrá comenzar la realización de ninguna parte del proyecto antes de que el Delegado Residente haya aprobado la composición del Sistema de Control de Calidad por completo.

(b) Funciones del Sistema de Control de Calidad. El Sistema de Control de Calidad del Contratista cumplirá y realizará todos los ensayos y las mediciones necesarias según las especificaciones del contrato y de acuerdo a los distintos documentos que constituyen parte inseparable del Contrato.

Todo lo anteriormente mencionado, será ejecutado por el Contratista en el marco del cronograma del proyecto, de tal forma que el recibimiento de las muestras, la ejecución de los ensayos, el registro y reporte, no retrasarán las etapas siguientes del trabajo (aquellas cuya realización depende de los resultados de los ensayos y mediciones) y no ocasionarán ninguna tardanza en el cronograma del proyecto.

La cantidad de ensayos a realizar será determinada por las normas ratificadas en el Contrato y estas Especificaciones, a menos que se haya establecido diferente en las Disposiciones Especiales o haya sido indicado por el Delegado Residente, otra cantidad diferente de ensayos.

El Sistema de Control de Calidad incluirá el registro y reporte de todo el proceso de control de calidad, en forma de reportes diarios especiales para el control de calidad, para cada uno de las siguientes actividades por separado:

- Movimiento de Tierras
- Trabajos de Pavimentación.
- Trabajos de Cimientos.
- Trabajos de Concreto Fundido en sitio.
- Trabajos Eléctricos y Sistemas de Servicios varios.
- Resto de los trabajos del proyecto.

Además de lo dicho anteriormente, manejará el Sistema de Control de Calidad una documentación corriente de las diferentes etapas de trabajo, por medio de la fotografía (incluidas fechas impresas en las fotos) que describirá la situación de los distintos hechos y también eventos especiales, si hubiera, durante la etapa de la ejecución.

(c) Reporte al Delegado Residente. El Sistema de Control de Calidad del Contratista trabajará en coordinación completa y en estrecho contacto con el Sistema de Aseguramiento de Calidad, representada por la Supervisora.

El reporte al Delegado Residente del Sistema de Control de Calidad, se hará según los reportes diarios especiales. Después de cada actividad de control y/o medición, será entregado el reporte relevante para el control del Delegado Residente. Sólo después de que el Delegado Residente autorizó con su firma el registro en los reportes y su correspondencia con los requisitos y las especificaciones relevantes y que los resultados de los ensayos y/o mediciones autoricen la continuación de los trabajos, podrá el Contratista continuar con las fases subsiguientes de la ejecución de la obra de acuerdo al orden establecido en el cronograma aprobado para el proyecto.

El Delegado Residente podrá, a su solo juicio, exigir del Sistema de Control de Calidad del Contratista, realizar otros ensayos por encima de la cantidad mínima de los requeridos en las especificaciones. El Contratista realizará de inmediato las órdenes del Delegado Residente en este asunto, sin apelaciones, y no le corresponderá ningún pago extra o tiempo extra de ejecución, originados por dicha exigencia.

El Sistema de Aseguramiento de Calidad que llevará la Supervisión, servirá de control de los ensayos que realizará el Contratista. Este sistema, servirá a la Supervisora para asesorar al Contratista sobre el mejoramiento de los procedimientos que se están ejecutando. El Sistema de Aseguramiento de Calidad no será respaldo de la calidad final de la obra, la que será entera responsabilidad del Contratista.

153.04 AUTORIDAD DEL DELEGADO RESIDENTE. El Delegado Residente decidirá sobre todos los problemas que puedan presentarse respecto a la calidad y aceptabilidad de los materiales entregados, el trabajo ejecutado, los procedimientos constructivos empleados y el ritmo de ejecución de la obra. El Delegado Residente también decidirá todas las dudas que puedan surgir respecto a la interpretación de los planos y especificaciones y todas las interrogantes que se presenten sobre el cumplimiento aceptable del contrato por parte del Contratista.

Solamente en el caso que el Contratista considere que las decisiones del Delegado Residente le afecten o le impidan cumplir satisfactoriamente con sus obligaciones contractuales,

o que las mismas provoquen detrimento en la calidad de la obra, o que obliguen al Contratista a cumplir con requerimientos adicionales a los del alcance del contrato, el Contratista podrá recurrir a lo dispuesto en la sección 105 por CONTROVERSIA.

153.05 CONTROL DEL TRABAJO. Deberán haber dos etapas de control para la Calidad:

(a) Controles Previos. Este control será realizado previo al comienzo de los trabajos de cada etapa como fue señalado en el programa de trabajo del Contratista. Este control incluirá el examen de los requisitos del contrato, control de cantidad, calidad y disponibilidad de materiales y equipamiento y sus autorizaciones; aseguramiento de los medios a contar para llevar a cabo el control; control de áreas de trabajo y aseguramiento de los trámites previos al comienzo del trabajo. El transcurso del control previo será registrado en los reportes del control de calidad y deberá ser presentado a las autoridades con la aprobación del Delegado Residente.

(b) Controles Corrientes de Seguimiento. Estos controles se realizarán en forma corriente de acuerdo a las exigencias del contrato y las Disposiciones Especiales y las mismas incluyen ensayos de laboratorio y otros, hasta completar cada etapa del trabajo. Los reportes corrientes del seguimiento serán parte del reporte de Control de Calidad.

El Contratista entregará reportes periódicos del control de calidad, al menos uno por semana, los cuales incluirán el registro de los ensayos generales y los ensayos de laboratorio de acuerdo a lo exigido en estas Especificaciones y a lo señalado en el programa de control de calidad y que fueran realizados durante el período que abarca el reporte de todos los trabajos realizados. Los reportes incluirán la siguiente información para toda actividad de trabajo:

(1) Cronograma y diagrama de flujo que contendrá la identificación y descripción de la actividad, fecha de comienzo, fecha de finalización y actividades ya terminadas.

(2) Las etapas de trabajo durante la época de la ejecución del reporte (movimientos de tierra, concretos, recapeo, etc.).

(3) Etapas del control de calidad (control previo o control corriente de seguimiento), su ubicación y su tipo.

(4) Actividades del control de calidad en plantas fuera del sitio.

(5) Resultados del control incluyendo daños y medidas de reparación, que fueron o que serán tomados ó, cuando los resultados de los ensayos no hayan sido aún recibidos, se señalarán éstos en el reporte junto con la fecha estimada para su recibimiento. Los resultados que fueran recibidos después de la etapa del reporte, serán incluidos en el primer reporte que será redactado después de su recibimiento.

(6) Resultado del control de materiales y equipamiento con su arribo al sitio y antes de ser integrado al trabajo asegurando la correcta entrega, prevención de daños y buen almacenaje.

(7) Instrucciones que fueran recibidas en el sitio por parte del Delgado Residente en todo lo relacionado al control de calidad.

(8) Cumplimiento de las instrucciones de seguridad del trabajo.

El reporte será controlado y firmado por la persona autorizada por el Contratista (Ingeniero en Control de Calidad). En lo referente al control de calidad de los materiales se deberá cumplir con los requerimientos de la Sección 106.

153.06 COMPOSICIÓN DEL EQUIPO DE CONTROL DE CALIDAD. El Contratista entregará una lista de los integrantes del equipo de control de calidad, detallando sus habilidades, sus conocimientos, su autoridad y su área de responsabilidad, asignando como jefes del equipo a dos Directores de Control de Calidad de acuerdo al siguiente detalle:

(a) Un Ingeniero con experiencia profesional comprobada en supervisión y ejecución de trabajos de movimiento de tierra, capas estructurales, pavimentos, materiales y suelos.

(b) El sistema de ensayos será concentrado por el laboratorista principal poseedor de conocimientos y experiencia comprobada que corresponda con la dirección y ejecución de todo tipo de ensayos en las diferentes etapas del trabajo.

(c) Un Especialista profesional ambiental, el cual tendrá a su cargo el control de calidad de las obras para que éstas no alteren el medio ambiente. La responsabilidad de este especialista es implantar las disposiciones ambientales generales y especiales incluidas dentro del plan de manejo y adecuación ambiental que forman parte del contrato de obra. La selección del especialista deberá contar con el visto bueno del departamento de gestión ambiental.

(d) Literatura de apoyo que facilite la consulta y respalde la correcta ejecución de los ensayos.

El número de empleados en el laboratorio que trabajarán bajo las órdenes del laboratorista principal autorizado será establecido de acuerdo al alcance del trabajo y a su avance.

Si en el transcurso del trabajo, el Delegado Residente decidiera que el equipo de control de calidad no cumple su trabajo como fue previsto, llamará la atención del Contratista al respecto y podrá ordenarle cambiar o reforzar el equipo antes mencionado. Estos cambios serán realizados a cuenta del Contratista dentro de los 15 días de notificado. El incumplimiento del mismo retrasará la aceptación de la estimación de los períodos respectivos.

Durante ese período, el Delegado Residente podrá ordenar los ensayos necesarios de otro laboratorio y todos los ensayos se descontarán de la estimación respectiva del Contratista. El Contratista entregará el programa de control de calidad reajustado dentro de los 15 días de recibida la orden de comienzo del trabajo y recibirá la autorización del Delegado Residente respecto a todo lo relacionado con los detalles del método, formularios de uso, procesos de reporte, equipos de control de calidad, y todos los contactos corrientes relacionados con control de calidad. Los trabajos no se llevarán a cabo antes de recibir esta autorización.

153.07 EJECUCIÓN DEL CONTROL DE CALIDAD. Todos los ensayos necesarios y que sobre ellos se decida de acuerdo al programa de trabajo que el Contratista entregue, se hará por medio del laboratorio(s) autorizado por el Delegado Residente. El laboratorio será equipado de tal forma que pueda realizar todos los ensayos requeridos. Este laboratorio y los demás fuera del sitio serán parte inseparable del sistema de control del Contratista. No se autorizará el comienzo del trabajo hasta tanto no esté completamente instalado el laboratorio mencionado. La falta de tal instalación, será vista como el incumplimiento del contrato y el Delegado Residente podrá considerar ejecutar los ensayos en otros entes a cuenta del Contratista y/o interrupción del trabajo.

A pesar de lo dicho, el Delegado Residente podrá permitir la ejecución de partes del trabajo relacionadas con el control de calidad aceptado. Los pagos al Contratista no se harán en ningún caso respecto a las partes del control de calidad que no fueran aprobadas.

El Delegado Residente podrá ordenar el uso de las instalaciones del lugar para la ejecución de ensayos, muestreo, control del proceso de la ejecución de los ensayos y recepción

de los resultados, con el objetivo de examinar el sistema de control del sitio. Este uso se hará sin pago extra al Contratista.

Si se encontraran defectos en el proceso del control de calidad que pone en funcionamiento, el Contratista tendrá que tomar medidas correctivas como lo ordene el Delegado Residente. En el caso de falta de respuesta rápida del Contratista a la reclamación del Delegado Residente, estará obligado a interrumpir todo el trabajo. La interrupción del trabajo como está determinada en este ítem no justificará recibir prórroga en la ejecución del trabajo y no recibirá ningún pago.

El Contratista dará aviso por escrito al Delegado Residente sobre cualquier cambio en el Sistema de Control de Calidad del proyecto. El cambio no se realizará sin previa autorización por escrito del Delegado Residente. Para que no queden dudas, cualquier cambio de este tipo, aún si recibiera la autorización del Delegado Residente, no le dará al Contratista derecho de recibir pago extra, ni prórroga en el tiempo de ejecución del trabajo.

(a) Reporte de las Actividades del Control de Calidad en la ejecución del Contratista (Reportes del Control de Calidad).

Al comienzo de cada mes, el Contratista deberá entregar un plan de trabajo del mismo mes contadas las actividades programadas. Acerca del control de calidad entregará reportes periódicos, uno diario y otro semanal, los cuales incluirán el registro de los ensayos generales y ensayos de laboratorio de acuerdo a lo exigido en estas especificaciones y las Disposiciones Especiales. Además, entregará un resumen de los resultados de los ensayos en formularios para ello.

“La entrega del Área” será acompañada por un reporte del Ingeniero de Control de Calidad en el cual demuestre por medio de la presentación de resultados de los ensayos requeridos que el área a entregar está de acuerdo a las condiciones de las especificaciones del contrato. Si el Contratista no realizó todo lo exigido y el área destinada a la entrega no está de acuerdo a las condiciones de las especificaciones, lo corregirá el Contratista o separará y expulsará las partes que no cumplan con las exigencias. La corrección o la separación serán responsabilidad del Contratista y por su cuenta.

(b) Frecuencia de Ensayos y Pruebas de Laboratorio. Como mínimo, el Contratista deberá llevar en la obra los controles, pruebas y ensayos de los materiales y productos terminados, respetando su frecuencia como sus requerimientos, de acuerdo a lo estipulado en estas Especificaciones y en las Disposiciones Especiales.

153.08 PROCEDIMIENTOS DE CONTROL / INSPECCIÓN. Se deberá efectuar cada una de las siguientes actividades en cada fase constructiva:

- (a) Fase Preparatoria.
- (1) Revisar todos los requerimientos contractuales.
 - (2) Asegurar el cumplimiento del material a los requerimientos contractuales.
 - (3) Coordinar la entrega de documentos incluyendo certificados y permisos.
 - (4) Asegurar la capacidad del personal y del equipo para poder corresponder a los requerimientos contractuales.
 - (5) Asegurar que los ensayos preliminares fueron ejecutados.

(6) Coordinar los trabajos de replanteo y topografía.

(b) Fase de Inicio.

(1) Revisar los requerimientos contractuales con el personal que ejecutará el trabajo.

(2) Inspeccionar el inicio de los trabajos.

(3) Establecer estándares de mano de obra.

(4) Proveer capacitación como sea necesario.

(5) Establecer un cronograma detallado de ensayos con base en el cronograma de producción.

(c) Fase de Producción.

(1) Efectuar inspecciones continuas e intermitentes durante la obra para detectar y corregir deficiencias.

(2) Inspeccionar fases completadas previo a la aceptación final de la obra.

(3) Proveer respuestas y cambios al desarrollo del proyecto para prevenir deficiencias recurrentes.

(d) Descripción de Registros. Se debe enumerar una lista de todos los registros que serán mantenidos durante la obra.

153.09 CALIFICACIÓN DE PERSONAL. Se deberá documentar el nombre, autoridad, experiencia relevante y la calificación de la persona con la máxima autoridad en el Sistema de Control de Calidad. Se deberá también documentar los nombres, autoridad y experiencia relevante de todo el personal directamente responsable para la inspección y ensayos.

153.10 SUB-CONTRATOS. Se deberá incluir el trabajo a efectuar por todos los subcontratistas. Si un sub-contratista desarrollará algún trabajo bajo esta sección, se detallará como será la relación de ese sub-contratista con el Contratista y/o con otros sub-contratistas.

153.11 MUESTREO. A menos que se especifique lo contrario, el Sistema de Control de Calidad tiene que contener un procedimiento, con base estadística, para obtener muestras al azar que permita que todas las unidades producidas tengan la misma probabilidad de ser escogidas para muestras y pruebas. El personal de la Supervisora debe de presenciar todas las obtenciones de muestras.

Cuando el Delegado Residente así lo indique, el Contratista debe tomar muestras y ensayar cualquier material que aparentemente sea distinto del material que se esté usando y que ya haya sido aprobado.

Toda la obtención de muestras tiene que estar de acuerdo con los procedimientos de la AASHTO ó ASTM.

Las bolsas tienen que ser suministradas por el Contratista y adecuadas para el manejo y conservación del material de que se trate. Las muestras entregadas al Delegado Residente tienen que ser identificadas por una manera aceptable al Delegado Residente.

153.12 PRUEBAS DE LABORATORIO. Todos las pruebas tienen que ser realizadas de acuerdo a los procedimientos de ensayo de la AASHTO ó ASTM, y siguiendo con los lineamientos del Sistema de Control de Calidad. El Contratista tiene que suministrar los resultados de las pruebas al Delegado Residente dentro de los límites de tiempo que requiera la prueba y en formatos aprobados por el Delegado Residente. El Delegado Residente tendrá acceso irrestricto para inspeccionar y revisar los trabajos de control de calidad.

El Delegado Residente realizará inspecciones para determinar la aceptabilidad de los materiales y de los trabajos mediante un Sistema de Aseguramiento del Control de Calidad del Contratista y utilizará los resultados de las pruebas del Contratista para determinar el cumplimiento con las especificaciones.

Si durante las inspecciones, el Delegado Residente duda de la validez de los resultados del Sistema de Control de Calidad del Contratista, debe ordenar al Contratista realizar pruebas adicionales. No se hará ningún pago directo por tomar muestras y realizar pruebas adicionales o repetir pruebas ordenadas por el Delegado Residente porque dicho trabajo será considerado como una obligación subsidiaria del Contratista cubierta bajo el contrato.

De persistir la duda, el Delegado Residente tomará muestras y las enviará a un laboratorio para efectuar las pruebas del caso. De hacerse necesario que el Delegado Residente ordene hacer pruebas de materiales de una parte del trabajo, ya que las pruebas del Contratista no ofrecen confiabilidad, el costo total de realizar dichas pruebas será cargado al Contratista deducido del pago de la estimación correspondiente.

153.13 REGISTROS. El Contratista deberá llevar registros completos de las pruebas de laboratorio. El personal de la Supervisora deberán tener acceso libre a estos registros.

Para cada día de trabajo, se deberá preparar un "Registro Diario de la Inspección de las Operaciones de Construcción". La información contenida en ese registro deberá ser avalada con la firma del jefe del Sistema de Control de Calidad del Contratista.

Todos los resultados de las pruebas deberán ser suministrados diariamente a medida que se lleva a cabo.

Cuando se efectúen pruebas sobre material que esté siendo incorporado al trabajo, los resultados deberán ser entregados dentro de 24 horas. La incorporación del material o el desarrollo del proceso constructivo podrán ser interrumpidos, mientras los resultados de laboratorio no cumplan con las especificaciones.

Cuando el registro sea incompleto, erróneo, o confuso, se devolverá al Contratista con las correcciones correspondientes. Cuando existan errores u omisiones crónicas, se deberán corregir los procedimientos.

Se llevaran formatos de control donde se identificará el nombre del proyecto y número de contrato, el número de muestra y ensayo, tipo de ensayo, los límites máximos y mínimos permisibles aplicados por las especificaciones a cada parámetro que se revisa y los resultados obtenidos. Se deberán utilizar esos formatos como parte del Sistema de Control de Calidad para documentar la variabilidad del proceso constructivo, identificar problemas de equipo y de producción e identificar ajustes potenciales a los factores de pago.

Los formatos de control deberán ubicarse en una localidad accesible y mantenerlos actualizados. Cuando se encuentren problemas evidentes, se deberá cesar los trabajos hasta la corrección de los mismos.

153.14 ACEPTACION DEL SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD. El Sistema de Control de Calidad del Contratista será evaluado de acuerdo a la sección 106 basado en la habilidad demostrada del sistema en cumplir con los requerimientos contractuales.

Si el Sistema de Aseguramiento de la Calidad que llevará a cabo el Estado o la Supervisora indicará que el Sistema de Control de Calidad del Contratista es ineficiente, se deberán ejecutar las correcciones necesarias en forma inmediata para corregir las deficiencias. Las modificaciones efectuadas se entregaran por escrito al Delegado Residente.

(a) Manejo de los Materiales. Aun cuando los materiales hayan sido probados en el lugar de fabricación o de almacenamiento, el Contratista cuidará porque éstos sean acarreados o manejados, en tal forma que sus propiedades para el trabajo sean las requeridas por las especificaciones. Deberán ser transportados en vehículos adecuados para los materiales de cada renglón de trabajo y evitar la pérdida de temperatura, segregación, contaminación, etc. de los mismos. El Delegado Residente podrá ordenar nuevas pruebas en el lugar de colocación de los materiales, para verificar su debido cumplimiento con las especificaciones.

(b) Materiales Suministrados por el Estado. Cualquier material proporcionado por el Estado será entregado o puesto a la disposición del Contratista en los puntos especificados en las Disposiciones Especiales, en donde el Contratista deberá verificar la calidad de los mismos, El manejo y la colocación de los mismos será responsabilidad del Contratista desde que los haya recibido a su satisfacción. El Contratista deberá presentar una garantía al Estado por la pérdida o deterioro de los mismos cuando éstos se encuentren bajo su responsabilidad.

153.15 MEDIDA Y PAGO. No se efectuará pago alguno por esta actividad.

SECCION 154 PROGRAMA DE TRABAJO PARA LA CONSTRUCCIÓN

- 154.01 Descripción.
- 154.02 Generalidades.
- 154.03 Método del Gráfico de Barras (Gantt).
- 154.04 Método de la Ruta Crítica (CPM).
- 154.05 Descripción escrita.
- 154.06 Actualizaciones del Programa.
- 154.07 Medida.

154.01 DESCRIPCIÓN. Este trabajo consiste en la programación de la ejecución de todas las actividades de construcción.

REQUISITOS DE CONSTRUCCIÓN

154.02 GENERALIDADES. El Contratista deberá suministrar tres copias del programa indicado en 109.02.

El Contratista deberá utilizar el Método del Gráfico de Barras (Gantt) y el Método de la Ruta Crítica (CPM) descrito más adelante para elaborar el Programa de Trabajo Definitivo para ser aprobado por la Autoridad Superior para todos los trabajos contractuales. En cada programa de trabajo se deberá anotar lo siguiente:

- (a) El nombre del proyecto
- (b) El número de contrato
- (c) El nombre del Contratista
- (d) El tiempo contractual original y la fecha de terminación
- (e) El tipo de Programa de Construcción (inicial o actualizado)
- (f) La fecha efectiva del programa
- (g) El porcentaje de trabajo estimado a ejecutar mensualmente
- (h) El porcentaje de tiempo estimado a utilizar
- (i) Programa de Ejecución Financiera Mensual

El Contratista deberá suministrar tres copias del Programa de Trabajo Definitivo para la Construcción dentro de los 30 días después de emitida el acta de iniciación de los trabajos, el cual entrará en vigor después de los primeros 90 días de iniciado el tiempo contractual. Dentro de los 14 días siguientes de la entrega del Programa de Trabajo Definitivo, el Delegado Residente dará su aceptación o rechazo al mismo. Si es rechazado, el Contratista deberá suministrar el programa con la incorporación de las observaciones hechas dentro de los 7 días siguientes.

El Programa de Trabajo se deberá enmarcar dentro del plazo contractual.

154.03 MÉTODO DEL GRÁFICO DE BARRAS (GANTT). El Programa de Trabajo para la Construcción utilizando el Método de Gantt, consistirá en un gráfico de barras que indique el progreso y de una descripción escrita del mismo.

Para la elaboración de la Gráfica de Barras para el control del progreso de los trabajos, se deberá de tener en cuenta lo siguiente:

- (a) Utilizar una escala de tiempos para mostrar gráficamente el porcentaje de trabajo programado a ser completado dentro del plazo contractual.
- (b) Definir y relacionar las actividades con los renglones contractuales de pago.
- (c) Mostrar todas las actividades en el orden en que se ejecutará el trabajo, incluyendo las fechas de suministro, fabricación y entrega.
- (d) Mostrar todas las actividades principales que constituyan un factor de control en la terminación del trabajo.
- (e) Mostrar el tiempo necesario para ejecutar cada actividad y su relación con otras actividades.
- (f) Mostrar el tiempo total estimado para completar todo el trabajo.
- (g) Proveer suficiente espacio para que en cada actividad se permita el dibujo de 2 longitudes de tiempo adicionales paralelas a la original, para la revisión del tiempo programado y la otra para mostrar el trabajo realmente ejecutado en ese tiempo.

154.04 MÉTODO DE LA RUTA CRÍTICA (CPM). El Programa de Trabajo para la Construcción utilizando el Método de Ruta Crítica (CPM), consiste de un diagrama, un programa tabulado y de una descripción escrita.

(a) Diagrama. Se debe de utilizar el formato de "Actividad en cada Flecha" para el Diagrama de Flechas o el formato de "Actividad en cada Nodo" para el Diagrama de Precedencias. Se deberá de tomar en cuenta lo siguiente:

- (1) Utilizar una escala de tiempos para mostrar gráficamente el porcentaje de trabajo programado para la terminación en cualquier fecha dada durante el tiempo contractual.
- (2) Definir y relacionar las actividades con los renglones contractuales de pago.
- (3) Mostrar la secuencia y la interdependencia de todas las actividades incluyendo los suministros, fabricación y entrega.
- (4) Mostrar todos los nodos de actividades, descripciones de las actividades y duraciones.
- (5) Mostrar todas las flechas simuladas en la red (únicamente para diagramas de flechas).
- (6) Identificar la ruta crítica.

(b) Programa tabulado. Los requerimientos siguientes se aplican para los programas tabulados:

- (1) Para diagramas de flechas, indicar los números de la actividad inicial y del nodo final. Para diagramas de precedencia, listar las actividades y mostrar los tiempos que rigen o los de retraso.

- (2) Mostrar las duraciones de las actividades.
- (3) Mostrar las descripciones de las actividades.
- (4) Mostrar las fechas de iniciación y de finalización tempranas.
- (5) Mostrar las fechas de iniciación y de finalización tardías.
- (6) Mostrar el estado (crítico o no).
- (7) Mostrar la fluctuación total.

154.05 DESCRIPCIÓN ESCRITA. Se deberá tomar en cuenta lo siguiente para aplicarlo en la descripción escrita:

- (a) Estimar los días de inicio y de terminación para cada actividad.
- (b) Describir el trabajo a efectuar en cada actividad incluyendo el tipo y la cantidad de equipo, mano de obra y material a ser utilizado.
- (c) Describir la ubicación, dentro del proyecto, donde se llevará a cabo cada actividad.
- (d) Describir los rendimientos de producción programados por cantidades de renglón de pago (por ejemplo: metros cúbicos de excavación por hora/día/semana).
- (e) Describir los días de trabajo por semana, feriados, número de turnos por día y número de horas por turno.
- (f) Estimar cualquier período durante el cual una actividad esté ociosa o parcialmente ociosa. Mostrar las fechas de iniciación y de terminación para producción reducida o para el tiempo ocioso.
- (g) Describir las fechas esperadas y críticas para la entrega de material o equipo que puedan afectar el tiempo para la entrega del proyecto.
- (h) Describir las fechas críticas de terminación para mantener el Programa de Trabajo para la Construcción.
- (i) Identificar al vendedor, al proveedor o al subcontratista que ejecutará la actividad. Indicar todas las condiciones asumidas para la programación del trabajo a ser efectuado.

154.06 ACTUALIZACIONES DEL PROGRAMA. El Contratista, cuando sea necesario, pedirá revisar el Programa de Trabajo para la Construcción para verificar las fechas de terminación de las actividades completadas, duración restante de las actividades incompletas y cualquier revisión propuesta que sea lógica y/o relacionada con los tiempos. Todo cambio y/o actualización al Programa de Trabajo debe ser analizado por el Delegado Residente quien lo someterá a aprobación del Ingeniero, de acuerdo con lo indicado en 109.02.

Se deben suministrar 3 copias de cada Programa de Trabajo para la Construcción actualizado para su aceptación cuando haya un aumento, eliminación o revisión en las cantidades de trabajo en $\pm 5\%$ de las actividades causado por una modificación sustancial que amerite una revisión al Programa de Trabajo.

154.07 MEDIDA. La elaboración del Programa de Trabajo para la Construcción no será medida para efectos de pago.

SECCION 155 SEÑALIZACIÓN, CONTROL DEL TRÁNSITO Y MANTENIMIENTO DE LA CARRETERA

- 155.01 Descripción.
- 155.02 Mantenimiento del Tránsito y de la Carretera
- 155.03 Plan de Seguridad, Control del Tránsito y Mantenimiento de la Obra.
- 155.04 Barricadas, Avisos de Precaución, Maquinaria y Desvíos.
- 155.05 Limitaciones sobre las operaciones de construcción
- 155.06 Restricciones de pesos y dimensiones.
- 155.07 Mantenimiento de la carretera durante la ejecución del trabajo.
- 155.08 Operaciones Nocturnas.
- 155.09 Mantenimiento de la carretera durante los períodos de suspensión y descanso.
- 155.10 Aceptación.
- 155.11 Medida.
- 155.12 Pago.

155.01 DESCRIPCIÓN. Este trabajo consiste en la colocación de dispositivos temporales, para control y mantenimiento de la seguridad del tránsito dentro del Proyecto y carreteras adyacentes y el mantenimiento de la sección abierta y destinada al tránsito durante el período constructivo. El trabajo deberá ser ejecutado de manera que se garantice la conveniencia y la seguridad del público y se proteja a los residentes y a la propiedad adyacente al proyecto. El tránsito público deberá ser acomodado en las calles o sitios adyacentes al Proyecto y dentro del mismo, hasta que éste sea aceptado.

155.02 MANTENIMIENTO DEL TRÁNSITO Y DE LA CARRETERA. Para el mantenimiento del tránsito, se prevén los siguientes casos:

(a) Tránsito dentro de la Obra. Cuando la obra consista en efectuar mejoras a una carretera existente o haya construcción nueva en la misma y no existan caminos paralelos o desvíos para encauzar por ellos el tránsito público, la carretera existente debe conservarse abierta al mismo, debiendo el Contratista mantenerla en condiciones de transitabilidad cómoda, entendiéndose por ésta sin baches ni obstáculos cumpliendo con los requisitos de seguridad y con el mínimo de obstrucciones o retrasos para los usuarios.

La seguridad deberá garantizarse por medio de elementos de señalización que garanticen el tránsito seguro y fluido sobre la carretera.

Cuando el paso del tránsito público perjudique las operaciones del Contratista, éste podrá cerrarlo durante las horas y en los tramos que el Ingeniero le autorice por escrito.

En este caso y por lo menos con tres días de anticipación antes de cerrar determinado tramo, el Contratista debe publicar por lo menos en dos diarios de mayor circulación, un aviso en que se informe al público el tramo o tramos que estarán cerrados durante las horas autorizadas, indicando las horas en que serán abiertos al tránsito público y las precauciones que éste debe tomar. El Contratista debe poner barricadas claramente visibles con pintura reflectiva, y en los períodos en que se abra al tránsito y sea necesario, un carro piloto del Contratista debe guiarlo a lo largo del tramo en construcción, para asegurar que se mantenga una velocidad restringida, cumpliendo con lo mencionado anteriormente. Para lograr estos objetivos, el Contratista empleará todos los recursos necesarios que aseguren el tránsito ordenado dentro de la zona de construcción. Se recomienda el uso de radiodifusoras locales al lugar de la obra, para la difusión de las horas en que permanecerá cerrado el tramo.

En las secciones en que exista algún peligro, el Contratista debe poner abanderados previniendo tal situación.

(b) Desvío del Tránsito. Cuando existan veredas o caminos en uso, el Contratista podrá desviar por ellos el tránsito público, debiendo en tal caso, habilitarlos y mantenerlos. Para el efecto, el Contratista debe tener la aprobación previa del Delegado Residente. El Contratista podrá aprovechar los tramos del Derecho de Vía para desviar el tránsito público, donde esto sea factible.

Al terminar de usarlos debe dejar todos estos desvíos por lo menos en un estado igual o mejor a como se encontraban originalmente.

En casos de fuerza mayor y cuando el Delegado Residente ordene trabajos especiales o imprevistos que sean indispensables para el mantenimiento del tránsito público, el Contratista recibirá compensación adicional por estos trabajos con cargo a los renglones de contrato y si no los hubiera, por medio de un Acuerdo de Trabajo Extra.

Cuando se trate de una obra nueva, donde anteriormente no ha habido camino en servicio público, el Contratista no está obligado a mantener el tránsito, pero si se le ordenará efectuarlo será compensado económicamente.

155.03 PLAN DE SEGURIDAD, CONTROL DEL TRÁNSITO Y MANTENIMIENTO DE LA OBRA. Durante la conferencia de pre-construcción, y en un tiempo que no supere los 30 días de iniciada la obra, el Contratista deberá presentar el Plan de Seguridad, Control del Tránsito y Mantenimiento de la Obra, que se aplicará durante todo el tiempo contractual, incluyendo los períodos de descanso y de paros en el proyecto, a efecto de que no se causen molestias e inconvenientes a los usuarios, el cual deberá aprobarse por el Ingeniero. El Plan incluirá lo siguiente:

(a) Detalle de las actividades de mantenimiento a efectuar, con la frecuencia respectiva, estableciendo el tiempo de inicio y de ejecución de las mismas.

(b) Enumerar y detallar los dispositivos de señalización a implementar especificando su localización. Estas actividades deberán estar en concordancia con el Programa de Trabajo Definitivo Aprobado (Sección 154).

(c) Establecer y definir los desvíos, los caminos auxiliares y todo canal de tránsito previsto durante la obra.

Además las acciones que se deben considerar para la ejecución del Plan serán las siguientes:

(a) La implementación del programa.

(b) Coordinar las operaciones de control de tránsito, incluyendo aquellas de los subcontratistas y los proveedores.

(c) Corregir inmediatamente las deficiencias en el control del tránsito.

(d) Coordinar las operaciones para el mantenimiento del control del tránsito con el personal de la Supervisora.

(e) Se debe verificar que los dispositivos para el control del tránsito que no estén en uso sean manejados y almacenados adecuadamente.

(f) Organizar reuniones periódicas para tratar aspectos relacionados con la seguridad del tránsito en la que participe el Delegado Residente.

(g) Suministrar un reporte mensual en el que conste que las inspecciones y las revisiones fueron realizadas y que los dispositivos para el control del tránsito cumplen con los requerimientos contractuales. Incluir el número y tipo de dispositivos en uso. Informar en este reporte semanal todos los cambios o las acciones correctivas tomadas para garantizar el paso seguro del tráfico público dentro del proyecto.

155.04 BARRICADAS, AVISOS DE PRECAUCIÓN, MAQUINARIA Y DESVIOS. El Contratista debe proporcionar y mantener, a su costa, las barricadas, señales de precaución y dirección, banderas rojas y luces de prevención, que a juicio del Delegado Residente sean necesarias para la protección del trabajo y la seguridad y conveniencia del público. Las carreteras cerradas al tránsito serán protegidas por el Contratista, por medio de barricadas efectivas, en las que se colocarán señales de precaución y dirección; en todos los cierres, intersecciones y a lo largo de las rutas de desvío, señalando el tránsito alrededor de las partes cerradas de la carretera. Todas las barricadas y obstrucciones deben estar iluminadas durante la noche y todas las luces deben permanecer encendidas desde la puesta del sol hasta el amanecer, o en su defecto, tener señales reflectivas.

El Contratista deberá tener como mínimo las siguientes señales para la protección de la obra: señales reversibles de "DETENCIÓN/PASO"; señales de velocidad máxima; señales de estrechamiento de calzada para ambos lados (derecho e izquierdo, según sea el caso); señales de fin de prohibiciones; vallas de cierre de carril; conos de balizamiento y señales luminosas.

(a) Colocación de la Señalización en la Carretera. Será en el siguiente orden: Las señales de obras se colocarán 500, 300 y 100 metros antes de la zona de trabajo; las señales de estrechamiento de calzada a 100 metros de la zona de trabajo; las señales de velocidad máxima, 300 metros, 100 metros y al inicio del área de trabajo; los conos de balizamiento en la embocadura de llegada a la zona de trabajo y luego a lo largo del tramo con un espaciamiento máximo de 10 metros, limitando la zona de trabajo y las señales de fin de prohibiciones 50 metros más allá de la zona de trabajo. Todas las señales se colocarán al inicio y al final de la zona de trabajo.

(b) Señalización Nocturna. Se deberá tener en cuenta las consideraciones siguientes: Antes de ser colocadas, las lámparas deberán tener baterías eléctricas debidamente cargadas y limpias; las lámparas que utilicen queroseno o cualquier otro tipo de combustible, deberán tener el tanque lleno y con la mecha adecuada. La señalización se deberá observar a lo largo de toda la sección en construcción y se deberán pintar con pintura reflectiva las secciones ya terminadas. Los tramos que no se encuentren dentro de los grupos mencionados anteriormente, deberán contar con la señalización especificada para uno o el otro caso expuesto, de acuerdo a los requerimientos para la correcta visualización del usuario.

(c) Abanderados. Deberán utilizar el equipo de protección personal descrito en 108.10; el abanderado deberá estar de pie cerca de las vallas para moverlas de acuerdo con la orden de paso o de detención que corresponda; el abanderado entrante decidirá el momento de parar el flujo de tránsito y dar paso al tránsito de la otra dirección. Entre los abanderados la comunicación se efectuará por medio de sistemas de radio.

(d) Zona de Trabajo. El Contratista es responsable durante la ejecución de la obra, de cumplir con todas las leyes y demás disposiciones de seguridad. Si durante la ejecución de los trabajos, el Delegado Residente considera peligrosa cualquier operación, trabajo o condición derivada de los mismos, lo notificará al Contratista para que éste haga las correcciones necesarias en forma inmediata.

Para conservar los trabajos que se efectúen en la carretera y la seguridad de los usuarios y trabajadores, se deberá observar las consideraciones siguientes: No se debe dejar cordón de material de arrastre al borde de la carretera durante la obra; todo el material de trabajo se debe volcar en un lugar adyacente y a un lado de la carretera, comenzando su volcamiento

desde el extremo alejado del tramo para que el material no impida la descarga del nuevo; no se debe limitar las zonas de trabajo con piedras, piezas con espinas de maleza o tablas con clavos; durante la noche la zona de trabajo debe quedar en condiciones de seguridad y deben desaparecer todos los obstáculos de la carretera.

El Contratista deberá llevar a cabo un control del polvo durante la fase constructiva de acuerdo a lo indicado en la Sección 313. Este trabajo deberá incluir el abastecimiento, acarreo y aplicación de agua para el control de polvo causado por las operaciones del Contratista y el tránsito de los usuarios de la carretera.

Las fuentes de agua deberán ser suministradas por el Contratista. El agua deberá estar libre de materiales dañinos y razonablemente limpia.

El agua deberá ser aplicada en los lugares, en las cantidades y durante las horas, incluyendo noches, que sean indicadas por el Delegado Residente. El agua deberá ser aplicada por medio de distribuidores a presión o tuberías equipadas con un sistema de rocío o mangueras con boquilla que aseguran una aplicación de agua en las cantidades ordenadas.

Este trabajo deberá considerarse en la integración de precios de esta sección.

(e) Vehículos y Maquinaria. Las medidas mínimas de seguridad que deben observarse en la obra, referente a la maquinaria y los vehículos, son las siguientes: Todos los vehículos deben trabajar con faros encendidos, además de contar con luces de ráfagas amarillas; si no se dispone de éstas últimas, deberán llevar banderines de color rojo, en un lugar visible. Toda la maquinaria debe llevar delante y detrás, zonas ocupadas por franjas en color rojo y blanco de pintura o papel reflectante. La maquinaria debe trabajar en la misma dirección en que circula el tráfico y el conductor de la maquinaria no debe estacionarse en intersecciones ni en curvas. La maquinaria deberá ser operada de acuerdo con las velocidades máximas y mínimas permisibles, que no pongan en riesgo la seguridad de usuarios de la carretera y trabajadores de la obra. Se deberá contar con operarios de dirección, los cuales deberán atender a las máquinas dirigiendo el tráfico y los giros de las máquinas.

Cuando el Contratista no esté utilizando su equipo, debe estacionarlo fuera de la carretera hasta una distancia de tres metros de la vía de tránsito. Cuando esto no sea posible, debe colocar señales reflectoras que indiquen claramente la presencia de este obstáculo.

155.05 LIMITACIONES SOBRE LAS OPERACIONES DE CONSTRUCCIÓN. Cuando la carretera esté abierta al paso del tránsito público, se deberán restringir las operaciones de construcción de la siguiente manera:

(a) Cuando se habilite el paso al tránsito en media sección de la carretera terminada, deberán estar colocadas las defensas metálicas donde lo requiera el Delegado Residente, así como la señalización para garantizar la seguridad del paso vehicular.

(b) Cuando exista un desnivel entre la carretera abierta al tránsito y las obras laterales (hombros o cajuelas), deberán existir:

(1) Defensas laterales, si lo permite el ancho de la vía,

(2) De no existir ancho suficiente, algún tipo de señal preventiva, que evite la caída lateral de un vehículo.

(3) Cuando se tenga que trabajar simultáneamente a ambos lados de una vía con tránsito, se deberá circular en una sola dirección alternativamente en el tramo en que exista esta restricción.

(c) Se deberá proveer un ancho de carril mínimo de 3 metros. En las áreas en las cuales la orilla del pavimento o el paso de usuarios ha sido reducida por las operaciones de construcción, se utilizarán barricadas, tambores u otros dispositivos aceptables para delinear los carriles para el tránsito.

(d) Cuando en la construcción de una estructura en una carretera abierta al tránsito se requiera colocar andamiaje provisional, el Contratista está obligado a colocar barreras de protección para seguridad de tránsito y la señalización correspondiente.

(e) No se permitirá estacionar el equipo de construcción a menos de 3 metros de la vía de paso y se colocarán barreras de protección para el tránsito en el sitio de parqueo, con luces de advertencia Tipo A, de acuerdo a lo indicado en 708.03 (g), y tienen que ser puestas a una distancia mínima de 9 metros de los bordes de las vías abiertas al tránsito público, o en las zonas de estacionamiento de tránsito aprobadas.

(f) Se deberán proveer áreas de estacionamiento, en áreas aprobadas, para los vehículos del personal asignado a la obra.

(g) Se proveerá de un sistema de comunicación con radios para los abanderados.

(h) Cuando se transfiera el tránsito de un carril a otro ya terminado, se deberá colocar o relocalizar los dispositivos para el control del tránsito.

(i) Se limitará los retrasos en el paso del tránsito dentro del proyecto causados por la construcción, a un máximo de 30 minutos, el cual incluirá el tiempo de espera y el de paso vehicular por el sector cerrado.

155.06 RESTRICCIONES DE PESOS Y DIMENSIONES. El Contratista deberá cumplir con todas las restricciones legales sobre las cargas en relación con el acarreo de materiales en las carreteras fuera de los límites del proyecto.

El Contratista será responsable por todos los daños causados por las actividades de construcción y deberá reparar o reponer aquellas obras dañadas de una manera aceptable al Delegado Residente y sin costo alguno al Estado.

155.07 MANTENIMIENTO DE LA CARRETERA DURANTE LA EJECUCIÓN DEL TRABAJO. Estando la obra a cargo del Contratista, éste será responsable por el mantenimiento de la carretera autorizada para el tránsito público, en toda su longitud, incluyendo las intersecciones con senderos, carreteras, calles, negocios, parqueos, residencias, garajes, fincas u otros elementos.

Los trabajos incluirán el bacheo, perfilado, conformado, la limpieza del derecho de vía, tuberías y obras de arte y todas las tareas que sean necesarias para mantener la vía de tránsito libre de todo accidente u obstáculos que puedan perturbar un cómodo y seguro paso vehicular. El Contratista también será responsable de dar mantenimiento al tramo en que no esté laborando. Si en opinión del Delegado Residente, el mantenimiento de la carretera efectuado por el Contratista no es satisfactorio, aquel podrá emitir una Orden de Campo, solicitando el incremento de maquinaria, equipo y mano de obra y darle las instrucciones necesarias para la adecuada ejecución del trabajo. En este caso el Contratista deberá ejecutarla de forma inmediata.

Si el Contratista tiene discrepancia, lo hará saber por escrito al Delegado Residente, el que lo someterá a la consideración del Ingeniero, quien resolverá después de oír a ambas partes, sin interrumpir la referida orden.

(a) Uso de Caminos Locales para Acarreo. En obras en que sea necesario el acarreo de material y la movilización de equipo por caminos y calles públicas, el Contratista debe mantener tales caminos y calles, dejándolos en igual o mejor estado al encontrado cuando se inició el acarreo, todo ello a su costa. Las molestias que ocasione el polvo, debido a las operaciones de acarreo del Contratista por los caminos y calles públicas, debe reducirlas en la forma más satisfactoria posible, como se indica en la Sección 313.

(b) Acceso a Propiedades Adyacentes. El Contratista debe construir todos aquellos accesos a la propiedad adyacente a la carretera, siguiendo las indicaciones del Delegado Residente para cada caso. Cuando ya exista un acceso en uso, éste no podrá cerrarse sino hasta que se habilite el nuevo.

Cuando el Ministerio resuelva la intervención de la obra, el mantenimiento de la misma correrá a cargo de la entidad interventora o según se estipule en el documento de intervención.

En los cruces de corrientes de agua, donde no existan estructuras y cuando en el contrato no se considere la construcción de nuevas estructuras, no se requerirá que el Contratista provea pasos para el público a través de dichas corrientes, a menos que se establezca de otra manera en las Disposiciones Especiales.

155.08 OPERACIONES NOCTURNAS. Las operaciones de construcción se deberán realizar durante las horas diurnas ($\frac{1}{2}$ hora después de la salida del sol a $\frac{1}{2}$ hora antes de la caída del mismo).

Cuando se permitan las operaciones nocturnas, se deberá suministrar un sistema de iluminación previamente aprobado por el Delegado Residente. Para obtener dicha aprobación, se deberá indicar los tipos de luces, intensidad, altura, localización y la manera en que se moverán las luces. Esta información se deberá presentar por lo menos 14 días antes de utilizar el sistema. Se deberá utilizar una fuente independiente distinta a los faros de los vehículos y del equipo de construcción. No se deberá utilizar luces incandescentes. Se debe suministrar e instalar el sistema aprobado para iluminar toda el área de trabajo. Las luces deberán ser ubicadas de tal forma que no alumbren directamente a los conductores de vehículos que viajen en cualquier dirección. Si la operación del equipo de construcción es movable, las luces se deberán mover junto con el equipo. Se deberá proveer iluminación en las localizaciones de los abanderados. Todos los vehículos deberán ser equipados con una luz amarilla intermitente colocada en el techo. Todos los avisos de precaución también serán obligatorios de acuerdo con 108.11.

155.09 MANTENIMIENTO DE LA CARRETERA DURANTE LOS PERIODOS DE SUSPENSION Y DESCANSO. El Contratista dará mantenimiento al tránsito en aquellas partes del proyecto y caminos provisionales o partes de los mismos que sean necesarios para acomodar el tránsito durante períodos de suspensión parcial de trabajo o períodos de suspensión total.

Antes de las suspensiones de trabajo, el Contratista deberá dar el mantenimiento y abrir al tránsito a las partes del proyecto y caminos provisionales o partes de los mismos, para acomodarlo en tal condición que el camino utilizado por el tránsito se pueda mantener con mantenimiento rutinario, de acuerdo a lo establecido en 155.08

El Contratista debe planear su trabajo para que no cause inconveniencias al público, ni dañe la carretera.

155.10 ACEPTACION. Los trabajos relacionados con la Señalización, Control del Tránsito y Mantenimiento de la Carretera deben ser aceptados por el Delegado Residente de acuerdo con el Plan de Seguridad Control de Tránsito y Mantenimiento de la Carretera presentado por el Contratista y aprobado por el Ingeniero

155.11 MEDIDA. La medida de los trabajos de mantenimiento y control del tránsito del área del proyecto efectuados para garantizar el tránsito seguro y confortable del usuario durante la ejecución de la obra será por suma global. La medida de los dispositivos utilizados para el Control Temporal del Tránsito se deberá regir por lo indicado en la Sección 708.

155.12 PAGO. El pago de los trabajos de mantenimiento y control del tránsito del área del proyecto medidos y aprobados como se indica anteriormente, se hará dividiendo el total de la suma global entre el número de meses del período contractual, siendo el pago mensual. El Delegado Residente aprobará el pago siempre y cuando las actividades de mantenimiento se hayan efectuado en su totalidad de acuerdo al plan de Seguridad, Control del Tránsito y Mantenimiento de la Carretera aprobado por el Ingeniero. No se reconocerán pagos por los trabajos parciales. Más aún, el Delegado Residente no procesará la estimación del mes respectivo si el presente renglón no se acepta en su totalidad.

El pago de los Dispositivos utilizados para el Control Temporal del Tránsito se hará con cargo a la Sección 708.

DIVISION 200MOVIMIENTO DE TIERRASSECCION 201 RETIRO DE ESTRUCTURAS, SERVICIOS EXISTENTES Y OBSTACULOS

- 201.01 Definiciones.
- 201.02 Descripción.
- 201.03 Retiro de Estructuras Existentes.
- 201.04 Retiro de Servicios Existentes.
- 201.05 Retiro de Obstáculos.
- 201.06 Retiro de Restos y Vestigios Históricos y/o Arqueológicos.
- 201.07 Medida.
- 201.08 Pago.

201.01 DEFINICIONES.

Estructuras Existentes. Son casas, edificios, pavimentos, aceras, puentes, alcantarillas y otras estructuras.

Servicios Existentes. Son los servicios públicos y privados, tales como de telecomunicaciones, ferroviarios, de energía eléctrica, tuberías de agua potable, drenajes domiciliarios y otros.

Obstáculos. Son árboles, arbustos, cultivos, plantas, postes, cercas, señales, indicadores, monumentos y otros.

201.02 DESCRIPCION. Este trabajo consiste en el retiro total o parcial y en la satisfactoria disposición de las estructuras, servicios existentes y obstáculos citados en 201.01; las excavaciones y rellenos compactados que sean necesarios; la recuperación y utilización de los materiales, artefactos ú otros bienes, cuando así se indique en las Disposiciones Especiales; y la protección de las estructuras, servicios existentes y obstáculos que deban permanecer en su lugar, como se estipula en 108.14 y 108.16. Todo de conformidad con lo que se muestre en los planos y/o describa en las Disposiciones Especiales o como se establece en 104.03. Se exceptúa cualquier trabajo descrito en esta Sección y que se deba de ejecutar con cargo a otro renglón de contrato.

REQUISITOS DE CONSTRUCCION

201.03 RETIRO DE ESTRUCTURAS EXISTENTES. Se debe efectuar como sigue:

(a) Retiro de Casas o Edificios. El Contratista debe retirar y disponer de las casas o edificios, incluyendo cimientos, equipo, artefactos, muebles, enseres ú otros bienes, como se indique en los planos y/o describa en las Disposiciones Especiales.

Las excavaciones que queden como resultado del retiro de los cimientos o de la estructura, se deben rellenar hasta el nivel del terreno circundante, y si éstas están dentro de los límites de un terraplén o debajo de la sub-rasante, el relleno se debe compactar de acuerdo con los requisitos aplicables, de los indicados en la Sección 203.

Cuando el trabajo incluya la demolición de casas o edificios, el Contratista debe previamente tomar las precauciones necesarias, para evitar daños a las propiedades adyacentes y proteger la vida de las personas. Los cimientos se deben demoler hasta una profundidad mínima de 30 centímetros. Los materiales y escombros deben ser retirados del derecho de vía y ser colocados en donde se haya indicado en los planos y/o Disposiciones Especiales o lo

autorice el Delegado Residente. No se debe permitir que los desechos de demolición ingresen en las vías pluviales, carriles abiertos al tráfico o en áreas designadas como no perturbables.

(b) Retiro de Pavimentos, Aceras y Otros. Los pavimentos, aceras y bordillos, bases de cemento y otros designados en los planos y/o descritos en las Disposiciones Especiales para su remoción, deben ser quebrados en pedazos de tamaño apropiado, para que puedan ser utilizados en la construcción de rellenos o disponer de ellos como sea autorizado por el Delegado Residente. Cuando se usen en la construcción de rellenos, el tamaño máximo de cualquier fragmento no debe exceder de $\frac{2}{3}$ del espesor de la capa en que se vayan a colocar. En ningún caso el volumen de los fragmentos debe exceder de 28 decímetros cúbicos, debiendo ser apilados en los lugares que hayan sido designados en los planos y/o Disposiciones Especiales, a menos que el Delegado Residente autorice otro lugar.

(c) Retiro de Puentes, Alcantarillas y Otras Estructuras. Cuando estas estructuras estén en servicio para el tránsito público, no deben ser retiradas por el Contratista, sino hasta que éste haya efectuado los trabajos necesarios para no interrumpir el tránsito.

A menos que se autorice de otra manera, las sub-estructuras existentes deben ser demolidas hasta el fondo natural o lecho del río, y las partes que se encuentren fuera de la corriente, se deben demoler hasta por lo menos 30 centímetros más abajo de la superficie natural del terreno. Cuando las partes de la estructura existente se encuentren dentro de los límites de construcción de la nueva estructura, dichas partes se deben demoler hasta donde sea necesario, para permitir la construcción de la estructura proyectada.

Cuando se especifique en las Disposiciones Especiales que los puentes de acero o de madera deban ser recuperados, éstos deben ser desarmados cuidadosamente para no dañarlos. Las piezas de acero se deben marcar y se deberá suministrar un conjunto de planos identificando las piezas.

Todo el material rescatado se debe almacenar en los lugares que se indiquen en las Disposiciones Especiales o donde lo autorice el Delegado Residente.

El Contratista debe demoler o dinamitar una estructura, con anterioridad al comienzo de la nueva obra, salvo que en las Disposiciones Especiales se establezca de otra manera.

Los cimientos y otras estructuras subterráneas se deben demoler hasta las profundidades mínimas siguientes: en áreas de excavación, 60 centímetros debajo de la sub-rasante; en áreas que vayan a cubrirse con terraplenes de 1 metro de altura o menos, 1 metro debajo de la sub-rasante; y en áreas que se vayan a cubrir con terraplenes de más de 1 metro de altura, no es necesario demoler la estructura más abajo del nivel del terreno original, excepto cuando se indique de otra manera en los planos o en las Disposiciones Especiales.

El concreto que se haya demolido y que sea de tamaño apropiado para ser utilizado por el Estado, debe ser apilado en los lugares que muestren los planos o se describan en las Disposiciones Especiales, excepto que el Delegado Residente lo autorice de otra manera.

Cualquier tipo de alcantarilla que deba ser quitada, se debe hacer cuidadosamente y tomando todas las precauciones necesarias para evitar que se maltrate o rompa, salvo que se establezca en otra forma en las Disposiciones Especiales. La alcantarilla que se vaya volver a colocar, debe ser trasladada y almacenada cuando sea necesario, para evitar pérdidas o daños antes de ser instalada de nuevo. El Contratista, a su costa, debe reponer la alcantarilla que se extravió o dañó, si esto es debido a negligencia de su parte.

201.04 RETIRO DE SERVICIOS EXISTENTES. El Contratista debe retirar, cambiar, restaurar o proteger contra cualquier daño los servicios públicos o privados existentes, según se indique en los planos y/o describa en las Disposiciones Especiales.

El retiro, cambio o restauración, debe efectuarlo el Contratista con especial cuidado y tomando todas las precauciones necesarias para que el servicio no se interrumpa, o si esto es inevitable, reducir la interrupción al mínimo de tiempo necesario para efectuar el trabajo, a efecto de causar las menores molestias a los usuarios.

Cuando el trabajo consista en protección, el Contratista debe proporcionar e instalar las defensas apropiadas que sean indicadas en los planos y/o Disposiciones Especiales o que sean autorizadas por escrito por el Delegado Residente.

201.05 RETIRO DE OBSTACULOS. El Contratista debe eliminar, retirar, recolocar o proteger los obstáculos, según se muestre en los planos y/o describa en las Disposiciones Especiales. Cuando no se deban remover, el Contratista debe tener especial cuidado, a efecto de protegerlos contra cualquier daño y proporcionar e instalar las defensas apropiadas que sean indicadas en los documentos citados, o autorizadas por escrito por el Delegado Residente.

201.06 RETIRO DE RESTOS O VESTIGIOS HISTÓRICOS Y/O ARQUEOLÓGICOS. Es preciso que, si durante los cortes del terreno hechos por el Contratista, se encuentran rasgos culturales, se debe suspender inmediatamente la excavación y comunicarlo al Instituto de Antropología e Historia, IDAEH, para que se realice el salvamento correspondiente. Dicha suspensión será por el tiempo que sea necesario y conforme lo establece el reglamento para desarrollar proyectos de investigación arqueológica.

Los salarios que ha de devengar el personal profesional y operativo a cargo de la investigación, los gastos por concepto de transporte de personal, embalaje y transporte de materiales, la compra de los materiales requeridos en la consolidación y eventual restauración de los bienes arqueológicos y de los gastos relacionados con el transporte, alojamiento y alimentación de los miembros que integren la comisión que a solicitud de la Dirección General de Protección del Patrimonio Cultural y Natural deba realizarse, deben ser cubiertos por quien financia el proyecto, conforme se establece en dicho reglamento. Los gastos imprevistos relacionados con la investigación arqueológica de sitios en los lugares en que se realicen las modificaciones al trazo propuesto, ya en la etapa de construcción, serán pagados al Contratista como Trabajos por Administración, a menos que en las Disposiciones Especiales se haya establecido clara y anticipadamente los trabajos que deban realizarse y se haya creado un renglón específico para cubrirlos.

201.07 MEDIDA. La medida se debe hacer como una unidad completa; del número de metros cuadrados con aproximación de dos decimales; o del número de metros lineales con aproximación de dos decimales, del trabajo que corresponda de esta Sección y que haya sido satisfactoriamente ejecutado de conformidad con los planos, estas Especificaciones Generales y Disposiciones Especiales, según la unidad de medida que se estipule en los documentos de oferta, que puede ser:

Como una unidad completa, cuando se trate de retiro de estructuras, servicios existentes ú obstáculos.

Por metro cuadrado, en el caso de retiro de pavimentos, aceras y otros.

Por metro lineal, cuando se trate de retiro de alcantarillas, tuberías de agua potable y drenajes domiciliarios, servicios existentes y obstáculos.

201.08 PAGO. El pago se debe hacer por suma global; por el número de metros cuadrados; o por el número de metros lineales, según el caso, medidos como se indica anteriormente, al precio de contrato del renglón de que se trate, cuyo precio incluye el trabajo estipulado en esta Sección, de conformidad con lo indicado en 110.02.

SECCION 202 LIMPIA, CHAPEO Y DESTRONQUE

- 202.01 Definición.
- 202.02 Descripción.
- 202.03 Limpia, Chapeo y Destronque.
- 202.04 Remoción y Eliminación de Materiales.
- 202.05 Medida.
- 202.06 Pago.

202.01 DEFINICION. Limpia, Chapeo y Destronque. Son las operaciones previas a la iniciación de los trabajos de terracería y otros, con el objeto de eliminar toda clase de vegetación existente.

202.02 DESCRIPCION. Este trabajo consiste en el chapeo, tala, destronque, remoción y eliminación de toda clase de vegetación y desechos que están dentro de los límites del derecho de vía y en las áreas de bancos de préstamo, excepto la vegetación que sea designada para que permanezca en su lugar, o que tenga que ser removida de acuerdo con otras Secciones de estas Especificaciones Generales. El trabajo también incluye la debida preservación de la vegetación que se deba conservar, a efecto de evitar cualquier daño que se pueda ocasionar a la carretera o a cualquier propiedad.

REQUISITOS DE CONSTRUCCION

202.03 LIMPIA, CHAPEO Y DESTRONQUE. Los límites del área del derecho de vía que deba ser limpiada, chapeada y destroncada son los indicados en las Disposiciones Especiales o en los planos. Las operaciones de limpia, chapeo y destronque se deben efectuar previamente a la iniciación de los trabajos de terracería.

Si dentro de esta área el especialista ambiental de la Supervisora establece que existen árboles bajo protección especial, de conformidad con la lista roja de flora silvestre elaborada por el CONAP, debe informarlo inmediatamente al Delegado Residente para que éste ordene al Contratista que ejecute las medidas necesarias a tomar para su debida protección.

Antes de efectuar la tala de árboles, el Contratista deberá cumplir con los requisitos correspondientes del INAB y del CONAP o de la entidad correspondiente. Cuando dentro de estos requisitos se establezca la necesidad de reforestar, el Contratista debe efectuar estos trabajos de acuerdo con lo indicado en la Sección 804.

Al efectuar la tala de árboles, éstos se deben botar hacia el centro del área que deba limpiarse, de tal manera que no se dañen las propiedades adyacentes o los árboles que deban permanecer en su lugar.

En áreas pantanosas o cenagosas que estén dentro de los límites de construcción, los árboles se deben cortar a ras del nivel del terreno o del agua.

Con el objeto de evitar la erosión, el Delegado Residente ordenará, qué vegetación debe permanecer en su lugar, de la que esté dentro de los límites del derecho de vía pero fuera del área de construcción; así mismo puede ordenar la preservación de árboles u otra vegetación que estén fuera del área de construcción.

Las ramas de los árboles que se extiendan sobre la carretera, se deben cortar o podar para dejar un claro de 6 metros a partir de la superficie de la misma.

En áreas donde se deba efectuar la excavación no clasificada, todos los troncos, raíces y otros materiales inconvenientes, deben ser removidos hasta una profundidad no menor de 600 milímetros debajo de la superficie de la sub-rasante; y el área total debe ser limpiada de

matorrales, troncos carcomidos, raíces y otras materias vegetales ú orgánicas susceptibles de descomposición.

Las áreas que se deban cubrir con terraplenes, se deben desraizar a una profundidad no menor de 300 milímetros o a 600 milímetros en las áreas donde existan troncos.

Todos los troncos que estén fuera del área de excavación o de terraplenes, deben ser desraizados a una profundidad no menor de 300 milímetros debajo de la superficie del terreno original.

202.04 REMOCION Y ELIMINACION DE MATERIALES. El Contratista debe tomar en cuenta que el Estado puede permitir a los propietarios que retiren la madera utilizable, con anticipación a las operaciones de limpia, chapeo y destronque.

Los árboles que tale el Contratista y que tengan un valor comercial, deben ser despojados de las ramas y cortados en trozas de un tamaño conveniente, las que deben ser debidamente apiladas a lo largo del derecho de vía. Se considera madera comercial, aquella de la cual se puedan obtener trozas, pilotes, postes, durmientes y leña, la que se reservará para su utilización, como lo disponga el Delegado Residente, con excepción de la que sea cortada por los propietarios. No se le exigirá al Contratista que corte madera comercial, con longitudes menores de 4 metros.

Exceptuando la madera comercial citada, se debe retirar del lugar de la obra, de la manera que se indica más adelante, todos los troncos de árboles, tocones, ramas y cualesquiera otros residuos removidos durante las operaciones de limpia, chapeo y destronque, las que se deben efectuar antes de que principien las operaciones de terracería. El área del derecho de vía, así como las áreas adyacentes, deben quedar completamente limpias de desechos, materias inflamables y con la mejor apariencia.

El material debe ser dispuesto de manera legal, fuera del proyecto. Para ello, el Contratista debe suministrar una copia firmada del acuerdo para la disposición de los materiales, antes de iniciar el retiro de los mismos. En ningún caso, se permitirá la quema de los materiales dentro del área del proyecto.

En ningún caso, se deben dejar desechos o troncos a la vista en la carretera, ni se deben depositar en lugares adyacentes al derecho de vía.

202.05 MEDIDA. La medida se debe hacer del número de hectáreas, con aproximación de cuatro decimales, que hayan sido satisfactoriamente limpiadas, chapeadas y destroncadas, de conformidad con estas Especificaciones Generales.

Las medidas para el cálculo del área se deben hacer horizontalmente, incluyendo los bancos de préstamo. El ancho del terreno que debe ser limpiado, chapeado y destronado, es el comprendido entre los límites del derecho de vía, salvo que se indique de otra manera en los planos, en las Disposiciones Especiales o por el Delegado Residente.

No se hará ninguna medida por la limpia, chapeo y destronque, que sean requeridos en la construcción de campamentos y caminos de acceso.

202.06 PAGO. El pago se debe hacer por el número de hectáreas medidas como se indica anteriormente, al precio unitario de contrato correspondiente a la Limpia, Chapeo y Destronque, cuyo precio incluye el trabajo estipulado en esta Sección, de conformidad con lo indicado en 110.02.

SECCION 203 EXCAVACION Y TERRAPLENES

- 203.01 Definiciones.
- 203.02 Descripción.
- 203.03 Renglones de Trabajo.
- 203.04 Excavación.
- 203.05 Terraplenes en General.
- 203.06 Terraplenes de Roca.
- 203.07 Terraplenes de Suelo.
- 203.08 Compactación.
- 203.09 Mantenimiento y Estabilidad.
- 203.10 Limpieza Final.
- 203.11 Medida.
- 203.12 Pago.

203.01 DEFINICIONES.

Corte. Es el material no clasificado que se excava dentro de los límites de construcción, para utilizarlo en la construcción de terraplenes.

Excavación No Clasificada. Es la operación de cortar y remover cualquier clase de material independiente de su naturaleza o de sus características, dentro o fuera de los límites de construcción, para incorporarlo en la construcción de rellenos, terraplenes y cualquier elemento que implique la construcción de la carretera. Cuando se hayan completado todos los rellenos y demás elementos, con el material proveniente del corte y exista material sobrante, éste tendrá que desperdiciarse cuando así haya sido contemplado en el diseño o por que el material es inadecuado. Para efectos de pago, toda la excavación será no clasificada.

Excavación No Clasificada de Desperdicio. Es el material resultante de la excavación que de acuerdo con los planos constituye sobrante o que sea material inadecuado para la construcción de la obra.

Excavación No Clasificada Para Préstamo. Cuando todo el material proveniente del corte sea insuficiente para completar los rellenos y terraplenes de conformidad con los planos, tendrá que recurrirse a obtener materiales provenientes de áreas ubicadas fuera de los límites de construcción o bancos de préstamo.

Límites de Construcción. Es el área de terreno comprendida entre las intersecciones de los planos de los taludes, con el terreno original. En algunos casos, estos límites se extienden más allá de los correspondientes al derecho de vía.

Materiales inadecuados. Son materiales inadecuados para la construcción de terraplenes y sub-rasante, los siguientes:

(a) Los correspondientes a la capa vegetal.

(b) Los clasificados en el grupo A-8, AASHTO M 145, que son suelos altamente orgánicos, constituidos por materias vegetales parcialmente carbonizadas o fangosas. Su clasificación es basada en una inspección visual y no depende del porcentaje que pasa el tamiz 0.075 mm (N° 200), del límite líquido, ni del índice de plasticidad. Están compuestos principalmente de materia orgánica parcialmente podrida y generalmente tienen una textura fibrosa, de color café oscuro o negro y olor a podredumbre. Son altamente compresibles y tienen baja resistencia.

Remoción y Prevención de Derrumbes. Remoción de derrumbes es la operación de remover el derrumbe o deslizamiento del talud original que caiga sobre la carretera. La

prevención de derrumbes es la previsión necesaria, ya sea indicada en los planos o establecida por el Delegado Residente, para evitar que tal derrumbe o deslizamiento pueda ocurrir.

Sección Típica. Es la representación gráfica transversal y acotada mostrada en los planos, que indica las partes componentes de una carretera.

Sub-excavación. Es la operación de remover el material inadecuado que se encuentre debajo del nivel de la sub-rasante en las secciones de corte o debajo del nivel del terreno natural en secciones de terraplén o relleno.

Taludes. Son los planos inclinados de la terracería, que delimitan los volúmenes de corte o terraplén.

Terracería. Es el prisma en corte o terraplén, en el cual se construyen las partes de la carretera mostradas en la sección típica.

Terraplén o Relleno. Es la estructura que se construye con los materiales que se especifican en esta Sección y en capas sucesivas hasta la elevación indicada en los planos.

203.02 DESCRIPCION. Este trabajo consiste en la excavación; remoción; retiro; construcción; conformación; compactación y suministro e incorporación del agua requerida para efectuar estas operaciones; excavación de cunetas, contracunetas y su prolongación; afinamiento, acabado y terminación de todo el trabajo de terracería. El trabajo también incluye el retiro y reemplazo del material inadecuado que se encuentre en áreas inestables; remoción y prevención de derrumbes; excavación de bancos de préstamo aprobados, transportación del material dentro de la distancia de acarreo libre e incorporación del mismo a la obra.

Cuando en los documentos de oferta, se indiquen como renglones separados, el de excavación no clasificada de material de desperdicio y/o el de excavación no clasificada para préstamo, los trabajos correspondientes al renglón o renglones citados, se pagarán de conformidad con sus respectivos renglones. Si en los documentos citados, se consigna únicamente el renglón de excavación no clasificada, con cargo a este renglón se deben efectuar todos los trabajos especificados en esta Sección.

REQUISITOS DE CONSTRUCCION

203.03 RENGLONES DE TRABAJO. Los trabajos de esta sección, están comprendidos en los cinco renglones siguientes:

- (a) Excavación No Clasificada.
- (b) Excavación No Clasificada de Material de Desperdicio.
- (c) Excavación No Clasificada para Préstamo.
- (d) Sub-excavación.
- (e) Remoción y Prevención de derrumbes.

203.04 EXCAVACION. Se debe sujetar a lo siguiente:

(a) Límites de la Excavación. Los taludes de corte deben quedar recortados como se muestra en los planos.

Todos los taludes de corte deben quedar con superficies ásperas uniformes, sin quiebres notorios visibles desde la carretera. Excepto en roca sólida, se debe redondear la corona y el pie

de todos los taludes. Se debe redondear el material existente sobre roca sólida hasta donde sea práctico.

Se debe conformar la sub-rasante hasta obtener una superficie lisa y con la sección transversal requerida. Se debe conformar los taludes para obtener una transición gradual con otros taludes sin que se noten los quiebres. Al final de los cortes y en la intersección de cortes con terraplenes, se deben ajustar los taludes en los planos horizontal y vertical para que se empalmen uno con otro o al terreno natural.

Las cunetas que drenen el agua de los cortes a los terraplenes, se deben construir en tal forma, que se evite cualquier daño a dichos terraplenes, debido a la erosión y darles una pendiente adecuada, removiendo todas las raíces, rocas o materias similares salientes que obstruyan el libre corrimiento de las aguas, para evitar el rebalse de la misma sobre el terraplén. Todo el material excavado de las cunetas se debe depositar fuera de los límites de la carretera, salvo que se indique de otra manera en los planos o lo autorice por escrito el Delegado Residente; y no se debe dejar apilado en montones que tengan mal aspecto, sino que se debe esparcir en capas uniformemente conformadas.

Se debe remover todo el material mayor de 150 milímetros de los 150 milímetros superiores del lecho de la carretera. Se debe remover el material inadecuado del lecho de la carretera y reemplazarlo con material adecuado. Se debe dejar el nivel de la sub-rasante de la carretera dentro de ± 15 milímetros y los niveles de roca dentro de ± 30 milímetros de la alineación y rasante especificada.

Todas las excavaciones se deben efectuar en tal forma, que drenen apropiadamente para evitar estancamientos de agua. Durante la construcción, pueden ampliarse los cortes o variarse la pendiente de los taludes, si las necesidades del trabajo o la estabilidad del material así lo requiere, o si es necesario garantizar la obtención de material adicional, siempre que específicamente lo autorice por escrito el Delegado Residente.

El material que excave el Contratista fuera de la sección típica, será a su costa.

(b) Excavación No Clasificada. Siempre que sea factible, los materiales adecuados que se corten dentro del prisma de la carretera, se deben de utilizar en la construcción de terraplenes o rellenos, sub-rasantes, hombros, ampliación y acabado de los taludes de terraplenes y para todos aquellos usos que se indiquen.

Donde sea posible, la parte de la sub-rasante sobre la que se tenga que colocar la sub-base, se debe construir con los mejores materiales disponibles, provenientes de excavaciones adyacentes a la carretera y bancos de préstamo. Todo el material sobrante que sea de buena calidad, se debe de utilizar en la ampliación de terraplenes, dentro del límite de acarreo libre, salvo que se indique de otra manera en los planos o lo ordene el Delegado Residente. Ningún material excavado se debe desperdiciar, a menos que esté indicado en los planos o lo autorice por escrito el Delegado Residente, quien determinará los lugares para depositarlo.

(c) Excavación No Clasificada de Desperdicio. El material de desperdicio, o sea el sobrante de la Excavación No Clasificada, podrá derramarse sobre los taludes o colocarse en botaderos.

En el caso de que en los planos o en las Disposiciones Especiales se permita el derrame del material de desperdicio sobre el talud exterior del corte, éste no deberá ocasionar ningún daño a la propiedad privada, a la vida humana, a sembradillos, ni contaminar ninguna corriente de agua, ni obstruir la infiltración de la misma hacia el subsuelo, así como tampoco obstruir los canales de entrada y salida de las alcantarillas colocadas o de las que se deban de colocar, ni cubrir las áreas donde se construirán las cimentaciones de las estructuras.

Cuando el material sea derramado sobre el talud de corte y en las Disposiciones Especiales así se indique, deberán construirse muros de contención al pie del talud formado por el material derramado. Asimismo, se deberá vegetar la superficie del talud y proveer los drenajes necesarios. La re-vegetación deberá ser efectuada de acuerdo con lo indicado en la División 800.

Cuando en las Disposiciones Especiales o en los planos se establezca que el material de desperdicio debe ser colocado en capas en botaderos especialmente establecidos, las capas no serán mayores de 500 milímetros de espesor y deberán ser compactadas con banda de tractor. En este caso, no se exigirá control de calidad por medio de ensayos de laboratorio, a menos que en las Disposiciones Especiales se establezca de otra forma.

En el caso de que los botaderos se localicen en áreas de material cárstico, se deberá cumplir con las Disposiciones Especiales que incluye la colocación de material granular de mayor tamaño en el fondo y de menor tamaño en la parte superior para favorecer los procesos de infiltración. Los taludes deberán ser re-vegetados de acuerdo con lo indicado en la División 800 y se les deberá proveer de los drenajes adecuados.

(d) Excavación No Clasificada para Préstamo. Se debe recurrir a préstamo, solamente cuando esté indicado en los planos y/o Disposiciones Especiales, o lo autorice por escrito el Delegado Residente.

El Contratista debe notificar al Delegado Residente, con suficiente anticipación, la necesidad de efectuar cualquier excavación de préstamo, a efecto de permitir la medida exacta del banco de préstamo, puesto que no se pagará ningún material excavado, antes de que se hayan tomado dichas medidas.

Las áreas de préstamo deben ser limpiadas, chapeadas y destroncadas, antes de iniciar la excavación. Salvo que en las Disposiciones Especiales se estipule de otra manera, dichas operaciones deben ser ejecutadas y pagadas con cargo a la Sección 202. El material de préstamo debe ser medido en la misma forma que la excavación no clasificada y pagado al precio unitario de contrato correspondiente al renglón de excavación no clasificada para préstamo. Los bancos de préstamo deben ser excavados en tal forma, que se provean de un drenaje adecuado y con taludes moderados para disminuir las posibilidades de derrumbes.

El material de préstamo debe ser colocado de acuerdo con las especificaciones que cubren su utilización o como lo ordene el Delegado Residente.

(e) Sub-excavación. Cuando, dentro de los límites de la carretera, se encuentre fango u otro material inadecuado para la cimentación, sub-rasante u otras partes de la carretera, el Contratista debe excavar tal material, por lo menos a 30 centímetros debajo de la cota de la sub-rasante o a la profundidad que indique el Delegado Residente. El Contratista debe rellenar la excavación efectuada, con material adecuado, el cual debe ser debidamente conformado y compactado.

El material inadecuado debe ser retirado por el Contratista y depositarlo donde indique el Delegado Residente y debe ser compactado en capas sin requerir compactación controlada, a menos que en algunos botaderos específicamente se permita en las Disposiciones Especiales que pueda ser derramado sin compactación. Cuando el material inadecuado se coloque en capas en una ladera y se requiera compactación no controlada, previo a su colocación deben construirse rampas de engrape con el terreno natural. No se deberá mezclar el material resultante de la limpia con el material de desperdicio.

(f) Remoción y Prevención de Derrumbes. Los derrumbes existentes al iniciarse los trabajos de ampliación, mejoramiento o pavimentación de una carretera, así como los que ocurran durante el transcurso de los trabajos de una obra, deben ser removidos por el

Contratista. Para prevenir los derrumbes, el Delegado Residente puede ordenar por escrito al Contratista, que ejecute trabajos de prevención. Por estos trabajos de remoción y prevención de derrumbes, el Contratista recibirá pago como se indica en esta Sección, salvo cuando los derrumbes se deban a causas imputables al Contratista en cuyo caso deberá removerlos a su costa.

(g) Cortes en Roca. Todo el material rocoso, incluyendo piedras grandes que se encuentren en el lecho del camino, debe ser excavado como sigue: transversalmente, hasta los límites laterales del citado lecho mostrados en los planos; y 300 milímetros debajo de la sub-rasante. El vaciado ocasionado por la excavación, se debe rellenar hasta el nivel de la sub-rasante, con material de igual calidad al de ésta, que sea aprobado por el Delegado Residente.

Cuando lo autorice el Delegado Residente, en vez de efectuar la excavación anteriormente citada, se puede colocar sobre la roca una capa de por lo menos 300 milímetros de espesor de material adecuado. En ningún caso se permitirán rocas aisladas mayores de 100 milímetros, en dicha capa.

Al dinamitar la roca para formar los taludes, se debe dejar una superficie razonablemente uniforme, removiendo inmediatamente todas las rocas sueltas. La roca se debe dinamitar de acuerdo con lo indicado en la Sección 210.

(h) Contracunetas. La excavación de las contracunetas en la parte superior de los taludes de corte, se debe efectuar donde lo indiquen los planos o el Delegado Residente y se construirán de conformidad con lo indicado en la Sección 204.

203.05 TERRAPLENES EN GENERAL. En todas las áreas donde se vayan a construir terraplenes, se deben terminar previamente los trabajos correspondientes a limpia, chapeo y destronque, retiro de estructuras, servicios existentes, obstáculos y, si fuese requerido, subdrenajes, drenajes y retiro de material inadecuado.

Como parte del trabajo de esta Sección, deben ser rellenados y compactados perfectamente todos los hoyos y otras excavaciones pequeñas que queden con motivo del destronque, dentro de los límites del terraplén. La superficie del terreno, incluyendo tierra arada o suelta o la que sea erosionada debido a pequeños deslaves, deslizamientos u otras causas, se debe nivelar a efecto de compactar el terraplén en capas uniformes.

Cuando el terraplén a construir tenga 1 metro o menos de altura y el terreno original requiera ser escarificado, éste debe ser compactado a la misma densidad y por el mismo método especificado para la colocación del relleno. Cuando se construya un terraplén sobre una capa de balasto existente, se deberá escarificar la capa de balasto hasta una profundidad mínima de 150 milímetros debajo de dicha capa y se deberá compactar la sub-rasante de acuerdo con lo indicado en 203.10. Cuando se construya un terraplén sobre un pavimento existente, se deberá escarificar y homogeneizar 200 milímetros debajo de la capa de rodadura. La sub-rasante expuesta, nueva o existente en todo el ancho de la sección, deberá ser conformada y compactada de acuerdo con lo indicado en 203.08.

Antes de que sean colocados los materiales de un terraplén en ladera, la superficie se debe limpiar de toda vegetación y capa vegetal, debiendo enseguida construir terrazas o remover el terreno, escarificándolo hasta una profundidad no menor de 150 milímetros. En las laderas que tengan una pendiente igual o mayor de 2 ½ horizontal a 1 vertical, se deben construir terrazas. El terraplén debe ser construido en capas, como se especifica más adelante en esta Sección, principiando en la parte más baja, en capas de anchos parciales y aumentando tales anchos conforme vaya aumentando la altura del terraplén. El material que haya sido aflojado, debe ser re compactado simultáneamente con el material de terraplén colocado a la misma elevación.

Cuando los terraplenes se deban de construir adyacentes a, o sobre carreteras existentes, los taludes de dichas carreteras deben ser escarificados hasta una profundidad no menor de 150 milímetros; construyendo el terraplén en capas sucesivas, como se especifica más adelante en esta Sección, hasta el nivel de la carretera existente, antes de continuar construyendo el terraplén. Enseguida, la parte superior de la carretera se debe escarificar y re compactar juntamente con la siguiente capa del terraplén. La profundidad total del escarificado y material que haya que agregar, no debe exceder del espesor permisible de la capa.

Cuando en la construcción del terraplén se termine todo el material resultante de los trabajos de excavación, el terraplén deberá completarse con material de préstamo.

Todos los terraplenes se deben construir hasta llegar a la sub-rasante establecida por el Delegado Residente y en capas aproximadamente paralelas a la sub-rasante indicada, salvo que en los planos se indique otra forma de construcción de dichas capas.

El Contratista debe compactar los taludes de los lados del terraplén con una compactadora de pata de cabra o por medio de un tractor de bandas. Para pendientes de 1: 2 (1 vertical a 2 horizontal) o mayores los taludes deben ser compactados conforme progresa la construcción del terraplén.

203.06 TERRAPLENES DE ROCA. Los terraplenes de roca serán aquellos que se construyan con materiales que contengan 25% o más, en volumen, de partículas de roca con un diámetro mayor que 100 milímetros. Los terraplenes de roca se deben construir normalmente en capas sucesivas de 300 milímetros de espesor compactado o menos y se deben extender a todo el ancho de la sección típica. El espesor de la capa puede ser mayor, cuando el tamaño de las rocas y altura del relleno lo permita. No obstante, en todo caso la capa no debe de exceder de 600 milímetros de espesor compactado. Las rocas o fragmentos de roca mayores de 600 milímetros deben ser incorporados reduciéndolos de tamaño o colocándolos individualmente. La roca se debe reducir a un tamaño menor de 1.20 metros en su dimensión más grande y se deberá distribuir dentro del terraplén de tal forma que no queden vacíos entre las rocas.

Cada capa se debe construir en tal forma que los vacíos entre las rocas grandes, se llenen con rocas pequeñas, fragmentos de la misma y/o con suelo.

Ningún material debe ser descargado directamente sobre el borde de un terraplén terminado, ni permitir que rueda o se deslice hasta el pie del talud, excepto: cuando se construya un relleno sobre el agua o terreno pantanoso, en cuyo caso, se puede formar una capa inicial con suficiente espesor para que soporte el equipo; y cuando se pase de corte a relleno y la pendiente del terreno exceda del 25%, la descarga se permitirá hasta que la pendiente de la ruta de acarreo sea del 25%.

Antes de colocar un relleno de roca sobre el suelo, éste se debe compactar perfectamente y darle pendiente del centro hacia las orillas para proveer un drenaje adecuado.

Se recurrirá al desperdicio de roca excavada, en forma diferente a lo mostrado en los planos, únicamente con la autorización escrita del Delegado Residente.

Salvo que se prevea de otra manera, los 300 milímetros superiores del terraplén no deben contener piedras cuya mayor dimensión exceda de 100 milímetros, sino que deben estar compuestos de material graduado en tal forma, que se asegure la máxima densidad y uniformidad de la capa superficial.

203.07 TERRAPLENES DE SUELO. Los terraplenes de suelo son aquellos compuestos principalmente de materiales que no son de roca y deben ser construidos con materiales adecuados, procedentes de la excavación o de bancos de préstamo aprobados.

Los terraplenes de suelo deben ser construidos en capas sucesivas, a todo lo ancho de la sección típica, y en longitudes tales, que sea posible el riego de agua y compactación por medio de los métodos establecidos. Los espesores de las capas a ser compactadas deben ser determinados por el Contratista, de conformidad con la capacidad de la maquinaria y equipo que se va a utilizar, debiendo efectuar, para tal efecto, pruebas para determinar el espesor máximo en cada caso, siempre y cuando se llenen los requisitos de compactación que se indican en estas Especificaciones Generales. Como resultado de las pruebas, el Delegado Residente aprobará el espesor de capa máxima a compactar. En ningún caso, el espesor podrá ser menor de 100 milímetros compactados ni mayor de 300 milímetros compactados.

Las cantidades pequeñas de roca que se encuentren al construir un terraplén de suelo, deben de incorporarse a las capas del mismo o colocarse en los rellenos más profundos, dentro de los límites de acarreo mostrados en los planos, siempre que dicha colocación no sea inmediatamente adyacente a estructuras.

Cuando se empalmen capas de materiales diferentes, cada capa debe formar una cuña de por lo menos 35 metros de longitud o mezclar los materiales de tal manera que se eviten cambios bruscos en el terreno. Los materiales apilados o en camellones, deben ser removidos y esparcidos con motoniveladora ú otros medios similares. Los terrones y pedruscos se deben quebrar y mezclar con el material del terraplén, con el propósito de obtener un material de densidad uniforme en cada capa. Se debe aplicar el agua requerida, a efecto de que el material tenga su contenido de humedad necesario para lograr la máxima compactación. Será responsabilidad del Contratista, el asegurar un contenido de humedad uniforme en la totalidad de cada capa, por los medios que sean necesarios.

Cuando se construya un terraplén a media ladera, al llegar tanto el relleno como el corte a la elevación de la sub-rasante, la parte de la sub-rasante que quedó en corte se debe de escarificar a una profundidad uniforme de por lo menos 300 milímetros a partir de dicha elevación; el material debe ser mezclado y conformado con motoniveladora, aplicándole enseguida agua y compactándolo de acuerdo con los requisitos indicados anteriormente y a la misma densidad del terraplén adyacente.

203.08 COMPACTACION.

(a) Compactación de terraplenes de suelo. Los terraplenes se deben compactar como mínimo al 90 % de la densidad máxima, determinada por el método AASHTO T 180 y los últimos 300 milímetros se deben compactar como mínimo, al 95% de la densidad máxima determinada por el método citado.

En secciones de corte, la sub-rasante debe ser escarificada hasta una profundidad de 300 milímetros inmediatamente debajo del nivel de diseño de la sub-rasante; a continuación debe ser compactada hasta el 95% de la densidad máxima determinada como se indica en el párrafo anterior. En ambos casos, la compactación se comprobará en el campo, de preferencia mediante el método AASHTO T 191 (ASTM D 1556). Con la aprobación escrita del Delegado Residente, se pueden utilizar otros métodos técnicos, incluyendo los no destructivos.

El Contratista debe de controlar el contenido de humedad adecuado, calentando el material y determinando la humedad a peso constante, o por el método del Carburo de Calcio, AASHTO T 217, a efecto de obtener la compactación especificada. Cada capa debe ser nivelada con equipo adecuado para asegurar una compactación uniforme y no se debe proseguir la compactación de una nueva capa, hasta que la anterior llene los requisitos de compactación especificados.

(b) Compactación de terraplenes de roca.

1) Para capas con un espesor compactado de 300 milímetros o menos se deberá ajustar el contenido de humedad del material a uno adecuado para la compactación. Se debe compactar cada capa de material, en todo el ancho, utilizando cualquiera de los métodos siguientes:

(i) Cuatro pasadas del rodillo de una compactadora de rodillo de compresión de 45 toneladas métricas.

(ii) Cuatro pasadas del rodillo de una compactadora de rodillo vibratorio que tenga una fuerza dinámica mínima de impacto de 180 kilonewtons por vibración y una frecuencia mínima de 16 hertz.

(iii) Ocho pasadas del rodillo de una compactadora de rodillo de compresión de 20 toneladas métricas.

(iv) Ocho pasadas del rodillo de una compactadora de rodillo vibratorio que tenga una fuerza dinámica mínima de impacto de 130 kilonewtons por vibración y una frecuencia mínima de 16 hertz.

2) Para capas con un espesor compactado mayor de 300 milímetros se deberá proporcionar cualquiera de los esfuerzos de compactación siguientes:

(i) Por cada 150 milímetros adicionales o fracción, incrementar el número de pasadas del rodillo indicado en los numerales (1-i) y (1-ii) en cuatro.

(ii) Por cada 150 milímetros adicionales o fracción, incrementar el número de pasadas del rodillo indicado en los numerales (1-iii) y (1-iv) en ocho.

Los rodillos de compresión deben ser operados a velocidades menores de 2 metros por segundo y los rodillos vibratorios a velocidades menores de 1 metro por segundo.

203.09 MANTENIMIENTO Y ESTABILIDAD. El Contratista es responsable hasta la aceptación final de la obra, de la estabilidad de los terraplenes construidos de acuerdo con los documentos contractuales y debe, a su costa, reemplazar cualesquiera partes que sufran desplazamiento, debido a descuido o negligencia de su parte. Si el trabajo ha sido efectuado adecuadamente y resultan daños causados por hundimientos o inundaciones, se le pagarán a éste los trabajos necesarios para efectuar las reparaciones; salvo que tal inundación se deba a que no se encauzó el agua adecuadamente, o a no haber retirado las formaletas inservibles u otras obstrucciones ocasionadas por las operaciones del Contratista.

203.10 LIMPIEZA FINAL. Después de que hayan sido completamente terminados los trabajos de terracería, se deben limpiar las áreas comprendidas a ambos lados de la carretera, de toda madera de construcción, escombros, maleza, trozas, rocas sueltas, piedras grandes, material regado y demás residuos o deshechos; incluyendo una limpieza general de cunetas, alcantarillas y canales en una longitud de 10 metros a la entrada y salida de las alcantarillas, a efecto de que los lugares citados, queden despejados y acordes con el paisaje natural.

203.11 MEDIDA. No se hará ninguna medida directa de terraplenes. Las operaciones especificadas en esta Sección, son inherentes a los trabajos de los renglones de excavación no clasificada, indicados en 203.03.

La medida se debe hacer del número de metros cúbicos, con aproximación de dos decimales, de excavación no clasificada, excavación no clasificada de material de desperdicio, excavación no clasificada para préstamo y sub-excavación medidos en su posición original, por medio de secciones transversales como se indica en 152.04. Para los derrumbes, la medida del número de metros cúbicos se puede hacer, como sigue: en su posición original por medio de

secciones transversales como se indica anteriormente o en su posición final sobre la carretera. En este último caso, la medida se puede hacer por medio de secciones transversales como se estipula anteriormente o por camionada, según lo disponga el Delegado Residente. La medida incluye todo el trabajo especificado según el renglón de que se trate y que haya sido satisfactoriamente ejecutado de conformidad con los planos, estas Especificaciones Generales, Disposiciones Especiales y demás documentos contractuales.

203.12 PAGO. El pago se debe hacer por el número de metros cúbicos, medidos como se indica anteriormente al precio unitario de contrato correspondiente a los renglones de Excavación no Clasificada y Sub-excavación consignados en los documentos de oferta. Dichos precios incluyen el trabajo estipulado en 203.03 de esta Sección, según el caso y de conformidad con lo indicado en 110.02.

Por ser inherentes al trabajo de esta Sección, no se efectuará ningún pago por lo siguiente: construir o mantener la entrada y salida a bancos de préstamo; por las operaciones de acabado y limpieza final; por la construcción de terrazas para la colocación de un terraplén en ladera; el transporte de material dentro del límite de acarreo libre; y el suministro e incorporación del agua necesaria para obtener la humedad adecuada. Los trabajos que sea necesario efectuar para la eliminación del agua, son de la responsabilidad del Contratista y debe asumir los gastos.

RESUMEN DE NORMAS

<u>Ensayos</u>	<u>Materiales</u>
Clasificación	AASHTO M 145
Compactación	AASHTO T 180 AASHTO T 191 (ASTM D 1556) AASHTO T 238 y T 239
Determinación de Humedad	AASHTO T 217

SECCION 204 EXCAVACION DE CANALES

- 204.01 Definición.
- 204.02 Descripción.
- 204.03 Excavación.
- 204.04 Medida.
- 204.05 Pago.

204.01 DEFINICION. Excavación de Canales. Es la construcción de conductos abiertos para la conducción de agua.

204.02 DESCRIPCION. Este trabajo consiste en la excavación, remoción, utilización o acondicionamiento de los materiales, para ampliar, profundizar o rectificar canales existentes; o construir canales nuevos, incluyendo las contracunetas, los canales en la entrada y salida de alcantarillas, así como para puentes y bóvedas.

REQUISITOS DE CONSTRUCCION

204.03 EXCAVACION. La excavación se debe efectuar de conformidad con la alineación, pendientes, dimensiones y detalles mostrados en los planos o según lo requiera por escrito el Delegado Residente. Todo el material que se excave con cargo a esta Sección, será material de desperdicio no clasificado y se dispondrá de él como se acuerde con el Delegado Residente, de preferencia en un canal abandonado o en depresiones cercanas al canal existente.

Ningún material excavado de cualquier canal, debe ser depositado o dejado a una distancia menor de 1 metro a partir del borde del mismo, a menos que se muestre de otra manera en los planos o lo autorice por escrito el Delegado Residente. Dicho material no debe ser apilado en montones que tengan mal aspecto, sino que se debe esparcir en capas uniformemente conformadas. En el caso de las contracunetas, el material excavado se colocará paralelamente a la misma, como una borda, para evitar que el agua fluya sobre el talud.

La construcción de canales cercanos a la carretera, se debe efectuar de tal manera que se evite cualquier daño a los terraplenes, debido a la erosión.

204.04 MEDIDA. La medida se debe hacer del número de metros cúbicos, con aproximación de dos decimales, de Excavación de Canal del renglón de que se trate, medidos en su posición original por medio de secciones transversales como se indica en 152.04, usando para el cálculo del volumen, el método de promedio de áreas extremas ú otro como se indica en 110.01.

Los volúmenes incluirán: sobre-excavaciones o derrumbes de las paredes de los canales, cuando estos últimos no se deban a descuido del Contratista; aumentos autorizados por el Delegado Residente fuera de las líneas de pago mostradas en los planos; y la excavación autorizada por el Delegado Residente, de roca y materiales inadecuados, debajo de las cotas del fondo del canal. El volumen de material que se debe tomar en cuenta como excavación de canal, se limita al especificado en esta Sección.

204.05 PAGO. El pago se debe hacer por el número de metros cúbicos como se indica anteriormente, al precio unitario de contrato correspondiente al renglón de Excavación de Canales de que se trate, cuyo precio incluye el trabajo estipulado en esta Sección, de conformidad con lo indicado en 110.02.

SECCION 205 EXCAVACION ESTRUCTURAL PARA ESTRUCTURAS MAYORES Y MENORES

- 205.01 Definición.
- 205.02 Descripción.
- 205.03 Material para Relleno Estructural.
- 205.04 Generalidades.
- 205.05 Excavación Estructural para Cimentaciones de Estructuras.
- 205.06 Excavación Estructural para Alcantarillas.
- 205.07 Excavación Estructural para Sub-drenajes.
- 205.08 Excavación Estructural para Gaviones.
- 205.09 Bombeo.
- 205.10 Inspección.
- 205.11 Relleno Estructural para Estructuras.
- 205.12 Relleno Estructural para Alcantarillas.
- 205.13 Relleno Estructural para Filtro y para Capa de Sub-drenaje.
- 205.14 Relleno Estructural para Gaviones.
- 205.15 Acondicionamiento del Material Sobrante.
- 205.16 Limpieza Final.
- 205.17 Líneas de Pago.
- 205.18 Medida.
- 205.19 Pago.

205.01 DEFINICION. Excavación Estructural. Son las operaciones de excavar y rellenar y demás trabajos necesarios para cimentar o colocar las estructuras a que se refiere esta Sección.

205.02 DESCRIPCION. Este trabajo consiste en la excavación y relleno para la construcción de estructuras. Incluye la Limpia, Chapeo y Destronque del lugar de la obra, excepto que se indique de otra manera en las Disposiciones Especiales; remoción de todo el material que se encuentre dentro de los límites de las excavaciones que se describen en esta Sección; la construcción del embreizado, apuntalamiento, tablestacado y encofrado que fueren necesarios, así como su retiro posterior; el bombeo; reducción del agua; drenaje; colocación de un sello de concreto, si es necesario; compactación del relleno; acondicionamiento del material sobrante o inadecuado; y la limpieza final que sea necesaria para la terminación del trabajo. Se exceptúan las excavaciones y rellenos que se deban efectuar con cargo a otras Secciones de estas Especificaciones Generales.

MATERIALES

205.03 MATERIAL PARA RELLENO ESTRUCTURAL. El Contratista debe suministrar material granular permeable, libre de exceso de humedad, turba, terrones de arcilla, raíces, césped u otro material deletéreo. Debe cumplir con lo establecido en 206.03(a).

REQUISITOS DE CONSTRUCCION

205.04 GENERALIDADES. El Contratista debe notificar, con suficiente anticipación, al Delegado Residente que iniciará los levantamientos topográficos necesarios para la localización de la excavación estructural en el terreno original, según el tipo de estructura de que se trate. No se medirá ni pagará ningún material que haya sido excavado, antes de que se hayan realizado dichas operaciones. Todo el material que se excave con cargo a esta Sección, será No Clasificado.

En las áreas donde se vaya a efectuar la excavación estructural, se debe realizar previamente el trabajo de Limpia, Chapeo y Destronque, de conformidad con lo que sea

aplicable, de lo especificado en la Sección 202 y se pagará de conformidad con lo indicado en dicha Sección.

Cuando dentro de los límites de la excavación, se encuentren estructuras y cimientos antiguos que no constituyan patrimonio cultural, rocas, trozas y cualesquiera obstáculos imprevistos, éstos deben ser retirados por el Contratista, quien no tendrá derecho a ninguna compensación adicional, por las dificultades o contratiempos que le ocasione la remoción y/o retiro de tales objetos.

La excavación se debe efectuar hasta la profundidad mostrada en los planos o hasta donde lo ordene el Delegado Residente.

Cuando se complete la excavación, el Contratista deberá solicitar al Delegado Residente la aprobación relativa al carácter y adecuación del material de cimentación. El suelo de cimentación deberá estar firme y ser uniforme a lo largo de todo el ancho y de toda la longitud. En caso de que al llegar a las cotas de cimentación mostradas en los planos, el material sea inadecuado, el Delegado Residente puede ordenar por escrito al Contratista que excave a mayor profundidad, a efecto de obtener material adecuado para la cimentación; o que excave a mayor profundidad y rellene con material adecuado. Para el cambio de las cotas de cimentación, se debe tener en cuenta lo indicado en la Sección 553.

205.05 EXCAVACION ESTRUCTURAL PARA CIMENTACIONES DE ESTRUCTURAS.

(a) Excavación. Los lugares para cimentaciones, se deben de excavar conforme las líneas de pago mostradas en los planos, para permitir la construcción de los mismos a todo su ancho y longitud y dejando un fondo con una superficie plana y horizontal.

Cuando la cimentación tenga que asentarse sobre una superficie excavada que no sea roca, se debe tener especial cuidado de no disturbar el fondo de la excavación y preparar la fundición del cimiento a efecto de no exponer el fondo de la misma.

Cuando se encuentre un fondo rocoso, la excavación se debe efectuar en tal forma, que la roca sólida quede expuesta y preparada en lechos horizontales o dentados para recibir el concreto. Deben ser removidos toda la roca suelta o desintegrada, así como los estratos delgados. Las grietas y cavidades que queden expuestas, deben ser limpiadas y rellenadas con concreto o mortero. El concreto utilizado para este propósito, se debe agregar al volumen de concreto de los cimientos.

Cuando se encuentre roca en las excavaciones para cimentaciones de muros, puentes de cajones múltiples, alcantarillas tipo cajón, o cabezales de concreto o mampostería para alcantarillas y la roca sea de tal calidad que evite la erosión, se podrá eliminar la parte del muro debajo de la superficie del estrato rocoso, con la autorización escrita del Delegado Residente.

Cuando se usen pilotes para soportar zapatas de pilas o estribos de puentes, la excavación de cada foso se debe completar antes de principiar el hincamiento; y el hincamiento de los pilotes se debe terminar, antes de comenzar la fundición de la zapata de que se trate. Al terminar el hincamiento de los pilotes, se debe retirar todo el material suelto o desplazado, a costa del Contratista, con el objeto de que quede un lecho plano y sólido para recibir el concreto.

(b) Tablestacado. Siempre que se encuentren aguas subterráneas sobre el fondo de la excavación, se pueden usar tablestacas prácticamente impermeables y apropiadas. Las dimensiones interiores de las tablestacas deben ser tales, que quede suficiente espacio para la construcción de formaletas, permitir la extracción del agua por medio de bombeo y efectuar el trabajo que sea necesario.

Cuando el espacio previsto en los planos, entre los rostros exteriores de un cimiento y las paredes interiores de la excavación delimitadas por las líneas de pago mostradas en los planos, no sea suficiente para permitir la operación de hincar los pilotes o la construcción de las formaletas, el Contratista puede, a su costa, obtener mayor espacio construyendo las tablestacas de tamaños apropiados, a fin de lograr el espacio que se considere necesario.

Las tablestacas deben ser hincadas a una profundidad conveniente debajo del fondo de la excavación o a una elevación tan cerca del fondo de la misma, como lo permita las condiciones del suelo de cimentación; debiendo ser perfectamente embreizadas en todas direcciones y colocadas en tal forma que permitan el bombeo de toda el agua y se deben mantener en buenas condiciones hasta que el concreto haya sido colocado. También se deben colocar de tal manera, que cualquier filtración se mantenga alejada del área donde se colocará el concreto o mampostería.

Las tablestacas deben ser construidas en tal forma, que protejan el concreto fresco contra cualquier daño que pudiera ocasionarle una rápida creciente de la corriente y para prevenir cualquier daño debido a la erosión. En las tablestacas o encofrados, no se debe dejar ningún maderamen o apuntalamiento, de tal manera que se introduzcan en la estructura de mampostería, salvo que lo autorice por escrito el Delegado Residente.

No se permitirá ningún apuntalamiento en los tablestacados que pueda producir esfuerzo, golpe o vibración en la estructura permanente.

Los tablestacados que sean ladeados o movidos de su posición, por cualquier causa, y si ello afectara la construcción de la estructura, deben ser realineados o ampliados durante el proceso de hincamiento, a efecto de proporcionar el espacio necesario y el lugar apropiado para la cimentación de la estructura, corriendo todos estos gastos por cuenta exclusiva del Contratista.

Cuando sea necesario, el Delegado Residente puede requerir al Contratista los dibujos que muestren el método que se propone usar para la construcción de tablestacas, tal como se indica en 105.05.

Al terminar el trabajo de que se trate, el Contratista debe a su costa, desmontar y retirar la obra falsa, de tal manera que no ocasione ningún daño a la estructura terminada.

(c) Sello de Concreto. Cuando el fondo y las paredes de la excavación sean de material arenoso o poroso y que en opinión del Delegado Residente no permita la fundición en seco del cimiento, dicho fondo y las paredes debe ser selladas con suficiente concreto Clase 21 (3000), de acuerdo con lo especificado en la Sección 551, para que pueda ser secado con bombas. El sello de concreto será colocado únicamente cuando esté indicado en los planos o lo autorice por escrito el Delegado Residente. Después de que haya sido colocado el sello, debe sacarse el agua de la tablestaca, continuándose la ejecución del trabajo en seco.

Cuando se usen encofrados lastrados y el lastre sea utilizado para compensar parcialmente la presión hidrostática que actúa contra el fondo del sello de la cimentación, deben proveerse anclajes especiales, tales como tacos o amarres para transferir el peso completo del encofrado a dicho sello.

Cuando el agua esté sujeta a mareas o corrientes, las paredes del encofrado, deben perforarse a la altura de la marea más baja para lograr controlar y obtener igual presión hidrostática dentro y fuera de la tablestaca, durante la fundición y fraguado de los sellos.

(d) Conservación de Cauces. Salvo que lo autorice por escrito el Delegado Residente, no debe efectuarse ninguna excavación en la parte exterior de los tablestacados y emparrillados, ni tampoco disturbarse el lecho natural de las corrientes adyacentes a sub-

estructuras. Si se hace cualquier excavación o dragado en el lugar de la sub-estructura, antes de que sean colocados los emparrillados, formaletas de presión o tablestacas, el Contratista debe, sin costo alguno, y después de terminar la base de fundación, rellenar dicha excavación con material adecuado, hasta la altura original del terreno o lecho del río.

Los materiales procedentes de la Excavación Estructural o de relleno de tablestacas, depositados dentro del área de la corriente, deben ser retirados y dejar el lecho de la corriente en las mismas condiciones en que se encontraba originalmente, salvo que el Delegado Residente lo autorice de otra manera.

205.06 EXCAVACION ESTRUCTURAL PARA ALCANTARILLAS. La excavación estructural para alcantarillas se debe efectuar de conformidad con el alineamiento, dimensiones, pendientes y detalles mostrados en los planos respectivos o de acuerdo con las instrucciones escritas del Delegado Residente. Cuando se vaya a colocar una alcantarilla debajo de la línea del terreno original, se debe excavar una zanja a la profundidad requerida, conformando el fondo de la misma, de manera que se asegure un lecho firme en toda la longitud del fondo de la zanja.

El ancho de la zanja debe ser el mínimo que permita trabajar con libertad a los lados de la alcantarilla y para la compactación completa del relleno debajo y alrededor de la misma. El ancho está delimitado por las líneas de pago que se especifican en 205.17.

Las paredes de la zanja deben quedar lo más verticales que sea posible, desde la cimentación hasta por lo menos la corona de la alcantarilla.

Al efectuar la excavación, el fondo de la zanja debe ser conformada de tal manera que por lo menos el 10% de la altura total o del diámetro vertical exterior de la alcantarilla, quede en contacto con el fondo de la zanja.

Cuando el coronamiento de la alcantarilla esté a un nivel superior al de la superficie del terreno original, el Contratista debe construir un terraplén que cumpla con lo especificado en la Sección 203, hasta una elevación de 600 milímetros arriba de la cota de diseño del coronamiento de la alcantarilla y enseguida, excavar y colocar ésta. Si el Contratista elige construir un terraplén hasta una elevación mayor de 600 milímetros sobre la cota de diseño del citado coronamiento, no se le pagará por la excavación estructural del terraplén adicional.

Previamente a la colocación de las alcantarillas, en todos los drenajes, se deben de excavar los canales de entrada y salida de éstas, de conformidad y con cargo a la Sección 204.

Se deben excavar cajuelas para dar cabida a las juntas de campana ú otras partes que se extiendan debajo del perímetro de la alcantarilla.

Cuando se encuentre roca, ya sea en estratos o en forma suelta, o cualquier otro material que no permita por su dureza conformar un lecho apropiado para colocar la alcantarilla, este material debe ser removido hasta más abajo de la cota de cimentación y reemplazarse por una cama de arena ú otro material compactado, que tenga un espesor mínimo de 300 milímetros.

Cuando debido a la presencia de materiales suaves, inadecuados o inestables no se encuentre una base firme para la cimentación de la alcantarilla, estos materiales se deben remover en un ancho igual al de la excavación de que se trate y se debe rellenar con grava ú otro material apropiado, debidamente compactado, para obtener un lecho adecuado, salvo que se indiquen otros métodos en los planos. La profundidad de la sobre-excavación indicada, será determinada por el Delegado Residente.

Las sobre-excavaciones indicadas en los dos párrafos anteriores, se deben pagar como excavación estructural para alcantarillas.

El Contratista debe tomar las precauciones necesarias para desviar temporalmente cualquier corriente de agua que se pueda encontrar.

La clase de lecho de cimentación a construir, según el caso, se muestra en los planos correspondientes.

La alcantarilla se debe colocar, hasta que el lecho de cimentación haya sido aprobado por el Delegado Residente.

El Contratista debe de cumplir con todo lo aplicable de lo especificado en esta Sección.

205.07 EXCAVACION ESTRUCTURAL PARA SUB-DRENAJES. La excavación estructural para Sub-drenajes ya sea de tubería perforada o de Drenaje Francés, se debe efectuar hasta la profundidad de la zanja que sea requerida y de conformidad con las dimensiones, pendientes y detalles mostrados en los planos respectivos e instrucciones escritas del Delegado Residente. Las paredes de las zanjas deben ser lo más verticales que sea posible. El fondo de la excavación debe ser conformado, a efecto de que quede una superficie firme y uniforme en toda su longitud. Esta excavación no incluye el relleno de material de filtro ni la capa impermeable, cuyo trabajo se debe efectuar y pagar de conformidad con la Sección 605.

Cuando se trate de Sub-drenaje de Drenaje Francés, el Delegado Residente debe de ordenarle por escrito al Contratista el ancho de la zanja, la que en ningún caso debe ser menor de 600 milímetros.

Cuando se trate de Sub-drenajes de tubería perforada, la excavación tampoco incluye el suministro y colocación de la tubería, cuyo trabajo se debe de ejecutar y pagar con cargo a la Sección 605.

El Contratista debe cumplir con todo lo aplicable de lo especificado en esta sección.

205.08 EXCAVACION ESTRUCTURAL PARA GAVIONES. La excavación estructural para Gaviones, se debe de efectuar de conformidad con las dimensiones y detalles mostrados en los planos e instrucciones escritas del Delegado Residente. Incluye los trabajos previos que sea necesario efectuar, tales como el desvío de corrientes de agua, construcción de cauces provisionales ú otros que se indiquen en los planos y/o describan en las Disposiciones Especiales. Esta excavación no incluye la construcción del gavión, cuyo trabajo se debe de ejecutar y pagar de conformidad con la Sección 253.

El Contratista debe de cumplir con todo lo aplicable, de lo especificado en esta Sección.

205.09 BOMBEO. El bombeo en cualquier excavación, se debe hacer de tal manera que excluya la posibilidad de extraer cualquier porción de los materiales que ya se hayan colocado. No es permitido bombear durante la colocación del concreto o durante un período de por lo menos 24 horas después, a menos que el bombeo se pueda hacer desde un pozo de recolección apropiado que esté separado de la obra de concreto.

El bombeo para sacar el agua de un tablestacado sellado, no debe principiar sino hasta que el sello haya fraguado lo suficiente para resistir la presión hidrostática y en ningún caso, antes de 7 días o el período de tiempo adicional que autorice el Delegado Residente.

205.10 INSPECCION. Después de terminar cualquier excavación, el Contratista debe notificarlo al Delegado Residente y no debe colocar mampostería, alcantarilla, relleno de material de filtro para sub-drenaje, gavión o estructura alguna, sino hasta que éste haya aprobado la profundidad de la excavación, la calidad del suelo para la cimentación y haya dado la autorización para continuar.

205.11 RELLENO ESTRUCTURAL PARA ESTRUCTURAS. En cualquier excavación estructural, el relleno hasta la altura del terreno original o hasta la superficie de la sub-rasante, lo que sea más bajo, forma parte de la excavación. En caso necesario, si el material resultante de la excavación no cumple con lo indicado en 205.03, el Delegado Residente puede ordenar que el material a utilizar para el relleno sea obtenido de una fuente completamente diferente al de la excavación para la estructura de que se trate, en cuyo caso se pagará de conformidad con la Sección 206. Se pueden utilizar piedras para los rellenos, únicamente con la autorización expresa del Delegado Residente y siempre que los vacíos entre ellas, sean rellenos con material para relleno estructural, el que debe ser debidamente compactado. En dicho caso, la roca utilizada para el relleno debe cumplir con lo indicado en la Sección 252.

El relleno sobre el nivel del agua, detrás de los estribos, alas, pilas, así como alrededor de las Sub-estructuras, debe ser depositado en capas horizontales, cuyo espesor debe ser determinado por el Contratista y aprobado por el Delegado Residente, según la capacidad del equipo que se utilice.

En todo caso, las capas deben ser compactadas como mínimo al 90% de la densidad máxima determinada por el método AASHTO T 180.

El último metro abajo de la sub-rasante terminada, debe ser compactado como mínimo al 95% de la densidad máxima determinada por el método citado. La comprobación de la compactación en el campo y el control del contenido de humedad, se deben hacer por los métodos que se indican en 203.08.

Cuando el material de relleno sea depositado en agua, no se aplicarán los requisitos de densidad para las capas, sino hasta que se haya obtenido una capa de 1 metro de material relativamente seco, la cual se debe compactar por apisonamiento.

A fin de prevenir la acumulación de agua en los espacios alrededor de los cimientos, se debe colocar el relleno hasta la altura de la superficie del terreno existente que esté alrededor de los estribos, alas, muros de retención y pilas, lo más pronto posible, después de que se hayan quitado las formaletas. El relleno alrededor de arcos y marcos rígidos, debe ser colocado hasta la altura de la línea del terreno existente, lo más pronto que sea posible después de haber quitado las formaletas.

En excavaciones para estructuras cuyas áreas de trabajo sean limitadas, la compactación será obtenida por medio de compactadoras mecánicas, compactadoras de mano apropiadas o como relleno hidráulico. Cuando se usen compactadoras de mano, los materiales se deben de colocar en capas de un espesor apropiado, según la capacidad del equipo que se utilice; el que debe ser aprobado por el Delegado Residente. Se debe tener especial cuidado a fin de evitar cualquier acción de cuña contra la estructura y si el Delegado Residente lo autoriza, los taludes alrededor de los estribos y alas se deben construir en escalones. Los rellenos alrededor de los estribos y pilas deben ser contruidos simultáneamente, a ambos lados y a la misma altura.

No se debe colocar ningún relleno contra cualquier estructura de concreto, sino hasta que el Delegado Residente lo autorice y en ningún caso antes de que el concreto haya alcanzado la resistencia necesaria para soportar los esfuerzos producidos por la construcción de dicho relleno.

205.12 RELLENO ESTRUCTURAL PARA ALCANTARILLAS. En general, las zanjas y las excavaciones se deben rellenar inmediatamente después que el mortero de la junta haya endurecido lo suficiente para no ocasionarle ningún daño y hasta una altura no menor de 600 milímetros sobre la corona de la alcantarilla o hasta la altura del terreno natural, según el caso.

El material de relleno que se coloque hasta el nivel de la corona de la alcantarilla, debe cumplir con lo indicado en 205.03. Si el material resultante de la excavación no cumple con estos requisitos, el Delegado Residente puede ordenar que el material a utilizar para el relleno sea obtenido de una fuente completamente diferente al de la excavación, en cuyo caso se pagará de conformidad con lo indicado en la Sección 206.

El material de relleno se debe compactar en capas que no excedan de 150 milímetros de espesor, debiendo ser colocadas simultáneamente a ambos lados de la alcantarilla para que no se produzcan presiones desiguales.

La compactación se puede hacer por medio de compactadoras mecánicas, o de mano, apropiadas.

No se permitirá que se opere equipo pesado sobre una alcantarilla, sino hasta que haya sido hecho correctamente el relleno y ésta se haya cubierto, a partir de la corona, con material de por lo menos 600 milímetros de altura.

Cuando se use arena de río como material de relleno y el Delegado Residente autorice el uso de agua para la consolidación del relleno, el Contratista será responsable de no hacer flotar la alcantarilla.

La compactación debe llenar todos los requisitos especificados en 205.11.

205.13 RELLENO ESTRUCTURAL PARA FILTRO Y CAPA DE SUB-DRENAJE. El relleno de material de filtro y la capa impermeable de los sub-drenajes de Drenaje Francés y de los sub-drenajes de tubería perforada, incluyendo el suministro y colocación de las mismas, se debe ejecutar, medir y pagar de conformidad con la Sección 605.

205.14 RELLENO ESTRUCTURAL PARA GAVIONES. El relleno lo constituye la construcción del gavión, el que debe ser construido, medido y pagado, de conformidad con la Sección 253.

205.15 ACONDICIONAMIENTO DEL MATERIAL SOBRANTE. El material excavado se usa generalmente para rellenos y construcción de terraplenes sobre y alrededor de estructuras y alcantarillas. Todo el material sobrante debe ser colocado de tal manera que no afecte la apariencia y utilidad de la carretera o del cauce. En ningún caso, se debe depositar dicho material en el cauce de una corriente.

205.16 LIMPIEZA FINAL. Al terminar el trabajo, el Contratista debe dejar la estructura, lugar de la obra y áreas adyacentes que hayan sido afectadas por sus operaciones, completamente limpias y en condiciones presentables, retirar todas las estructuras provisionales, escombros, basura y material sobrante y no dejar obstrucciones que puedan ocasionar la acumulación de material arrastrado o socavaciones. Todo el material procedente de las estructuras existentes que retire el Contratista, debe apilarlo adecuadamente en los lugares más cercanos, sin causar obstrucciones ni afectar la apariencia de la obra. El maderamen de la obra falsa debe ser quitado cuidadosamente.

205.17 LINEAS DE PAGO. Las líneas de pago para las excavaciones estructurales, exceptuando las de sub-drenajes y gaviones, son los planos verticales que se extienden desde el fondo de cimentación de la estructura o alcantarilla, hasta la superficie del terreno original o a la parte superior de la sección típica de la sub-rasante, tomando como base la más baja de cualquiera de las dos, como se muestre en los planos.

Para sub-drenajes, las líneas de pago son los planos verticales que se extienden desde el fondo de la excavación, hasta la superficie del terreno original, en caso de que la excavación

esté en terraplén; o hasta la altura delimitada por la Sección Típica en el lugar de la excavación, cuando ésta esté en corte.

Para Gaviones, las líneas de pago son los planos verticales que se extienden desde el fondo de la excavación, hasta la superficie del lecho del río o del terreno original, según donde se construya el Gavión.

En caso de que no se indique en los planos o en las Disposiciones Especiales, las líneas de pago, serán las siguientes:

(a) Para Puentes. Los planos verticales deben estar situados a 500 milímetros fuera de las líneas exactas de los cimientos y paralelos a ellos.

(b) Para Cajas y Bóvedas de Concreto o Mampostería. Los planos verticales deben estar situados a 500 milímetros fuera de las líneas exactas exteriores de los cimientos extremos y paralelos a ellos, sin tomar en cuenta ningún plano vertical en los rostros interiores de los cimientos.

(c) Para Alcantarillas. De 36 pulgadas nominales o menores, o de un diámetro equivalente, los planos verticales estarán situados a 300 milímetros fuera de la proyección horizontal de la superficie exterior de la alcantarilla y paralelos a la misma y a 300 milímetros fuera de los extremos.

(d) Para Alcantarillas. Mayores de 36 pulgadas nominales o su diámetro equivalente, los planos verticales estarán situados fuera de la proyección horizontal de la superficie exterior de la alcantarilla, a una distancia igual a 1/3 del diámetro nominal y paralelas a la misma, con un máximo de 500 milímetros y a 500 milímetros fuera de los extremos.

(e) Para Sub-drenajes y Gaviones. Los planos verticales son las paredes de la excavación.

(f) Para Estructuras No Comprendidas desde (a) hasta (e) anteriores. Los planos verticales deben estar situados a 500 milímetros fuera de las líneas exactas de los cimientos y paralelos a ellos.

205.18 MEDIDA. La medida se debe hacer del número de metros cúbicos, con aproximación de dos decimales, de excavación estructural del renglón de que se trate, medidos en su posición original, por medio de secciones transversales como se indica en 152.04, usando para el cálculo del volumen, el método de promedio de áreas extremas u otro como se estipula en 110.01.

El volumen que servirá de base para el pago, será el realmente excavado dentro y hasta las líneas de pago que se indican en 205.17; exceptuando cualquier otra excavación que se deba efectuar con cargo a otra Sección de estas Especificaciones Generales.

En el caso de cajas y bóvedas, citado en 205.17 (b), no se debe hacer ninguna deducción del volumen de material excavado dentro de los rostros interiores de los cimientos y hasta la elevación que corresponda conforme lo estipulado en 205.17, primer párrafo.

En la medida no se deben de incluir volúmenes adicionales causados por desprendimientos, derrumbes, hundimientos, sedimentaciones o rellenos debidos a causas naturales o a descuidos del Contratista.

205.19 PAGO. El pago se debe hacer por el número de metros cúbicos, medidos como se indica anteriormente, al correspondiente precio unitario de contrato para el renglón de

Excavación Estructural de que se trate, cuyo precio incluye el trabajo estipulado en esta Sección, de conformidad con lo indicado en 110.02.

El pago se hará como sigue: el 80% al estar terminada la excavación y el 20% restante, al estar debidamente terminado el relleno. Cuando se trate de excavación estructural para Sub-drenajes o para Gaviones, se pagará el 100% al estar debidamente terminada la excavación, de conformidad con estas Especificaciones Generales.

La excavación adicional hasta de 1 metro, respecto al nivel de la cimentación mostrada en los planos, se pagará al precio unitario de contrato para Excavación Estructural. Cuando sea necesario excavar más de 1 metro por debajo del nivel antes citado, el pago se hará al precio unitario de contrato para Excavación Estructural o como trabajo extra, a opción del Contratista. La decisión del Contratista, debe ser notificada por escrito al Delegado Residente con suficiente anticipación a la ejecución del trabajo, para que se proceda como se estipula en 104.03.

El concreto que se utilice para la construcción de los sellos de concreto que sean ordenados por el Delegado Residente, se pagará al Contratista al precio unitario de contrato para la clase de concreto que se haya colocado.

RESUMEN DE NORMAS

<u>Ensayos</u>		<u>Materiales</u>
Compactación	AASHTO T 180 AASHTO T 191 (ASTM D 1556)	
Determinación de Humedad	AASHTO T 217	
Análisis Granulométrico	AASHTO T 27 y T 11	
Determinación del Límite Líquido	AASHTO T 89	

SECCION 206 RELLENO PARA ESTRUCTURAS

- 206.01 Definición.
- 206.02 Descripción.
- 206.03 Requisitos de los Materiales.
- 206.04 Relleno para Estructuras.
- 206.05 Compactación.
- 206.06 Mantenimiento y Estabilidad de los Rellenos.
- 206.07 Limpieza Final.
- 206.08 Medida.
- 206.09 Pago.

206.01 DEFINICION. Relleno para Estructuras. Es el relleno que se construye en los accesos de un puente, sobre la superficie exterior de una bóveda o en la excavación de las alcantarillas cuando el Delegado Residente así lo ordene, dentro de los límites que se indican en esta Sección, que se muestran en los planos y/o se describan en las Disposiciones Especiales.

206.02 DESCRIPCION. Este trabajo consiste en la excavación, remoción y transporte del material apropiado; excavación del material inadecuado y su reemplazo; colocación del material con la humedad requerida; conformación y compactación del relleno; y la limpieza final que sea necesaria para la adecuada terminación del trabajo.

MATERIALES

206.03 REQUISITOS DE LOS MATERIALES. Los materiales para relleno deben cumplir con lo establecido a continuación:

(a) Material para relleno estructural. El Contratista debe suministrar material granular de libre drenaje, libre de exceso de humedad, turba, terrones de arcilla, raíces, césped, u otro material deletéreo y debe cumplir con lo siguiente:

(1)	Dimensión máxima	50 milímetros
(2)	Material que pasa el tamiz de 75 µm, AASHTO T 27 y T 11	15 % máximo
(3)	Límite líquido, AASHTO T 89	30 % máximo

(b) Materiales inadecuados. Son los definidos en 203.01.

REQUISITOS DE CONSTRUCCION

206.04 RELLENO PARA ESTRUCTURAS. El Contratista debe notificar, con suficiente anticipación, al Delegado Residente que iniciará los levantamientos topográficos que sean necesarios y proporcionará las pruebas de laboratorio que comprueben la calidad del suelo para la cimentación del relleno, los materiales a utilizar y los lugares de donde serán extraídos. No se medirá ni pagará ningún material de relleno que se haya colocado antes de que lo autorice el Delegado Residente.

Cuando dentro de los límites del relleno, se encuentre fango u otro material inadecuado para la adecuada cimentación del relleno, el Contratista debe excavar tal material por lo menos 300 milímetros debajo de la superficie del terreno original o a la profundidad que indique el Delegado Residente. Este material debe ser retirado por el Contratista y depositado donde autorice el Delegado Residente. El Contratista debe rellenar la excavación efectuada, con el material especificado, el cual debe ser debidamente conformado y compactado a la misma densidad especificada para el relleno.

Cuando el relleno a construir tenga 1 metro o menos de altura y el terreno original requiera ser escarificado, éste debe ser compactado a la misma densidad especificada para el relleno.

No se debe colocar ningún relleno contra cualquier estructura de concreto, antes de que el concreto haya adquirido la resistencia para soportar los esfuerzos producidos por la construcción del relleno.

El relleno debe ser construido en capas sucesivas horizontales y de tal espesor que permita la compactación especificada en esta Sección. Los espesores de las capas a ser compactadas, deben ser determinados por el Contratista, con la aprobación del Delegado Residente, de conformidad con la capacidad de la maquinaria o equipo que se vaya a utilizar, debiéndose efectuar para tal efecto, ensayos para determinar el espesor máximo en cada caso, siempre y cuando se llenen los requisitos de compactación que se indican en estas Especificaciones Generales.

En áreas limitadas o adyacentes a estructuras, tales como estribos, alas, cabezales, bóvedas u otros, la compactación se puede hacer por medio de compactadoras mecánicas o con compactadoras de mano apropiadas. Se debe tener especial cuidado a efecto de evitar cualquier acción de cuña contra la estructura. Los taludes alrededor de estribos y alas, deben ser construidos como se indique en los planos. Los rellenos alrededor de las estructuras citadas se deben colocar simultáneamente, a ambos lados y a la misma altura, según el caso.

Cuando se empalmen capas de materiales diferentes, éstas se deben engrapar adecuadamente en una longitud suficiente o mezclar los materiales de tal manera que se eviten cambios bruscos en los materiales de las capas.

(a) Relleno para Puentes. Los rellenos en los accesos de puentes, se deben construir hasta la altura de la sub-rasante y en una longitud de 10 metros, medidos en la parte superior del relleno y a partir de cada estribo.

La compactación se debe efectuar como se especifica en 206.05.

(b) Relleno para Bóvedas. Los rellenos sobre la superficie exterior de las bóvedas, se deben construir, en capas sucesivas debidamente confinadas con la estructura, hasta formar un prisma que tenga las siguientes líneas de pago: hasta una altura de 600 milímetros sobre la corona exterior de la bóveda; en sentido transversal a la bóveda, el ancho del relleno en la parte superior de la misma debe ser igual a la distancia comprendida entre las aristas exteriores de los pies de los muros, continuando a ambos lados con taludes que tengan una pendiente de 1½ a 1, hasta encontrar el terreno natural; y en sentido longitudinal, debe tener una dimensión igual a la longitud de la bóveda, descontando lo que corresponde a los taludes que fije la Sección Típica, para una altura de 600 milímetros. El pie del talud lo constituirá: en parte, la misma estructura y el resto, el terreno natural, según lo que muestre el plano respectivo.

(c) Relleno para Alcantarillas. Cuando el Delegado Residente determine que el material resultante de la excavación para la construcción de la alcantarilla no cumple con los requisitos estipulados en 205.12 para ser utilizado en la construcción del relleno, el relleno se construirá con material de relleno para estructuras. El relleno debe construirse en capas, hasta una altura de 600 milímetros sobre la corona de la alcantarilla.

El resto del relleno hasta el nivel de la sub-rasante, se debe construir, con cargo al renglón de Excavación No Clasificada que corresponda, de la Sección 203.

Para el efecto de interpretación, el relleno para bóvedas se representará gráficamente en el plano respectivo.

La compactación se debe efectuar como se especifica en 206.05. Los 600 milímetros sobre la corona de las bóvedas deben compactarse como mínimo, al 95% de la densidad máxima, determinada por el mismo método citado en 206.05.

206.05 COMPACTACION. En los rellenos para estructuras, cada capa se debe compactar como mínimo al 90% de la densidad máxima, determinada según el método AASHTO T 180; y los últimos 300 milímetros superiores deben compactarse como mínimo al 95% de la densidad máxima determinada por el método citado.

La compactación se comprobará en el campo, de preferencia mediante el método AASHTO T 191 (ASTM D 1556). Con la aprobación escrita del Delegado Residente, se pueden utilizar otros métodos técnicos, incluyendo los no destructivos.

El Contratista debe de controlar el contenido de humedad adecuado, calentando el material y determinando la humedad a peso constante, o por el método del Carburo de Calcio, AASHTO T 217, a efecto de obtener la compactación especificada. Cada capa debe ser compactada con equipo apropiado para asegurar una compactación uniforme y no se debe proseguir la compactación de una nueva capa, hasta que la anterior llene los requisitos de compactación especificados.

206.06 MANTENIMIENTO Y ESTABILIDAD DE LOS RELLENOS. Hasta la aceptación final del trabajo, el Contratista es responsable de la estabilidad de los rellenos que efectúe y debe asumir todos los gastos que ocasione el reemplazo de cualquier material que haya sido mal colocado, conformado y compactado; o que sufra cualquier daño como consecuencia de descuido o negligencia de su parte.

206.07 LIMPIEZA FINAL. Después de que hayan sido completamente terminados los trabajos del Relleno para Estructuras, el Contratista debe limpiar el lugar de la obra, de escombros, maleza, trozas, rocas sueltas, piedras grandes, material regado y demás residuos o desechos.

206.08 MEDIDA. La medida se debe hacer del número de metros cúbicos, con aproximación de dos decimales, del material de relleno para estructuras, en su posición final, satisfactoriamente suministrados, transportados, colocados, conformados, compactados y aceptados de acuerdo con estas Especificaciones Generales, como sigue:

(a) Relleno para Estructuras (Puentes). La medida se debe hacer del relleno terminado como se indica en 206.04 (a), por medio de secciones transversales, como se describe en 152.04, usando para el cálculo del volumen, el método de promedio de áreas extremas u otro como se estipula en 110.01.

(b) Relleno para Estructuras (Bóvedas). La medida se debe hacer del relleno terminado como se indica en 206.04 (b) y por el mismo procedimiento descrito en (a) anterior.

(c) Relleno para Alcantarillas. La medida se debe hacer del relleno terminado como se indica en 206.04 (c) y por el mismo procedimiento descrito en (a) anterior.

206.09 PAGO. El pago se debe hacer por el número de metros cúbicos medidos como se indica en 206.08 (a), (b) ó (c), según el caso, al precio unitario de contrato correspondiente a Relleno para Estructuras (Puentes), Relleno para Estructuras (Bóvedas) o Relleno para Estructuras (Alcantarilla), respectivamente, cuyo precio incluye el trabajo estipulado en esta Sección, de conformidad con lo indicado en 110.02.

RESUMEN DE NORMAS

Ensayos

Materiales

Compactación

AASHTO T 180
AASHTO T 191(ASTM D 1556)

Determinación de Humedad

AASHTO T 217

SECCION 207 RELLENO PERMEABLE

- 207.01 Definición.
- 207.02 Descripción.
- 207.03 Requisitos de los materiales.
- 207.04 Colocación.
- 207.05 Medida.
- 207.06 Pago.

207.01 DEFINICION. Relleno Permeable. Es el material especial que se coloca entre una estructura cualquiera y el terraplén de la carretera, con el objeto de evacuar el agua que se acumula en esos lugares. Estas estructuras pueden ser: Muros, Cabezales, Muros de Retención o Estribos de Puentes.

207.02 DESCRIPCION. Este trabajo consiste en la extracción o elaboración, suministro, transporte, almacenamiento y colocación de los materiales del relleno permeable, en los lugares, cotas y dimensiones indicados en los planos, o en los lugares que sea necesario según lo ordene el Delegado Residente.

MATERIALES

207.03 REQUISITOS DE LOS MATERIALES. Los materiales para la construcción del relleno permeable deben cumplir con lo establecido a continuación.

(a) **Relleno permeable.** El Contratista debe suministrar arena que cumpla con lo establecido en AASHTO M 6, clase B, y/o agregado grueso consistente de partículas de grava, escoria o piedra triturada estables y durables que cumplan con los requisitos de graduación indicados en la siguiente tabla.

Tabla 207-1 Graduación para Relleno Permeable

Tamaño del Tamiz	Porcentaje en Masa que pasa el Tamiz Estándar (AASHTO T 11 y T 27)
75.0 mm	100
19.0 mm	50-90
4.75 mm	20-50
0.075 mm	0-2

(b) **Geotextil Tipo I.** Los geotextiles son materiales fabricados utilizando polímeros sintéticos de cadena larga, compuestos de por lo menos 95 por ciento en masa de poliolefinas, poliéster o poliamidas. La fabricación del geotextil, incluyendo los remates en las orillas, debe hacerse dentro de una red estable tal, que los filamentos o hilos mantengan su estabilidad dimensional relativa entre ellos mismos. El geotextil y los hilos utilizados en la costura de éste, deben ser resistentes a ataques químicos, moho y al deterioro; y debe estar libre de desgarres, defectos o fallas, que alteren adversamente sus propiedades físicas. El geotextil Tipo I debe cumplir con los requerimientos indicados en la Tabla 207-2. Adicionalmente, el geotextil debe cumplir con las características de Supervivencia Durante la Instalación indicadas en 211.03 (a).

REQUISITOS DE CONSTRUCCION

207.04 COLOCACION. Cuando se use Relleno Permeable detrás de los Estribos, Muros de Ala, Muros de Retención y otras estructuras, se debe colocar según se indica en los planos. Donde se instalen agujeros de drenaje, se debe colocar suficiente material grueso contiguo a éstos para retener el relleno permeable. Este se debe extender en capas que no excedan de 150 milímetros de espesor. El extremo de entrada de cada agujero de drenaje debe ser cubierto con geotextil, el cual debe extenderse en un radio de por lo menos 0.5 metros del centro del agujero de drenaje.

Tabla 207-2 Requerimientos Físicos para Geotextil en Función de Drenaje

Propiedades	Método de ensayo ASTM	Un.	Especificaciones ⁽¹⁾					
			Porcentaje de suelo que pasa el tamiz 0.075 mm ⁽⁵⁾					
			< 15	15 a 50	> 50	< 15	15 a 50	> 50
			Geotextil Clase 2 ⁽⁴⁾			Geotextil Clase 3 ⁽⁴⁾		
			Tipo I-A	Tipo I-B	Tipo I-C	Tipo I-D	Tipo I-E	Tipo I-F
Resistencia a la Tracción Grab	D 4632	N	1100/700	1100/700	1100/700	800/500	800/500	800/500
Resistencia de la costura	D 4632	N	990/630	990/630	990/630	720/450	720/450	720/450
Resistencia al Desgarre	D 4533	N	400 ⁽³⁾ /250	400 ⁽³⁾ /250	400 ⁽³⁾ /250	300/175	300/175	300/175
Resistencia a la Perforación	D 4833	N	400/250	400/250	400/250	300/175	300/175	300/175
Resistencia al Reventado	D 3786	kPa	2750/1350	2750/1350	2750/1350	2100/950	2100/950	2100/950
Permisividad	D 4491	s ⁻¹	0.5	0.2	0.1	0.5	0.2	0.1
Abertura Aparente de Poros ⁽⁶⁾	D 4751	mm	0.45 ⁽²⁾	0.25 ⁽²⁾	0.22 ^{(2) (7)}	0.45 ⁽²⁾	0.25 ⁽²⁾	0.22 ^{(2) (7)}
Estabilidad a los Rayos Ultravioleta	D 4355	%	50 % después de 500 horas de exposición					

⁽¹⁾ El primero de los valores en esta columna aplica al geotextil que rompe a menos de 50% de alargamiento (ASTM D 4632). El segundo de los valores en esta columna aplica al geotextil que rompe a más de 50 % de alargamiento (ASTM D 4632).

⁽²⁾ Valor promedio máximo del rollo.

⁽³⁾ El mínimo valor promedio de la resistencia del rollo al desgarre para geotextil tejido de monofilamento es de 245 N.

⁽⁴⁾ El geotextil Clase 2 es la selección por omisión. El Contratista podrá especificar geotextil Clase 3 para aplicaciones de drenaje de zanja basado en uno o más de las siguientes indicaciones:

(a) El Contratista considera que el geotextil Clase 3 tiene la suficiente supervivencia basado en su experiencia de campo.

(b) El Contratista considera que el geotextil Clase 3 tiene la suficiente supervivencia basado en ensayos de laboratorio e inspecciones visuales de muestras de geotextil tomadas desde una sección del campo construida previamente bajo las condiciones de campo.

(c) La profundidad del drenaje subterráneo es menor a 2 metros, el diámetro del agregado del filtro es menor de 30 mm y los requerimientos de compac

(d) tación son iguales o menores al 95% de la densidad seca máxima determinada por el método AASHTO T-99.

⁽⁵⁾ Basado en un análisis de granulometría del suelo realizado en el campo de acuerdo con AASHTO T-88.

⁽⁶⁾ Los valores de las propiedades de filtración indicados se basan en el tamaño de partículas predominantes del suelo en el sitio del proyecto. Adicional a los valores de permisividad indicados, el diseñador podrá requerir la permeabilidad del geotextil basándose en el diseño de ingeniería para sistemas de drenaje de suelos problemáticos cercanos. Para un sitio particular se requerirán especificaciones especiales del geotextil en situaciones de suelo local inestable o altamente erosionable, tales como limos no cohesivos, suelos mal graduados o suelos con láminas alternas de arenas/limos, arcillas dispersas y/o rocas pulverizadas.

⁽⁷⁾ Para suelos cohesivos, con índice de plasticidad mayor que 7, los valores máximos promedios por rollo corresponden a valores de abertura aparente de poro, AOS, de 0.30 mm.

El relleno permeable se construirá simultáneamente con la construcción del relleno estructural.

207.05 MEDIDA. La medida se debe hacer, del número de metros cúbicos, con aproximación de dos decimales, de Relleno Permeable, colocado satisfactoriamente, de acuerdo con estas Especificaciones Generales.

207.06 PAGO. El pago se debe hacer por el número de metros cúbicos medidos como se indica anteriormente, al precio unitario de contrato, correspondientes a Relleno Permeable, cuyo precio incluye el trabajo estipulado en esta Sección, de conformidad con lo indicado en 110.02.

SECCION 208 ACARREO LIBRE Y ACARREO

- 208.01 Definiciones.
- 208.02 Descripción.
- 208.03 Materiales a ser Transportados.
- 208.04 Límite de Acarreo Libre.
- 208.05 Medida.
- 208.06 Pago.

208.01 DEFINICIONES.

Acarreo Libre. Es el transporte de materiales No Clasificados, provenientes del corte y de préstamo, así como el transporte del material de desperdicio, a una distancia menor o igual a 1,000 metros.

Acarreo. Es el transporte de materiales No Clasificados, provenientes del corte y de préstamo, así como el transporte del material de desperdicio, a cualquier distancia que exceda de 1,000 metros.

208.02 DESCRIPCION. Este trabajo consiste en el transporte de materiales no clasificados, provenientes del corte y de préstamo, para ser utilizados en la construcción de terraplenes; así como el transporte del material de desperdicio.

El trabajo no incluye el transporte de ningún material correspondiente a cualquier otra Sección de estas Especificaciones Generales.

208.03 MATERIALES A SER TRANSPORTADOS. Los materiales a ser acarreados de conformidad con esta Sección, son únicamente los que corresponden a la Sección 203. El acarreo de cualquier otro material no incluido en la Sección 203, se debe incluir en el precio unitario del renglón correspondiente.

REQUISITOS DE CONSTRUCCION

208.04 LIMITE DE ACARREO LIBRE. Este límite es de 1,000 metros. El material que se transporte hasta llegar a dicho límite, es considerado como acarreo libre y su costo debe ser incluido en el precio unitario del renglón que corresponda de la Sección 203.

208.05 MEDIDA. La medida se debe hacer del número de metros cúbicos-kilómetro, con aproximación de dos decimales, satisfactoriamente transportados, de conformidad con el trayecto más corto y accesible que determine el Delegado Residente. El volumen de material debe ser calculado con base en las medidas del mismo en su posición original, por el método de promedio de áreas extremas. La distancia de acarreo debe ser la comprendida entre el centro del volumen de material en su posición original y el centro del volumen del material ya colocado, menos la distancia de acarreo libre.

208.06 PAGO. El pago se debe hacer por el número de metros cúbicos-kilómetro de acarreo, medidos como se indica en 208.05, al precio unitario de contrato correspondiente a Acarreo, cuyo precio incluye el trabajo estipulado en esta Sección, de conformidad con lo indicado en 110.02.

SECCION 209 CAPA DE BALASTO

- 209.01 Definición.
- 209.02 Descripción.
- 209.03 Balasto.
- 209.04 Colocación del Balasto.
- 209.05 Compactación.
- 209.06 Aceptación.
- 209.07 Medida.
- 209.08 Pago.

209.01 DEFINICION. Balasto. Es un material clasificado que se coloca sobre la sub-rasante terminada de una carretera, con el objeto de protegerla y de que sirva de superficie de rodadura.

209.02 DESCRIPCION. Este trabajo consiste en el suministro, transporte y colocación del material con la humedad requerida; conformación y compactación de la capa de balasto, de acuerdo con el espesor total mostrado en los planos y lo descrito en estas Especificaciones Generales y en las Disposiciones Especiales.

209.03 BALASTO. Debe ser de calidad uniforme y estar exento de residuos de madera, raíces o cualquier material perjudicial o extraño. El material de balasto debe tener un peso unitario suelto, no menor de 1,450 Kg./metro³ (90 lb./pie³) determinado por el método AASHTO T 19. El tamaño máximo del agregado grueso del balasto, no debe exceder de $\frac{2}{3}$ del espesor de la capa y en ningún caso debe ser mayor de 100 milímetros. El que sea mayor, debe ser separado ya sea por tamizado en el banco de material o según lo autorice el Delegado Residente.

La porción del balasto retenida en el tamiz 4.75 mm (N° 4), debe estar comprendida entre el 60% y el 40% en peso y debe tener un porcentaje de abrasión no mayor de 60, determinado por el método AASHTO T 96. La porción que pase el tamiz 0.425 mm (N° 40), debe tener un límite líquido no mayor de 35, determinado por el método AASHTO T 89 y un índice de plasticidad entre 5 y 11, determinado por el método AASHTO T 90. La porción que pase el tamiz 0.075 mm (N° 200), no debe exceder de 15% en peso, determinado por el método AASHTO T11.

REQUISITOS DE CONSTRUCCION

209.04 COLOCACION DEL BALASTO. Conforme se vaya terminando de construir la sub-rasante de acuerdo con lo indicado en la Sección 301, se debe colocar la capa de balasto. No se debe dejar sin cubrir la sub-rasante, en una longitud mayor de 2 kilómetros. El espesor total de la capa de balasto no debe ser menor de 100 milímetros ni mayor de 250 milímetros.

Cuando la capa de balasto se deba colocar sobre una sub-rasante existente, ésta debe ser previamente conformada, escarificada y compactada superficialmente, respetando las líneas, pendientes y sección típica establecidas en los planos y especificaciones. En los lugares donde se encuentre material inadecuado, según lo definido en 203.01, éstos deben ser removidos hasta una profundidad de por lo menos 300 milímetros y reemplazados con material apropiado. Todas las rocas o piedras grandes que se encuentren en el lecho de la carretera, se deben excavar hasta los límites laterales de la misma, mostrados en los planos y a una profundidad por lo menos de 300 milímetros debajo de la sub-rasante.

209.05 COMPACTACION. Las capas de balasto se deben compactar como mínimo al 95% de la densidad máxima determinada por el método AASHTO T 180.

El Contratista debe controlar el contenido de humedad adecuado del material, por medio de ensayos de laboratorio y campo, secando el material y determinando la humedad a peso constante o por el método del Carburo de Calcio, AASHTO T 217, a efecto de obtener la

compactación especificada. La capa debe ser nivelada con equipo apropiado para asegurar una compactación uniforme y no se aprobará la compactación, hasta que se llenen los requisitos correspondientes especificados.

209.06 ACEPTACION. La compactación se comprobará en el campo, cada 600 metros cuadrados y en forma alterna a lo ancho de la sección, de preferencia mediante el método AASHTO T 191 (ASTM D 1556). Con la aprobación escrita del Delegado Residente, se pueden utilizar otros métodos técnicos, incluyendo los no destructivos.

209.07 MEDIDA. La medida se debe hacer por el número de metros cúbicos de capa de balasto, con aproximación de dos decimales, debidamente construidos por el Contratista y aceptados por el Delegado Residente. El volumen debe ser el del material compactado en su posición final, calculado por procedimientos analíticos. Para el cálculo, la dimensión longitudinal debe ser la realmente cubierta por la capa, medida en proyección horizontal; la dimensión transversal debe ser el ancho también en proyección horizontal, mostrado en los planos u ordenado por escrito por el Delegado Residente y realmente cubierto por el Contratista; y el espesor, será el mostrado en los planos y/o descrito en las Disposiciones Especiales y realmente compactado.

209.08 PAGO. El pago se debe hacer por el número de metros cúbicos, medidos como se indica anteriormente, al precio unitario de contrato correspondiente a Capa de Balasto, cuyo precio incluye el trabajo estipulado en esta Sección, de conformidad con lo indicado en 110.02.

RESUMEN DE NORMAS

<u>Ensayos</u>	<u>Materiales</u>
Compactación	AASHTO T 180 AASHTO T 191(ASTM D 1556)
Graduación	AASHTO T 27 AASHTO T 11
Abrasión	AASHTO T 96
Límite Líquido	AASHTO T 89
Índice Plástico	AASHTO T 90
Peso Unitario	AASHTO T 19
Determinación de Humedad	AASHTO T 217

SECCION 210 USO DE EXPLOSIVOS

- 210.01 Definición.
- 210.02 Descripción.
- 210.03 Explosivos y Accesorios para la Explosión.
- 210.04 Regulaciones.
- 210.05 Programa para el Uso de Explosivos.
- 210.06 Encargado del Uso de Explosivos.
- 210.07 Explosión de Prueba.
- 210.08 Explosión de Producción.
- 210.09 Explosión Controlada.
- 210.10 Memoria de la Explosión.
- 210.11 Medida y Pago.

210.01 DEFINICION. La excavación con explosivos es utilizada cuando el terreno a excavar consiste en roca tan dura que no resulta práctico el uso de maquinaria convencional debido al desgaste excesivo al que se le sometería.

La explosión de producción contempla el uso de explosivos para fracturar roca dentro de los taludes de corte. Posteriormente se utiliza equipo para remover la roca fracturada resultante de la explosión.

La explosión controlada es aquella en la que se utilizan explosivos para formar un plano de corte en la roca a lo largo del talud diseñado.

210.02 DESCRIPCION. Este trabajo consiste en fracturar roca y construir taludes estables de corte utilizando técnicas de explosión de producción y de explosión controlada.

MATERIALES

210.03 EXPLOSIVOS Y ACCESORIOS PARA LA EXPLOSION. Únicamente se deben utilizar explosivos y dispositivos de iniciación de un año o menos de edad. Los explosivos y dispositivos de iniciación incluyen, pero no necesariamente se limitan a, dinamita y otros explosivos, lechadas, gelatinas de agua, emulsiones, agentes para la explosión, explosivos de iniciación, detonadores y cables para la detonación.

REQUISITOS DE CONSTRUCCION

210.04 REGULACIONES. El Contratista debe suministrar copias u otras pruebas de todos los permisos y licencias aplicables al Delegado Residente quién lo trasladará al Ingeniero. Se debe cumplir con las regulaciones del Estado relacionadas con la compra, transporte, almacenamiento y uso de material explosivo.

210.05 PROGRAMA PARA EL USO DE EXPLOSIVOS. El Contratista debe suministrar al Delegado Residente un programa para el uso de explosivos por lo menos 14 días antes del inicio de las operaciones de perforación o cuando se proponga un cambio en los procedimientos de perforación y explosión. En el mismo se incluirán detalles completos de los patrones de perforación y uso de explosivos, de las técnicas propuestas para la explosión controlada o para la de producción, incluyendo las medidas para cargar los agujeros húmedos. Este programa deberá ser aprobado por el Ingeniero y el Departamento de Gestión Ambiental de la División de Planificación y Estudios de la Dirección General de Caminos.

Como mínimo, el programa de uso de explosivos deberá incluir lo siguiente:

- (a) Dimensiones máximas para el ancho, la longitud y la profundidad de las voladuras.

(b) Plano típico y vista en sección del patrón de perforación para los agujeros, tanto para la explosión controlada como para la de producción. Debe indicar la cara libre, capacidad, diámetros de los agujeros, espaciamentos, inclinaciones y profundidad de la sub-perforación, si ésta es necesaria.

(c) Diagrama del patrón de carga que muestre:

(1) Localización de cada agujero.

(2) Localización y cantidad de cada tipo de explosivo en cada agujero incluyendo el cebo y los iniciadores.

(3) Localización, tipo y profundidad del taco.

(d) Iniciación y métodos de retraso, tiempos de retraso y factor total de explosivos.

(e) Hojas de datos del fabricante para todos los explosivos, cebos, iniciadores y otros dispositivos de explosión.

(f) Procedimientos de trabajo y precauciones de seguridad para el almacenaje, transporte y manejo de los explosivos.

(g) Procedimientos de trabajo y precauciones de seguridad para la explosión.

(h) Plan de seguridad y contingencia para el manejo, operación y dirección de las actividades de la dinamita, dirigido a los operarios y a los usuarios.

La aprobación del programa de explosiones no exime al Contratista de la responsabilidad por el uso de tecnologías de perforación y de explosiones existentes y de la obtención de los resultados requeridos.

210.06 ENCARGADO DE LOS EXPLOSIVOS. Por lo menos 10 días antes de la entrega o del uso del material explosivo, el Contratista debe designar, por escrito, un encargado de los explosivos. Asimismo debe presentar evidencia al Delegado Residente de que el encargado tiene una licencia válida extendida por una entidad autorizada para este tipo de explosiones requeridas.

210.07 EXPLOSIÓN DE PRUEBA. Se debe perforar, dinamitar y excavar una o más secciones cortas de ensayo, tal como se propuso en el programa de explosión, antes de efectuar los trabajos de perforación y explosión. Las pruebas podrán efectuarse lejos de o en la línea final del talud.

El espaciamiento entre los agujeros para la explosión controlada debe ser de 750 milímetros para la explosión de prueba inicial. Se debe ajustar el espaciamiento según lo aprobado y se debe utilizar el espaciamiento aprobado en la explosión a escala y en los ensayos subsecuentes, si éstos son necesarios.

Cuando se determine inaceptable una explosión de prueba, se deberá revisar el programa de explosiones y se deberá efectuar una prueba adicional.

El resultado de una prueba es inaceptable cuando ocurra fragmentación más allá de la superficie final de la roca, exista roca fina, vibración, soplos de aire, rotura de más, daños en la superficie final de la roca o se viole cualquier otro requerimiento.

210.08 EXPLOSIÓN DE PRODUCCION.

(a) Generalidades. El Contratista debe perforar los agujeros de producción y dinamitar de acuerdo con el programa de explosión. Debe tomar todas las medidas de precaución para minimizar los daños en la superficie final de la roca.

Inmediatamente después de dinamitar, el Contratista debe suspender el trabajo en toda el área de la explosión y revisar si no hay dinamita sin explotar antes de que los trabajadores retornen a la labor de excavar la roca.

Se debe remover o estabilizar toda la roca suelta, colgante o que represente un peligro potencial en la superficie de corte. Cuando sea necesario, la limpieza se debe efectuar utilizando una barrenadora hidráulica o por medio de explosiones livianas. Las irregularidades menores o las variaciones en la superficie podrán permanecer si no causan peligro. No se deben perforar los agujeros de producción de la siguiente plataforma hasta completar los trabajos de limpieza y de estabilización.

Si las operaciones de explosión de producción causaron fracturas en la cara del talud final, éstas deben ser reparadas o estabilizadas de una manera aprobada. La reparación o estabilización puede incluir la remoción, la colocación de pernos en la roca, dovelas en la roca u otras técnicas de estabilización.

El Contratista debe suspender las operaciones de explosión si ocurre cualquiera de las siguientes:

- (1) Los taludes son inestables.
- (2) Los taludes exceden las tolerancias establecidas.
- (3) Ocurrieron daños en el talud final.
- (4) Peligra la seguridad pública.
- (5) Se ha puesto en peligro alguna propiedad o algún elemento natural.
- (6) Se genera roca fina.

(b) Perforación. La distancia entre la línea de agujeros para la explosión de producción y la línea de explosión controlada debe ser mayor de 2 metros y estas líneas deben ser paralelas. No se deberán perforar agujeros para explosión de producción más profundos que los perforados para la explosión controlada.

(c) Explosión. Se deben utilizar los tipos de explosivos y accesorios para la explosión con los cuales se obtendrá la fragmentación requerida. Se deben liberar las obstrucciones existentes dentro de los agujeros de explosión en toda la profundidad de los mismos. Las cargas deben ser colocadas sin socavar las paredes del agujero.

Se deben utilizar los tipos de explosivos y los accesorios de explosión necesarios para obtener los resultados requeridos. Una carga de fondo podrá ser mayor que las cargas de línea si no ocurre rotura adicional.

Se debe revestir la parte superior de todos los agujeros de explosión con arena seca u otro material granular que pase el tamiz de 9.5 milímetros. Se deben detonar los agujeros de producción en una secuencia de retraso hacia la cara libre resultante de la explosión de producción del tramo anterior.

210.09 EXPLOSION CONTROLADA.

(a) Generalidades. Se debe perforar y dinamitar de acuerdo con el programa de explosivos. La explosión controlada se usará para construir taludes finales de corte mayores de 3 metros de altura y con pendientes mayores de $\frac{1}{3}$ a 1 (horizontal a vertical).

Las perforaciones para el recorte preliminar de la corona del talud deben ser inclinadas hacia abajo. Se deberán preparar plataformas de trabajo para la explosión controlada. Se debe utilizar el diámetro de barreno establecido para la explosión controlada y un espaciamiento entre agujeros que no exceda de 750 milímetros.

(b) Perforación. Se debe remover la capa superficial de suelo y la roca suelta a lo largo de la cima de la excavación hasta el límite del talud de corte. Se deben perforar agujeros para la explosión controlada con un diámetro de 75 ± 25 milímetros a lo largo de la cara del talud de roca.

De preferencia se debe utilizar equipo de perforación con dispositivos mecánicos o mecánicos-eléctricos que controlen con precisión el ángulo de inclinación al penetrar en la roca. La altura entre plataformas debe ser seleccionada de manera que el espaciamiento de los agujeros para la explosión controlada y la alineación del barreno hacia abajo no varíe en más de 225 milímetros del espaciamiento y de la alineación propuestas. Cuando más del 5 por ciento de los agujeros excedan esta tolerancia, se debe reducir la altura entre plataformas y modificar las operaciones de perforación hasta que los agujeros de explosión estén dentro de la tolerancia permisible. La altura máxima entre plataformas se limitará a 15 ± 0.30 metros.

Se podrá ajustar la inclinación de la perforación en el fondo de la última plataforma, para tallar el pie del talud de corte. La plataforma final podrá profundizarse 0.50 metros más de la subrasante final para construir la cuneta.

(c) Explosión. Se deben limpiar los agujeros para la explosión, colocar las cargas y revestir los agujeros de acuerdo con lo indicado en 210.08 (c). No se deberá utilizar nitrato de amonio puro y diesel para ejecutar las explosiones controladas.

Cuando se ejecute la fragmentación previa de la roca, la voladura de la fila de explosión de producción más cercana debe ser retrasada por lo menos 25 milisegundos después de dinamitar la línea de pre-fragmentación. Se debe pre-fragmentar un mínimo de 10 metros por adelante de la zona de explosión de producción.

Cuando se ejecute explosión de amortiguamiento, la voladura de la fila de amortiguamiento debe ser retrasada de 25 a 75 milisegundos después de dinamitar la línea de producción más cercana.

210.10 MEMORIA DE LA EXPLOSION. El Contratista debe presentar una memoria de la explosión por cada sitio de operación. La memoria de explosión deberá incluir lo siguiente:

(a) Todas las dimensiones de cada voladura incluyendo las profundidades de los agujeros para la explosión, el volumen de roca por cada voladura, espaciamiento, sub-perforación, revestimiento, cargas de la pólvora y tiempos.

(b) Un plano o esquema mostrando la dirección de la superficie o superficies y el trazo físico de la voladura.

210.11 MEDIDA Y PAGO. El costo de esta actividad deberá considerarse dentro del costo unitario de los renglones de pago de la Sección 203, 204 y/o 205.

SECCION 211 GEOSINTETICOS UTILIZADOS EN MOVIMIENTO DE TIERRAS PARA TERRAPLENES

- 211.01 Definición.
- 211.02 Descripción.
- 211.03 Requisitos de los Materiales.
- 211.04 Generalidades.
- 211.05 Aplicaciones de Separación y de Estabilización.
- 211.06 Aplicaciones de Refuerzo.
- 211.07 Geomallas en Aplicaciones de Refuerzo.
- 211.08 Medida.
- 211.09 Pago.

211.01 DEFINICION. Es una aplicación de material geosintético que facilita el flujo del exceso de agua entre capas de materiales de terraplenes y además evita la contaminación de los suelos. La colocación de geosintéticos en los terraplenes es utilizada para ayudar a la estabilización de los suelos, sin alterar las propiedades de los mismos.

211.02 DESCRIPCION. Este trabajo consiste en el suministro y la colocación de un geosintético como parte de una estructura de suelo o sobre éste.

MATERIALES

211.03 REQUISITOS DE LOS MATERIALES.

(a) Geotextiles Tipo II y III. En general, los geotextiles son materiales fabricados utilizando polímeros sintéticos de cadena larga, compuestos de por lo menos 95 por ciento en masa de poli olefinas, poliéster o poliamidas. La fabricación del geotextil, incluyendo los remates en las orillas, debe hacerse dentro de una red estable tal, que los filamentos o hilos mantengan su estabilidad dimensional relativa entre ellos mismos. El geotextil y los hilos utilizados en la costura de éste, deben ser resistentes a ataques químicos, moho y al deterioro; y debe estar libre de desgarres, defectos o fallas, que alteren adversamente sus propiedades físicas. Los geotextiles Tipos II y III deben cumplir con los requerimientos indicados en las Tablas 211-1 y 211-2, respectivamente.

Tabla 211-1 Requerimientos Físicos para el Geotextil en Función de Separación

Propiedades	Método de ensayo ASTM	Un.	Especificaciones ⁽¹⁾ (2)		
			Tipo II-A	Tipo II-B	Tipo II-C
Resistencia a la Tracción Grab	D 4632	N	1400/900	1100/700	800/500
Resistencia de la costura	D 4632	N	1260/810	990/630	720/450
Resistencia al Desgarre	D 4533	N	500/350	400 ⁽³⁾ /250	300/180
Resistencia a la Perforación	D 4833	N	500/350	400/250	300/180
Resistencia al Reventado	D 3786	kPa	3500/1700	2700/1300	2100/950
Permisividad	D 4491	s ⁻¹	0.02 ⁽⁴⁾	0.02 ⁽⁴⁾	0.02 ⁽⁴⁾
Abertura Aparente de Poros	D 4751	mm	0.60 ⁽⁵⁾	0.60 ⁽⁵⁾	0.60 ⁽⁵⁾
Estabilidad a los Rayos Ultravioleta	D 4355	%	50 % después de 500 horas de exposición		

- (1) El geotextil Tipo II-B es la selección por omisión. El Contratista podrá especificar geotextil Tipo II-C basado en una o más de las siguientes indicaciones:
- El Contratista considera que el geotextil Tipo II-C tiene la suficiente supervivencia basado en su experiencia de campo.
 - El Contratista considera que el geotextil Tipo II-C tiene la suficiente supervivencia basado en ensayos de laboratorio e inspecciones visuales de muestras de geotextil tomadas desde una sección del campo construida previamente bajo las condiciones de campo.
 - El espesor de la primera capa de agregado que cubre el geotextil excede 300 mm y el diámetro del agregado es menor a 50 mm.
 - El espesor de la primera capa de agregado que cubre el geotextil excede 150 mm, el diámetro del agregado es menor a 30 mm y la presión de contacto del equipo de construcción es menor a 550 kPa.
- (2) El primero de los valores en esta columna aplica al geotextil que rompe a < 50% de alargamiento (ASTM D 4632). El segundo de los valores en esta columna aplica al geotextil que rompe a ≥ 50 % de alargamiento (ASTM D 4632).
- (3) El mínimo valor promedio del rollo a la resistencia al desgarre para geotextil tejido tipo monofilamento es de 245 N.
- (4) Valores indicados por omisión. La permisividad del geotextil debe ser mayor a la del suelo ($\psi_g > \psi_s$). El Contratista podrá requerir además que la permeabilidad del geotextil sea mayor a la del suelo ($\kappa_g > \kappa_s$).
- (5) Valor promedio máximo del rollo.

Tabla 211-2 Requerimientos Físicos para Geotextil en Función de Estabilización

Propiedades	Método de ensayo ASTM	Unidad	Especificaciones ⁽¹⁾⁽²⁾	
			Tipo III-A	Tipo III-B
Resistencia a la Tracción Grab	D 4632	N	1400/900	1100/700
Resistencia de la costura	D 4632	N	1260/810	990/630
Resistencia al Desgarre	D 4533	N	500/350	400 ⁽³⁾ /250
Resistencia a la Perforación	D 4833	N	500/350	400/250
Resistencia al Reventado	D 3786	kPa	3500/1700	2700/1300
Permisividad	D 4491	s ⁻¹	0.05 ⁽⁴⁾	0.05 ⁽⁴⁾
Abertura Aparente de Poros	D 4751	Mm	0.43 ⁽²⁾	0.43 ⁽²⁾
Estabilidad a los Rayos Ultravioleta	D 4355	%	50 % después de 500 horas de exposición	

- (1) El geotextil Tipo III-A es la selección por omisión. El Contratista podrá especificar geotextil Tipo III-B basado en una o más de las siguientes indicaciones:
- El Contratista considera que el geotextil Tipo III-B tiene la suficiente supervivencia basado en su experiencia de campo.
 - El Contratista considera que el geotextil Tipo III-B tiene la suficiente supervivencia basado en ensayos de laboratorio e inspecciones visuales de muestras de geotextil tomadas desde una sección del campo construida previamente bajo las condiciones de campo.
- (2) El primero de los valores en esta columna aplica al geotextil que rompe a < 50% de alargamiento (ASTM D 4632). El segundo de los valores en esta columna aplica al geotextil que rompe a ≥ 50 % de alargamiento (ASTM D 4632).
- (3) Valor promedio máximo del rollo.
- (4) El valor mínimo promedio del rollo a la resistencia al desgarre para geotextil tejido de monofilamento es de 245 N.
- (5) Valores indicados por omisión. La permisividad del geotextil debe ser mayor a la del suelo ($\psi_g > \psi_s$). El Contratista podrá requerir además que la permeabilidad del geotextil sea mayor a la del suelo ($\kappa_g > \kappa_s$).

Adicionalmente, la elección de un geotextil en determinadas aplicaciones estará determinada por su habilidad de sobrevivir a las fuerzas o esfuerzos durante la instalación mostrados en la siguiente tabla.

Tabla 211-3 Requerimientos Físicos para Geotextiles en Función de la Resistencia durante la Instalación

Propiedades	Método de ensayo ASTM	U	Clase de Geotextil ⁽¹⁾					
			Clase 1		Clase 2		Clase 3	
			Alargamiento		Alargamiento		Alargamiento	
			< 50% ⁽²⁾	≥ 50% ⁽²⁾	< 50% ⁽²⁾	≥ 50% ⁽²⁾	< 50% ⁽²⁾	≥ 50% ⁽²⁾
Resistencia a la Tracción Grab	D 4632	N	1400	900	1100	700	800	500
Resistencia de la costura ⁽³⁾	D 4632	N	1260	810	990	630	720	450
Resistencia al Desgarre o Corte Trapezoidal	D 4533	N	500	350	400 ⁽⁴⁾	250	300	180
Resistencia a la Perforación	D 4833	N	500	350	400	250	300	180
Resistencia al Reventado	D 3786	kPa	3500	1700	2700	1300	2100	950
Permisividad	D 4491	s ⁻¹	Las propiedades mínimas requeridas de Permisividad, Abertura Aparente de Poros y Estabilidad a los Rayos Ultravioleta, están basadas en el tipo de aplicación del geotextil					
Abertura Aparente de los Poros	D 4751	mm						
Estabilidad a los Rayos Ultravioleta	D 4355	%						

⁽¹⁾ La clase de geotextil requerida está designada en la correspondiente Tabla para la aplicación indicada. La severidad de las condiciones de instalación para cada aplicación generalmente dicta la clase de geotextil requerida. La clase 1 está especificada para las más severas o rudas condiciones de instalación, donde hay un gran potencial de daño del geotextil, las clases 2 y 3 se especifican para condiciones de severidad decrecientes.

⁽²⁾ El primero de los valores en esta columna aplica al geotextil que se rompe a < 50% de alargamiento (ASTM D 4632). El segundo de los valores en esta columna aplica al geotextil que se rompe a ≥ 50 % de alargamiento (ASTM D 4632).

⁽³⁾ Aplica cuando se requiere uniones cosidas. En cada aplicación del geotextil se indican los requerimientos de traslape y costura.

⁽⁴⁾ El valor promedio mínimo del rollo a la resistencia al desgarre para geotextil tejido tipo monofilamentos es de 245N.

Todos los valores relativos a las propiedades, con excepción del tamaño aparente de la abertura (AOS), indicados en estas especificaciones representan los valores promedio mínimo de un rollo ensayado en la dirección más débil (es decir que los resultados promedio obtenidos de los ensayos efectuados sobre cualquier rollo de un lote, muestreado para determinar su concordancia o asegurar la calidad, deben igualar o exceder los valores especificados). Los valores del tamaño aparente de abertura, AOS, representan los valores máximos promedio del rollo.

Los rollos de geotextil deben ser almacenados adecuadamente, de tal forma que se mantengan secos y protegidos contra los elementos atmosféricos. Si los rollos se almacenan a la intemperie, deben ser elevados y protegidos con una cubierta impermeable. Cuando se utilice tela geotextil para una instalación permanente, la exposición a la radiación ultravioleta del geotextil debe limitarse a menos de 10 días.

El Contratista debe suministrar un certificado comercial que incluya el nombre del fabricante, el nombre del producto, número de estilo, composición química de los hilos o filamentos y cualquier otra información pertinente que describa totalmente la tela geotextil.

Cuando se requieran muestras, se removerá una porción de 1 metro de longitud por el ancho completo de un tramo ubicado después de la primera vuelta del rollo. Se debe etiquetar la muestra con el número del lote y de partida, la fecha de la toma de la muestra, nombre y/o número del proyecto, número del renglón, nombre del fabricante y nombre del producto.

Adicionalmente, cuando las uniones de la tela geotextil sean tejidas o cosidas, se debe proporcionar una descripción del patrón de la costura y una muestra del material de costura. Esta descripción debe incluir el tipo de costura, tipo de puntada, número(s) y tipo(s) del hilo utilizado para la costura, densidad de la puntada y medida de la puntada. Si las costuras son realizadas en ambas direcciones, es decir, en la dirección de la máquina y en la dirección transversal a la máquina, se debe proveer muestras de las costuras tejidas que estén orientadas en ambas direcciones, de la máquina y transversales a la misma. Se debe suministrar una muestra cosida que tenga por lo menos 2 metros de costura por un ancho de 1.50 metros. Las costuras de la muestra deben ser cosidas con el mismo equipo y siguiendo los mismos procedimientos que se utilizarán para la producción de la costura en el proyecto. Las costuras en campo, deben cumplir con las recomendaciones del fabricante. En este caso, se debe obtener aprobación de la costura antes de su instalación.

En general, en cualquier aplicación en que se utilice un geotextil durante la etapa de construcción, debe evitarse la contaminación del geotextil con el suelo o cualquier otro material. El geotextil contaminado debe ser removido y reemplazado a costa del Contratista. Cualquier geotextil dañado debe ser reparado colocando un parche que se extienda 100 centímetros, en todas direcciones, mas allá del área afectada. Los geotextiles dañados deben ser reemplazados sin costo alguno para el Estado.

(b) Geomallas. Las geomallas para refuerzo, son materiales que deben estar constituidos por una malla regular o entrelazados estables elaborados con polímeros íntegramente conectados para formar elementos a tensión, con suficiente apertura geométrica que permita significativamente trabar mecánicamente el material de relleno y el geosintético. La estructura del geosintético para refuerzo debe ser dimensionalmente estable y permitir mantener su geometría bajo los esfuerzos de construcción y debe tener alta resistencia a los daños durante la construcción, a la degradación de los rayos ultravioleta y a toda forma de degradación química y biológica que se pueda encontrar en el suelo a ser reforzado. Las geomallas serán de preferencia aquellas fabricadas por extrusión de láminas de polipropileno o polietileno de alta densidad. También pueden utilizarse geomallas tejidas con hilos de polipropileno o poliéster, recubiertas con baños de cloruro de polivinilo (PVC).

En el diseño se debe indicar la separación de la malla para cumplir con el límite máximo y el mínimo dado para la abertura entre los elementos de la malla en cualquier dirección. Las uniones en los puntos de cruce de los elementos de la geomalla deben ser íntegramente conectados a través de extrusión de la malla a sí misma o soldando los puntos de cruce, de tal manera que los elementos no se separen entre sí, tanto en las operaciones de instalación, como durante las actividades de construcción, ni bajo niveles de esfuerzo y condiciones anticipadas del medio ambiente que puedan afectar la vida de la estructura.

En el diseño se deben indicar los valores mínimo a ser cumplidos o excedidos correspondientes a las siguientes propiedades: Resistencia a la tensión (a 5% de deformación), resistencia última a la tensión y resistencia permisible a la tensión. Estos valores deben ser especificados para la base (tanto en la dirección principal como en la transversal) y en dirección normal al talud. La dirección principal es la dirección de la geomalla que se coloca perpendicular al lado del talud del terraplén (ya sea la dirección de la máquina o la dirección transversal), lo cual es determinado por la longitud, el ancho y la resistencia en ambas direcciones de las geomallas disponibles. El Contratista debe indicar por escrito, las características dimensionales de la geomalla seleccionada y proponer los detalles de colocación. La resistencia a la tensión última de la geomalla, será determinada de conformidad con el ensayo ASTM D 4595. La resistencia a la tensión permisible, es la resistencia denominada Resistencia de Diseño a Largo

Término, “LTDS (Long Term Design Strength)”, la cual está basada en la extrapolación de la resistencia para un período de vida útil de 75 años, tomando en consideración la resistencia a la fatiga, degradación por vejez, efectos químicos y biológicos y la influencia de los daños al momento de la construcción.

REQUISITOS DE CONSTRUCCION

211.04 GENERALIDADES. En las áreas en las cuales se colocará un geotextil sobre terreno natural, éstas se deben preparar y limpiar de toda vegetación protuberante tal como raíces, árboles, desechos u obstrucciones que puedan dañar el geotextil. Se deben cortar los árboles y arbustos al nivel de la superficie del terreno y remover todos los objetos cortantes y rocas grandes. Luego se deben rellenar las depresiones o agujeros con material adecuado de acuerdo a estas Especificaciones, para proporcionar una superficie uniforme. Las áreas en las que haya material inadecuado, serán tratadas de acuerdo a lo establecido en 203.04 (e). Estas áreas se estabilizarán con el uso de un geosintético colocado en el fondo de la excavación antes de iniciar la construcción del relleno.

Si el geosintético está compuesto de un geotextil y éste está dañado, rasgado, perforado, contaminado o con moho se debe reemplazar o reparar de inmediato. Se debe remover el área dañada y colocar un pedazo del mismo tipo de geotextil traslapándolo 1 metro, como mínimo, mas allá del perímetro del área dañada. En caso existan materiales inadecuados, se debe coser el parche de geotextil, conforme lo indicado en 211.03 (a). El Contratista debe reparar el geotextil dañado a su costa.

211.05 APLICACIONES PARA SEPARACIÓN Y ESTABILIZACIÓN. Cuando se utilice el geosintético sobre la sub-rasante, la misma se debe preparar de acuerdo con lo indicado en 211.04. Los rollos de geosintético deben ser desenrollados tan lisos como sea posible sobre la superficie preparada. El geosintético debe ser colocado en forma uniforme y libre de tensión, sobrepeso o arrugas. El geosintético debe ser cortado y doblado conforme a las curvas como lo ilustra la figura 211-1. El traslape se hará en la dirección de la construcción, es decir, en la dirección de la colocación del material de relleno. El geosintético debe ser traslapado o unido de acuerdo con los requerimientos mínimos proporcionados en la Tabla 211-4. No se efectuarán traslapes longitudinales debajo de la línea de paso de las llantas (carrileras).

Tabla 211-4 Requerimientos Mínimos Recomendados para Traslape de Geotextiles^(1,2)

Localización del Traslape	Resistencia del Terreno (CBR)	Traslape Mínimo (mm)
Traslape de rollos de geosintético adyacentes	CBR > 3	500
	$1 < \text{CBR} \leq 3$	600 – 1,000 ⁽⁵⁾
	$0.5 < \text{CBR} \leq 1$	1,000 o costura ⁽⁴⁾
	CBR ≤ 0.5	costura ⁽³⁾
Traslape de terminaciones de rollos de geosintético	CBR > 0.5	1,000 ⁽⁵⁾
	CBR ≤ 0.5	costura ⁽³⁾

⁽¹⁾ De acuerdo a la norma AASHTO M 288.

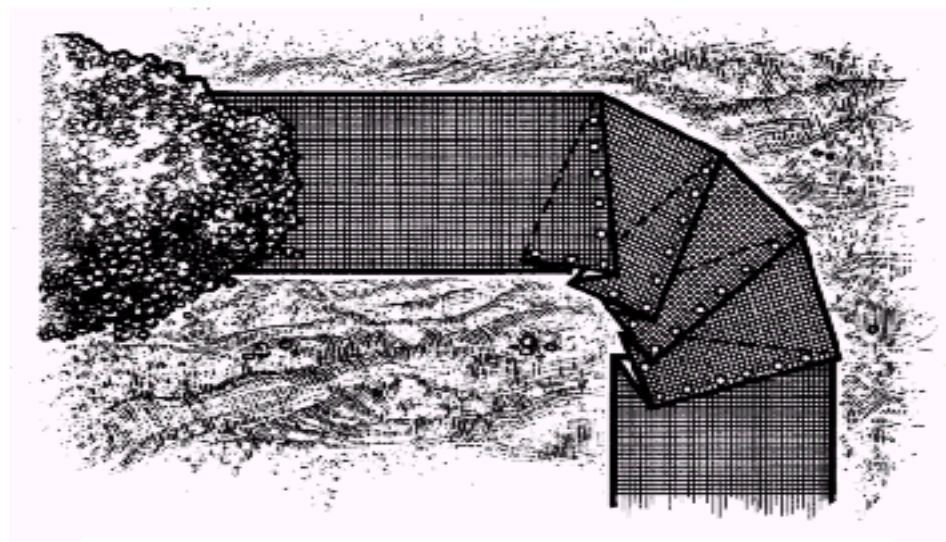
⁽²⁾ Los requerimientos de traslape no son aplicables a las uniones por costura.

⁽³⁾ Los traslapes no son recomendados para terrenos con un CBR menor o igual a 0.5.

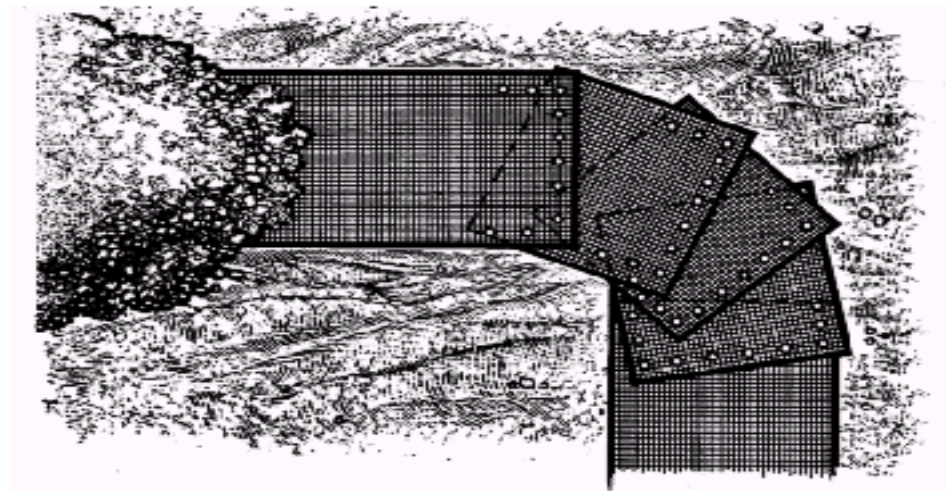
⁽⁴⁾ Uniones por costura para rollos de geotextil adyacente son recomendables para terrenos con un CBR mayor a 0.5 pero menor o igual a 1.

⁽⁵⁾ Uniones por costura son aceptables para todos los CBR del terreno.

El geosintético se debe fijar en el sitio con pines, grapas o pequeños promontorios de material de relleno.



A. FORMACION DE CURVAS USANDO DOBLECES



B. FORMACION DE CURVAS USANDO PIEZAS CORTADAS

COLOCACION DE UN GEOTEXTIL DE SEPARACION EN CURVAS (FHWA, 1989)

(Nota: • indica la localización de clavijas, bolsas de arena, montones de relleno o rocas o cualquier otro medio de anclaje temporal del geotextil. Las anclas deben ser colocadas cada 60 cm de distancia como mínimo.)

Figura 211-1

El material de relleno debe descargarse desde el extremo en que se inicia la construcción del relleno a efecto de que no circule tráfico sobre el geosintético mientras éste no se haya recubierto con una capa de material de relleno con un espesor mínimo de 300 milímetros. En caso se encuentre material inestable o inadecuado (de acuerdo con lo indicado en 203.01) se puede colocar una primer capa de 500 milímetros de espesor. En ambos casos la primera capa debe ser compactada con una compactadora de neumáticos o con un rodillo de tambor liso sin vibración. Durante el proceso de construcción de la primera capa, deben evitarse las paradas súbitas o repentinas, arranques o giros bruscos del equipo de construcción. Previo al inicio de las operaciones de compactación, deben rellenarse todas las huellas o surcos del equipo de construcción con material adicional de relleno. No se deben nivelar las huellas o surcos con equipo que regenere la aparición de las mismas.

Las capas subsiguientes de material de relleno se deben colocar tal como se establece en 203.06. Se podrá emplear equipo vibratorio para la compactación de las capas subsiguientes. De producirse una falla en la segunda capa, se debe reparar el área dañada volviendo a compactar la misma con equipo sin vibración.

211.06 GEOTEXTILES EN APLICACIONES DE REFUERZO. La función principal de esta aplicación consiste en proporcionar refuerzo al terraplén durante su construcción sobre materiales blandos. Este trabajo debe consistir en el suministro y colocación de geotextiles de alta resistencia conforme el diseño específico y los detalles mostrados en los planos.

El geotextil debe cumplir con las propiedades indicadas en la Sección 255.

La preparación del área debe hacerse según lo indicado en 211.04, en particular el material del relleno debe estar colocado sobre el geotextil de tal manera que un mínimo de 200 milímetros de material de relleno quede todo el tiempo entre las llantas o bandas del equipo y el geotextil. Se debe limitar el paso de vehículos de construcción sobre la capa inicial, en cuanto a tamaño y peso, a efecto de que la huella o surco, por encima del geotextil, no sea mayor de 75 milímetros de profundidad, para prevenir un exceso de esfuerzo sobre el geotextil.

Si el geotextil está rasgado, perforado o la unión cosida o termofijada está alterada y si existen evidencias visibles de un daño en el geotextil, bombeo de la subrasante, intrusión o distorsión del camino, el relleno alrededor del área dañada o desplazada debe ser removido y el área dañada debe ser reparada o reemplazada por el Contratista, a su costa. La reparación debe consistir de un parche del mismo tipo de geotextil colocado sobre el área dañada y debe ser cosido o termofijado en toda la orilla conforme la recomendación del fabricante.

Debe cuidarse de que la construcción del terraplén se mantenga simétrica todo el tiempo, para prevenir fallas localizadas de capacidad soporte por debajo del terraplén o de una inclinación lateral o un deslizamiento del terraplén. Cualquier relleno colocado directamente sobre el geotextil debe ser esparcido inmediatamente. No debe permitirse acumulación de relleno en forma de pilas sobre el geotextil.

El terraplén debe ser compactado usando el Método B descrito en esta misma Subsección. No se debe usar rodillos vibratorios o compactadoras tipo pata de cabra para compactar el relleno hasta tener un mínimo de 500 milímetros de relleno cubriendo la capa de geotextil inferior y hasta un mínimo de 300 milímetros de relleno cubriendo cada capa de geotextil subsiguiente por encima de la capa inferior.

El geotextil debe ser pre-tensado durante la instalación utilizando cualquiera de los Métodos A o B que se describen en esta misma Subsección. El método seleccionado dependerá si se forman o no ondulaciones durante la colocación de la primera o segunda capa. Si se forma una ondulación a medida que el relleno es empujado sobre la primera capa de geotextil, el método A debe ser utilizado y debe continuar siendo utilizado hasta que la formación de la onda cese a medida que el relleno es colocado y esparcido. Una vez que la formación de ondas cesa,

el método B debe ser utilizado hasta que la última capa superior de geotextil sea cubierta con un mínimo de 300 milímetros de material de relleno. Estos métodos especiales de construcción no son necesarios para construir el relleno por encima de este nivel. Si la onda no se forma al empujar el material del relleno sobre la primera capa de geotextil, entonces el método B debe ser utilizado desde la primera hasta que la última capa superior de geotextil sea cubierta con un mínimo de 300 milímetros de material de relleno.

Método A. La primera capa de geotextil debe ser colocada en paños continuos en forma transversal y las uniones entre éstos cosidas o termofijadas. El geotextil debe ser tensado manualmente para asegurar que no se presentarán arrugas en el geotextil. El relleno debe ser descargado y esparcido desde el extremo del geotextil. El relleno debe ser colocado a lo largo de los extremos externos del geotextil para formar caminos de acceso. Estos caminos de acceso servirán para tres propósitos: asegurar los extremos del geotextil en el lugar, para contener la ondulación y para proveer el acceso necesario para colocar el relleno en el centro del terraplén. Estos caminos de acceso deben ser aproximadamente de 5 metros de ancho. Los caminos de acceso en las orillas del geotextil deben tener una altura mínima de 600 milímetros cuando están terminados. Una vez que el camino de acceso tenga aproximadamente 15 metros de longitud, el material de relleno debe ser mantenido delante de las operaciones de relleno y el camino de acceso debe mantenerse aproximadamente 15 metros delante de esta operación de relleno como se muestra en las Figuras No. 211-2 y 211-3. Manteniendo la ondulación delante de la operación de relleno, así como evitando el desplazamiento de las orillas del geotextil mediante el uso de caminos de acceso, se mantendrá efectivamente pre-tensado el geotextil. El geotextil debe ser colocado no más de 6 metros delante del final del camino de acceso en todo momento, para prevenir un exceso de esfuerzo en las costuras del geotextil. El geotextil debe ser cubierto dentro de las 48 horas de su colocación.

Método B. La primera capa de geotextil debe ser colocada, cosida o termofijada como en el método A. La primera capa de material de relleno debe ser esparcida desde los extremos del geotextil en forma simétrica. Para mayor seguridad, el centro de la capa de relleno debe avanzar delante de los extremos externos de la capa, en forma de una "U" invertida, como se muestra en la Figura 211-4. El geotextil debe ser tensado manualmente a medida que el relleno avanza. La construcción del terraplén debe continuar de esta manera para las subsiguientes capas hasta que la última capa superior de geotextil esté completamente cubierta con 300 milímetros de relleno compactado.

211.07 GEOMALLAS EN APLICACIONES DE REFUERZO. La función principal consiste en proporcionar refuerzo al terraplén durante su construcción sobre materiales blandos. Este trabajo consiste en el suministro y colocación de geomallas conforme el diseño específico y los detalles mostrados en los planos. Las geomallas deben cumplir con lo indicado en 914.02.

La geomalla de refuerzo debe tener orientación uniaxial o mono-orientada, ó bi-axial o bi-orientada, formada de polímeros formando una estructura de malla, compuesta de polipropileno, polietileno de alta densidad y/o poliéster.

En el diseño se debe indicar la separación de la malla para cumplir con el límite máximo y el mínimo dado para la abertura entre los elementos de la malla en cualquier dirección. Las uniones en los puntos de cruce de los elementos de la geomalla deben ser íntegramente conectados a través de extrusión de la malla a sí misma o soldando los puntos de cruce, de tal manera que los elementos no se separen entre sí, tanto en las operaciones de instalación, como durante las actividades de construcción, ni bajo niveles de esfuerzo y condiciones anticipadas del medio ambiente que puedan afectar la vida de la estructura.

Las geomallas deben ser protegidas y almacenadas de la misma forma indicada para los geotextiles. La geomalla debe ser colocada en los niveles mostrados en los planos. La geomalla debe ser instalada en la elevación apropiada con la resistencia principal orientada en forma perpendicular a los taludes del terraplén mostrados en los planos. La geomalla debe ser tensada

para remover las arrugas o dobleces y debe asegurarse en el lugar con grapas, pines o material de relleno.

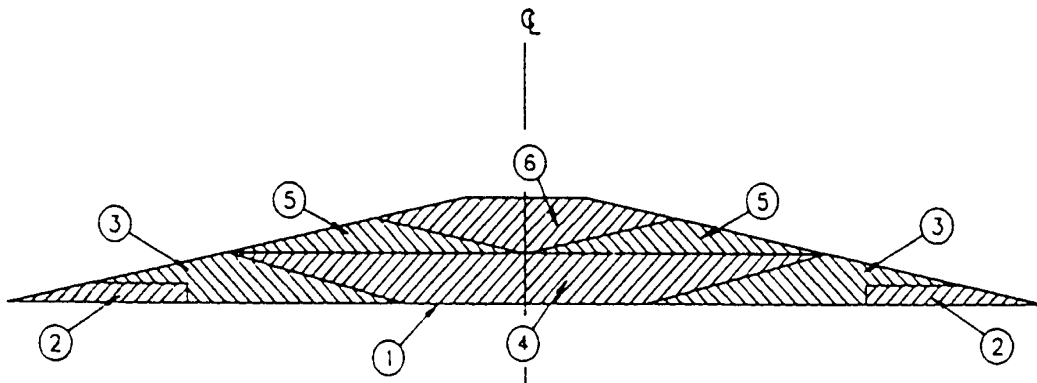


Figura 211-2 Método A, sección
Secuencia de la Construcción para Subrasante Extremadamente Blandas (cuando la ondulación u ola de lodo se forma)

1. Coloque el geosintético en paneles transversales continuos. Cosa los paneles juntos.
2. Descargue por el extremo los caminos de accesos o bermas.
3. Construya las secciones de exterior para anclar en geosintético.
4. Construya las secciones del interior para asentar el geosintético.
5. Construya las secciones del interior para tensionar el geosintético.
6. Construya la sección central final.

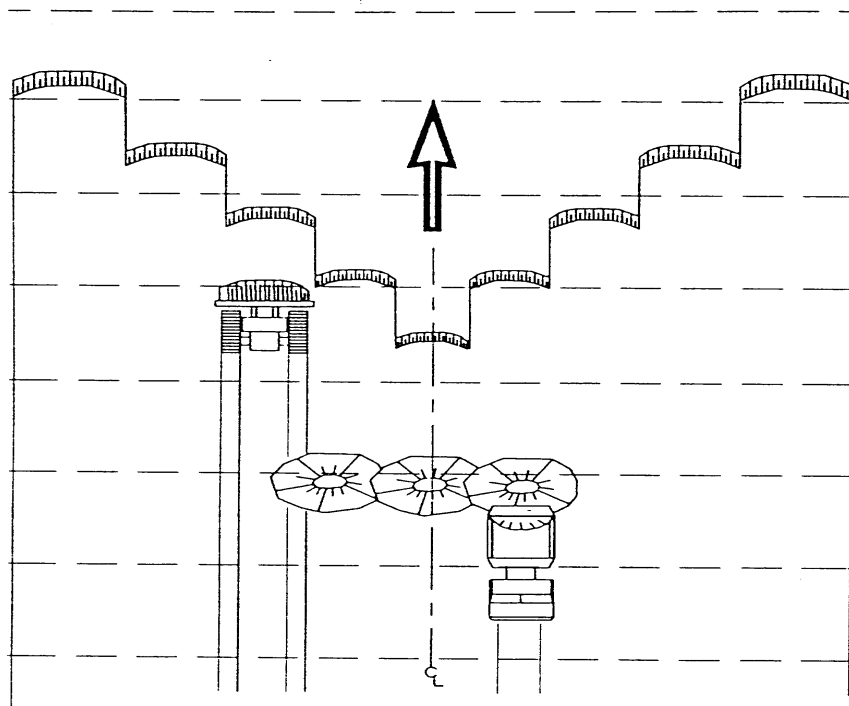


Figura 211-3 Método A, planta
Colocación del Relleno entre los caminos de acceso o bermas sobre Sub-rasantes Extremadamente Blandas (CBR < 1) y con la Anticipación de la ondulación u Ola de Lodo

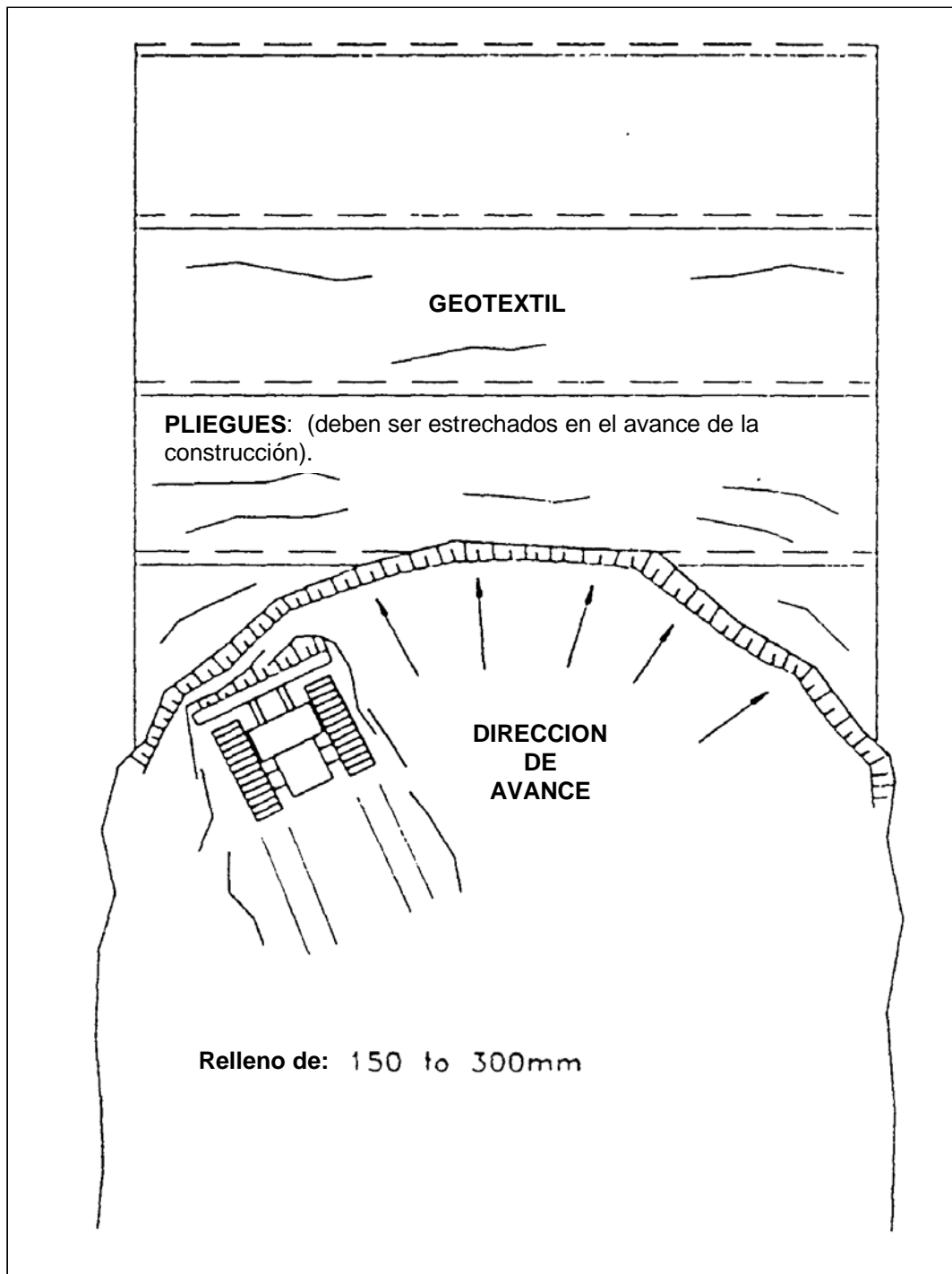


Figura 211-4 Colocación del Relleno para Tensionar el Geosintético sobre Subrasante de Condiciones Moderadas (CBR > 1); No Formación de la Ola de Lodo.
Método B

Referencia de las Figuras 211-1 a 211-4:

- Holtz, Robert; Barry Christopher, y Ryan Berg. "Guía para el Diseño y Construcción con Geosintéticos", de la Administración Federal de Carreteras (FHWA) del Departamento de Transporte, Instituto Nacional de Carreteras, Publicación No. FHWA HI-95-038, Mayo 1995.

Las unidades de geomalla adyacentes deben ser traslapadas en sus orillas perpendiculares al lado del talud del terraplén conforme lo indicado en los planos. De igual forma se deben traslapar o fijar mecánicamente por medio de conectadores cuya resistencia principal cumpla con los requerimientos del diseño.

El material de relleno debe ser colocado sobre la parte superior de la geomalla y compactado en capas conforme a lo indicado en los planos y estas Especificaciones. Todo material de relleno debe ser colocado, esparcido y compactado de tal manera que no se produzcan arrugas o movimientos de las geomallas. No se debe permitir que el equipo de construcción opere directamente sobre la geomalla, deben evitarse las paradas súbitas o repentinas, arranques o giros bruscos del equipo de construcción. Una capa mínima de material de relleno de 300 milímetros debe mantenerse en todo momento, entre las llantas o bandas del equipo y la geomalla. El Contratista debe reparar cualquier daño que se suscite en las geomallas o reemplazarlas a su costa.

Cuando se utilicen geomallas para la estabilización y refuerzo de terraplenes sobre suelos blandos, se deben construir los rellenos conforme los métodos A y B, según sea el caso, descritos en 211.06.

211.08 MEDIDA. La medida se debe hacer del número de metros cuadrados, excluyendo los traslapes, con aproximación de dos decimales, de Geosintéticos para Terraplenes satisfactoriamente colocados de acuerdo a estas Especificaciones Generales y Disposiciones Especiales. La medida se debe hacer en proyección horizontal.

211.09 PAGO. El pago se debe hacer por el número de metros cuadrados medidos como se indica anteriormente, al precio unitario de contrato correspondiente a Geosintéticos para Terraplenes. En el precio unitario correspondiente a este renglón deben incluirse las uniones, grapas, pines y todos aquellos aditamentos o accesorios necesarios para la debida colocación de los geosintéticos, ya que no se reconocerá pago adicional por ellos.

DIVISIÓN 250TERRAPLENES ESTRUCTURALESSECCION 251 ZAMPEADO (RIPRAP)

- 251.01 Definición.
- 251.02 Descripción.
- 251.03 Requisitos de los Materiales.
- 251.04 Zampeado sin Mortero.
- 251.05 Zampeado con Mortero.
- 251.06 Colocación del Geotextil, si Requerido.
- 251.07 Medida.
- 251.08 Pago.

251.01 DEFINICION. Zampeado. Es la protección con roca, colocada con o sin mortero, construida con el objeto de proteger márgenes, taludes, estructuras de drenaje y para el control de la erosión.

251.02 DESCRIPCION. Este trabajo consiste en el transporte, suministro, almacenamiento y colocación de los materiales de construcción; así como la preparación de las superficies donde se debe colocar el zampeado, conformándolas y compactándolas, en las cuales, a veces es necesario ejecutar alguna excavación. El zampeado, con o sin mortero, se puede colocar a mano o mecánicamente, sobre una superficie lisa. Cuando se indique en los planos, en las Disposiciones Especiales o así lo ordene el Delegado Residente se debe colocar, sobre la superficie lisa, el geotextil especificado.

MATERIALES

251.03 REQUISITOS DE LOS MATERIALES. Los materiales para la construcción del zampeado deben cumplir con lo establecido a continuación:

(a) Roca. El Contratista debe suministrar roca dura, durable y angular que sea resistente a la intemperización, a la acción del agua y que esté libre de materia orgánica y de desperdicio. No se debe utilizar cantos rodados, esquisto o rocas con fisuras. Además, la roca debe cumplir con lo siguiente:

(1)	Gravedad específica aparente, AASHTO T 85	2.30 mínimo
(2)	Absorción, AASHTO T 85	4.2 % máximo
(3)	Índice de durabilidad (grueso), AASHTO T 210	52 mínimo
(4)	Graduación para la Clase especificada	Tabla 251-1

(b) Mortero. El mortero debe consistir en una mezcla de una parte de cemento para mampostería, cemento hidráulico o cemento hidráulico inclusor de aire, con dos partes de agregado fino AASHTO M 45, en volumen. Se podrá agregar cal o ceniza muy fina en una cantidad que no exceda del 10 por ciento del cemento hidráulico en masa. En vez de cemento inclusor de aire, se podrá utilizar cemento hidráulico con un aditivo inclusor de aire de acuerdo con lo indicado en la Sección 551.

El mortero debe tener una resistencia mínima a la compresión a los 28 días de 14 MPa (2,000 lb./pulg²) cuando se ensaye de acuerdo con AASHTO T 22 y T 23, excepto que las muestras deben ser cilindros con una razón de longitud a diámetro de 2 a 1.

Tabla 251-1 Requerimientos de Graduación para Zampeado

Clase	Porcentaje de Roca en Masa	Masa (Kg)	Dimensión Cúbica Aproximada ⁽²⁾⁽³⁾ (mm)
1	20	10 a 15	150 a 200
	30	5 a 10	125 a 150
	40	0.5 a 5	50 a 125
	10 ⁽¹⁾	0 a 0.5	0 a 50
2	20	25 a 50	200 a 250
	30	10 a 25	150 a 200
	40	1 a 10	75 a 150
	10 ⁽¹⁾	0 a 1	0 a 75
3	20	100 a 150	350 a 400
	30	50 a 100	250 a 350
	40	5 a 50	125 a 250
	10 ⁽¹⁾	0 a 5	0 a 125
4	20	250 a 350	450 a 500
	30	100 a 250	350 a 450
	40	10 a 100	150 a 350
	10 ⁽¹⁾	0 a 10	0 a 150
5	20	700 a 1000	650 a 700
	30	350 a 700	500 a 650
	40	25 a 350	200 a 500
	10 ⁽¹⁾	0 a 25	0 a 200
6	20	850 a 1600	700 a 850
	30	500 a 850	550 a 700
	40	50 a 500	250 a 550
	10 ⁽¹⁾	0 a 50	0 a 250

⁽¹⁾ El Contratista debe suministrar fragmentos y lascas de piedra graduadas para proveer una masa densa y estable.

⁽²⁾ El volumen de una roca con estas dimensiones cúbicas tendrá una masa aproximadamente igual a la masa especificada para la roca.

⁽³⁾ El Contratista debe suministrar rocas con un ancho y un espesor igual a por lo menos un tercio de su longitud.

(c) **Geotextil Tipo IV.** En general, los geotextiles son materiales fabricados utilizando polímeros sintéticos de cadena larga, compuestos de por lo menos 95 por ciento en masa de poli olefinas, poliéster o poliamidas. La fabricación del geotextil, incluyendo los remates en las orillas, debe hacerse dentro de una red estable tal, que los filamentos o hilos mantengan su estabilidad dimensional relativa entre ellos mismos.

El geotextil y los hilos utilizados en la costura de éste, deben ser resistentes a ataques químicos, moho y al deterioro; y debe estar libre de desgarres, defectos o fallas, que alteren adversamente sus propiedades físicas. El geotextil Tipos IV debe cumplir con los requerimientos indicados en la tabla 251-2.

Adicionalmente, el geotextil debe cumplir con las características de supervivencia durante la instalación indicadas en 211.03 (a).

Tabla 251-2 Requerimientos Físicos para Geotextil en Función de Control de Erosión Permanente

Propiedades	Método de ensayo ASTM	Un.	Especificaciones ⁽¹⁾					
			Porcentaje de suelo que pasa el tamiz 0.075 mm ⁽⁴⁾					
			< 15	15 a 50	> 50	< 15	15 a 50	> 50
			Geotextil Clase 2 ⁽⁵⁾			Geotextil Clase 3 ⁽⁵⁾		
			Tipo IV-A	Tipo IV-B	Tipo IV-C	Tipo IV-D	Tipo IV-E	Tipo IV-F
Resistencia a la Tracción Grab	D 4632	N	1400/900	1400/900	1400/900	1100/700	1100/700	1100/700
Resistencia de la costura	D 4632	N	1260/810	1260/810	1260/810	990/630	990/630	990/630
Resistencia al Desgarre	D 4533	N	500/350	500/350	500/350	400 ⁽³⁾ /250	400 ⁽³⁾ /250	400 ⁽³⁾ /250
Resistencia a la Perforación	D 4833	N	500/350	500/350	500/350	400/250	400/250	400/250
Resistencia al Reventado	D 3786	kPa	3500/1750	3500/1750	3500/1750	2750/1350	2750/1350	2750/1350
Permisividad ⁽⁶⁾	D 4491	s ⁻¹	0.7	0.2	0.1	0.7	0.2	0.1
Abertura Aparente de Poros ⁽⁶⁾	D 4751	mm	0.43 ⁽²⁾	0.25 ⁽²⁾	0.22 ⁽²⁾	0.43 ⁽²⁾	0.25 ⁽²⁾	0.22 ⁽²⁾ ⁽⁷⁾
Estabilidad a los Rayos Ultravioleta	D 4355	%	50 % después de 500 horas de exposición					

(1) El primero de los valores en esta columna aplica al geotextil que rompe a menos de 50% de alargamiento (ASTM D 4632). El segundo de los valores en esta columna aplica al geotextil que rompe a más de 50 % de alargamiento (ASTM D 4632).

(2) Máximo valor promedio del rollo.

(3) El mínimo valor promedio del rollo a la resistencia al desgarre para geotextil tejido de monofilamento es de 245 N.

(4) Basado en un análisis de granulometría del suelo realizado en campo según AASHTO T-88.

(5) La clase de geotextil por omisión será así: Clase 2 para geotextiles tejidos de monofilamento y Clase 1 para los otros tipos de geotextiles. Como regla general, la selección del geotextil por omisión es apropiada para condiciones de igual o menor severidad que uno u otro de los siguientes:

(a) El peso de las piedras de la capa protectora no excederá los 100 Kg., la altura de caída de las piedras es menor a 1 metro y no se requiere una capa de protección a base de agregados.

(b) El peso de las piedras de la capa de protección excede los 100 Kg., la altura de caída de las piedras es mayor a 1 metro y el geotextil es protegido por una capa de agregado de 150 mm de espesor diseñada para ser compatible con la capa protectora.

Las aplicaciones más severas requerirán una evaluación de la supervivencia del geotextil basada en una sección de prueba de campo y podría requerir de un geotextil con las propiedades de resistencia más altas. El Contratista podrá especificar geotextil clase 2 basado en uno o más de las siguientes indicaciones:

- El Contratista considera que el geotextil clase 2 tiene la suficiente supervivencia basado en su experiencia de campo.
- El Contratista considera que el geotextil clase 2 tiene la suficiente supervivencia basado en ensayos de laboratorio e inspecciones visuales de muestras de geotextil tomadas desde una sección del campo construida previamente bajo las condiciones de campo.
- El peso de las piedras de la capa protectora es menor a 100 Kg., la altura de caída de las piedras es menor a 1 metro y el geotextil está protegido con una capa de 150 mm de agregados compatibles con la capa protectora.
- El peso de las piedras de la capa protectora no excede 100 Kg., y las piedras son colocadas con una altura de caída igual a cero.

(6) Los valores de las propiedades de filtración indicados se basan en el tamaño de partículas predominantes del suelo en el campo. Adicionalmente, a los valores de permisividad indicados el diseñador podrá requerir la permeabilidad del geotextil basándose en el diseño de ingeniería para sistemas de control de erosión de suelos problemáticos cercanos.

(7) Para un sitio particular se requerirán especificaciones especiales del geotextil en situaciones de: suelo local inestable o altamente erosionable, tales como limos no cohesivos, suelos mal graduados o suelos con láminas alternas de arenas/limos, arcillas dispersas y/o rocas pulverizadas. Para suelos cohesivos, con índice de plasticidad mayor que 7, los valores máximos promedios por rollo corresponden a valores de abertura aparente de poro, AOS, es de 0.30 mm.

REQUISITOS DE CONSTRUCCION

251.04 ZAMPEADO SIN MORTERO. Antes de iniciar los trabajos de construcción del zampeado, se deben ejecutar los trabajos correspondientes a la Sección 205. El talud se debe revestir a manera de producir una superficie lisa.

Se debe humedecer y lavar completamente la superficie de las rocas antes de colocarlas, con el objeto de remover el exceso de finos o cualquier materia extraña. Se deben rechazar las rocas cuyos defectos no se puedan remover por medio del lavado con agua.

Se debe excavar una zanja de cimentación a lo largo del pie del talud, tal como se indique en los planos. Las rocas más grandes deben ser colocadas en la zanja de cimentación. Las rocas deben ser colocadas con su eje longitudinal perpendicular al rostro del zampeado y de tal manera que cada roca colocada sobre la capa de cimentación tenga un apoyo en 3 puntos sobre las rocas inferiores. La capa de cimentación es la capa colocada sobre el talud en contacto con la superficie. Las rocas deben ser colocadas cuidadosamente, mecánica o manualmente, sobre la superficie, de tal manera, que queden en contacto directo. No se permitirá el apoyo sobre rocas más pequeñas que sean utilizadas para el relleno de vacíos. Tampoco se permitirá el vertido de rocas sobre el talud para su colocación. No se debe dejar caer las rocas desde una altura mayor a 300 mm. Las rocas mayores de 100 kilogramos no deben deslizarse a lo largo de la pendiente del talud. Las rocas de tamaño pequeño o el agregado para protección del geotextil no deben ser vertidas desde una altura mayor a un metro.

Las irregularidades locales en la superficie del talud no deben variar de la pendiente diseñada en más de 300 milímetros medidos a ángulos rectos del talud.

Como alternativa al procedimiento anterior y con el objeto de tener un mínimo de vacíos, las rocas grandes pueden ser colocadas en la capa del pie del talud y en la superficie exterior de la protección del talud.

Para asegurar y engrapar las rocas y si la granulometría de éstas es mayor que la Número 4 indicada en la Tabla 251-1, éstas pueden ser fijadas en su posición, sobre la superficie previamente preparada, golpeándolas con un peso de rostro plano, con dimensiones de 1.2 por 1.5 metros, con una masa aproximada de 2,000 kilogramos. No se debe golpear las rocas que se encuentren debajo del nivel del agua.

Al finalizar la construcción del zampeado, la zanja de cimentación debe ser rellenada con material selecto, pero no se requerirá la compactación de éste.

251.05 ZAMPEADO CON MORTERO. El zampeado con mortero no es más que roca colocada utilizando cualquiera de los dos métodos indicados en 251.04, pero rellenando los vacíos con mortero de cemento.

El mortero debe ser colocado únicamente cuando la temperatura esté arriba de 5 °C y esté subiendo. El mortero debe ser colocado de manera que se evite la segregación. Todos los vacíos deben ser rellenados sin perturbar la posición de las rocas. Se debe proveer agujeros de drenaje a través del zampeado según sea requerido.

El mortero podrá ser colocado por medio de canales, tubos o cubetas o puede ser colocado por medio de equipo neumático u otros medios mecánicos, siempre en una operación continua para cada jornada de trabajo. En ningún caso se debe permitir la colocación del mortero sobre la protección a distancias en exceso de 3 metros. Inmediatamente después de colocarlo, el mortero debe ser consolidado con una paleta y nivelado a su posición por medio de escantillones, llanas u otros métodos aprobados hasta que la penetración mínima sea la indicada en los planos. Después de colocar el mortero, se debe cepillar las piedras para que su superficie

quede expuesta. Las rocas externas deben proyectarse fuera de la superficie del mortero, de 0.33 a 0.25 veces su diámetro.

El zampeado con mortero debe mantenerse húmedo durante 3 días después de haber sido terminado. No se debe aplicar ninguna carga exterior sobre el mismo, por lo menos durante 4 días después de haber terminado el trabajo.

251.06 COLOCACION DEL GEOTEXTIL, SI ES REQUERIDO. El geotextil, si su uso ha sido especificado, debe ser colocado antes de colocar la roca sobre el talud. Se debe colocar de acuerdo con los detalles mostrados en los planos y según lo indicado en estas Especificaciones Generales.

Antes de colocar el geotextil, la superficie sobre la cual se colocará debe ser preparada de manera que quede libre de materiales sueltos o extraños y de objetos puntiagudos que puedan dañar el geotextil durante su instalación.

El geotextil debe ser colocado suelto, sobre o contra la superficie, de manera que se acomode sobre la misma y no ocurran daños al colocar la roca sobre el geotextil.

El geotextil debe ser colocado con la dirección principal paralela a la dirección de la corriente del agua. En el caso de protección de taludes contra la erosión, se debe colocar paralelo a la pendiente del talud y en el caso de protección de canales paralelo al eje del canal.

La junta de dos tramos de geotextil podrá ser cosida o traslapada. Cuando las juntas sean traslapadas, todas las orillas adyacentes del geotextil deben traslaparse una longitud no menor de 300 milímetros, excepto cuando se coloque por debajo del nivel del agua en cuyo caso el traslape mínimo debe ser de 900 milímetros. Los traslapes de tramos de tela perpendiculares a la dirección del flujo del agua deben estar separados 1.50 metros, es decir, no se debe hacer el traslape entre tramos adyacentes en una misma alineación continua. El traslape debe hacerse en dirección de la corona del talud hacia el pie y/o en dirección aguas arriba hacia aguas abajo, cuando se trate de taludes de corte y canales, respectivamente. Es decir que, cuando se trate de taludes, el tramo de tela superior colocado a partir de la corona del talud debe quedar sobre el tramo de tela inferior y así sucesivamente hasta llegar al pie del talud. En el caso de los canales se debe proceder de forma similar, en función de la dirección de la corriente de agua. Se deben colocar pines en todos los traslapes, con un espaciamiento entre 600 a 900 milímetros, centro a centro, a efecto de mantener el traslape en su lugar durante la colocación del zampeado. Se recomienda que los pines sean de 4.76 milímetros de diámetro, 450 milímetros de largo, con punta en el extremo y fijados con una arandela de 38 milímetros de diámetro en el otro extremo.

Cuando la unión sea cosida, la costura debe ser hecha con un hilo de color que contraste. El tamaño y la composición del hilo deben ser las recomendadas por el fabricante. Se debe coser aproximadamente 5 a 7 puntadas por cada 25 milímetros. La resistencia de las uniones cosidas debe ser la misma que la especificada para la tela, excepto cuando las uniones estén orientadas de arriba hacia abajo en un talud, en cuyo caso la resistencia debe ser un mínimo del 80% de la especificada para el geotextil.

Se debe reemplazar o reparar el geotextil que se haya dañado durante la colocación, de acuerdo con las indicaciones del Delegado Residente y a costa del Contratista. El geotextil que, a criterio del Delegado Residente, no pueda ser reparado, debe ser reemplazado. La reparación consistirá en la colocación de nuevo geotextil sobre el área dañada. Para las uniones traslapadas de la reparación, el traslape mínimo desde la orilla del área dañada debe ser de un metro. Si el parche a colocar en el área dañada es cosido en vez de traslapado, la costura debe llenar los requisitos de resistencia indicados en el párrafo anterior.

El anclaje del geotextil debe hacerse construyendo zanjas de fijación en la corona y en el pie del talud. En el pie del talud se puede proponer otro sistema para anclar el geotextil en

combinación con la roca, siempre que se demuestre que existirá inmovilidad del geotextil durante la colocación del zampeado. En aplicaciones bajo el nivel del agua, el geotextil y el zampeado deben ser colocados el mismo día.

251.07 MEDIDA. La medida se debe hacer del número de metros cuadrados, con aproximación de dos decimales, de Zampeado con Mortero o del número de metros cúbicos, con aproximación de dos decimales, de Zampeado sin Mortero, construidos satisfactoriamente, de acuerdo con los planos y estas Especificaciones Generales.

251.08 PAGO. El pago se debe hacer por el número de metros cuadrados ó de metros cúbicos, medidos como se indica anteriormente, al precio unitario de contrato, correspondiente a Zampeado con Mortero o Zampeado sin Mortero, respectivamente, cuyo precio incluye el trabajo estipulado en esta Sección, de conformidad con lo indicado en 110.02.

SECCION 252 MUROS O RELLENOS DE ROCA

- 252.01 Definición.
- 252.02 Descripción.
- 252.03 Requisitos de la Roca.
- 252.04 Colocación de la Roca.
- 252.05 Medida.
- 252.06 Pago.

252.01 DEFINICION. Son las estructuras formadas de rocas unidas unas con otras, sin uso de mortero, acomodadas de tal manera que dejen entre sí la menor cantidad de espacios vacíos, sin necesidad de formar hiladas uniformes. La forma de los muros o contrafuertes de roca puede ser regular o irregular, pero siempre de consistencia sólida y rígida.

252.02 DESCRIPCION. Este trabajo consiste en el transporte, suministro y colocación, manual o mecánicamente, de la roca en los lugares donde sea requerida. También se incluye en este trabajo la preparación de las superficies de cimentación de los muros o rellenos de roca, en las cuales a veces es necesario ejecutar alguna excavación.

MATERIALES252.03 REQUISITOS DE LA ROCA.

(a) Roca colocada mecánicamente. El Contratista debe suministrar roca dura y durable de forma angular, resistente a la intemperización y bien graduada de acuerdo con lo indicado en la siguiente tabla.

Tabla 252-1 Graduación para Roca Colocada Mecánicamente

Porcentaje en Masa de Fragmentos de Roca	Masa en Kilogramos	Dimensión Cúbica Equivalente (mm)
50	Mayor que 900	Mayor que 700
50	40 a 900	250 a 700

(b) Roca colocada manualmente. El Contratista debe suministrar roca dura y durable de forma angular, resistente a la intemperización y bien graduada de acuerdo con lo indicado en la siguiente tabla.

Tabla 252-2 Graduación para Roca Colocada Manualmente

Porcentaje en Masa de Fragmentos de Roca	Masa en Kilogramos	Dimensión Cúbica Equivalente (mm)
75	Mayor que 75	Mayor que 300
25	40 a 75	250 a 300

(c) Otros requerimientos de la roca. Adicionalmente, ya sea que la roca sea colocada mecánicamente o manualmente, ésta debe cumplir con lo siguiente:

- | | | |
|-----|--|--------------|
| (1) | Gravedad específica aparente, AASHTO T 85 | 2.30 mínimo |
| (2) | Absorción, AASHTO T 85 | 4.2 % máximo |
| (3) | Índice de durabilidad (grueso), AASHTO T 210 | 52 mínimo |

REQUISITOS PARA LA CONSTRUCCION

252.04 COLOCACION DE LA ROCA. Antes de colocar la roca, se deben efectuar los trabajos de Excavación y Terraplenes, Excavación Estructural y Relleno para Estructuras, correspondientes, a las Secciones 203, 205 y 206, respectivamente. La roca se debe colocar con una orientación estable con un mínimo de vacíos y de tal forma que se produzca un patrón aleatorio en la colocación. Se deben utilizar fragmentos de roca con un tamaño menor que el tamaño mínimo de la roca para acuñar las rocas más grandes fijamente en su posición y para llenar los vacíos existentes entre las rocas grandes.

El rostro expuesto de la masa de roca debe quedar razonablemente uniforme sin proyecciones extendiéndose fuera de la alineación de la pendiente. La tolerancia en la proyección es de 300 milímetros para las rocas colocadas mecánicamente o de 150 milímetros para las rocas colocadas a mano.

252.05 MEDIDA. La medida se debe hacer por el número de metros cúbicos en el lugar, con aproximación de dos decimales, de Muros o Rellenos de Roca construidos satisfactoriamente de acuerdo con estas Especificaciones Generales, los planos y las Disposiciones Especiales.

252.06 PAGO. El pago se debe hacer por el número de metros cúbicos, medidos como se indica anteriormente, al precio unitario de contrato correspondiente a Muros o Rellenos de Roca, cuyo precio incluye el trabajo estipulado en esta Sección, de conformidad con lo indicado en 110.02.

SECCION 253 GAVIONES Y COLCHONES PARA REVESTIMIENTO

- 253.01 Definición.
- 253.02 Descripción.
- 253.03 Requisitos de los Materiales.
- 253.04 Generalidades.
- 253.05 Montaje de los Gaviones tipo Caja.
- 253.06 Instalación de la Estructura.
- 253.07 Rellenado de las Cajas.
- 253.08 Relleno Trasero.
- 253.09 Gaviones tipo Colchón para Revestimiento.
- 253.10 Medida.
- 253.11 Pago.

253.01 DEFINICION. Gaviones tipo Caja y tipo Colchón para Revestimiento. Son las estructuras formadas por receptáculos de malla de alambre, rellenos de roca, construidos de tal manera que mantengan una forma definida, de consistencia sólida y flexible, utilizados para muros de contención, y protección de márgenes y carreteras, apoyo de puentes, etc.

253.02 DESCRIPCION. Este trabajo consiste en el transporte, suministro, manejo, almacenamiento y construcción de los receptáculos de malla de alambre; el transporte, suministro y colocación del material de relleno dentro y atrás de los receptáculos de malla de alambre, así como el material geosintético, cuando así se estipule en las Disposiciones Especiales.

MATERIALES

253.03 REQUISITOS DE LOS MATERIALES. Los materiales para la construcción de muros de gaviones y colchones para revestimientos deben cumplir con lo indicado a continuación:

(a) Material de las Mallas para los Gaviones tipo Caja y tipo Colchón. La malla para las canastas de las cajas y los colchones debe ser de malla hexagonal a doble torsión, obtenida entrecruzando dos hilos por tres medios giros. Se debe torcer o soldar la malla de alambre galvanizado de acero de acuerdo con ASTM A 641 M clase 3 o la de alambre de acero aluminado de acuerdo con ASTM A 809. Se debe utilizar alambre con una resistencia mínima a la tensión de 415 MPa cuando sea ensayado de acuerdo con ASTM A 370. El revestimiento galvanizado o de aluminio puede ser aplicado después de fabricar la malla.

(1) Gaviones tipo Caja (0.3 metros o más en la dimensión vertical). La malla para las canastas de los gaviones tipo caja galvanizada, aluminada ó revestida con cloruro de polivinilo, debe ser fabricada con alambre de tamaño nominal de 2.7 milímetros o más de diámetro, del tipo 8 x 10. Los bordes perimetrales de la malla para cada panel deben ser de alambre de 3.4 milímetros o más de diámetro. El alambre perimetral debe tener por lo menos la misma resistencia que el de la malla. Las aberturas de la malla deben ser de un tamaño menor que la roca a ser utilizada con la malla del gavión, pero no mayor que 120 milímetros, con un área menor que 7,000 mm².

Para las canastas con revestimiento galvanizado o aluminado soldadas, cada conexión debe ser soldada hasta obtener un esfuerzo cortante mínimo promedio de la soldadura de 2,600 Newtons sin que ningún valor sea menor que 2,000 Newtons, de acuerdo con ASTM A 974. Para las canastas con revestimiento de cloruro de polivinilo, cada conexión debe ser soldada hasta obtener un esfuerzo cortante mínimo promedio de la soldadura de 2,100 Newtons sin que ningún valor sea menor que 1,600 Newtons.

Las canastas para los gaviones se deben fabricar con las dimensiones requeridas con una tolerancia en cada dimensión de ± 5 por ciento. Cuando la longitud de un gavión exceda 1.5 veces su ancho, se debe dividir en celdas de menor tamaño o igual al ancho de la canasta por diafragmas del mismo tipo y tamaño que la de los paneles de la canasta. Cada canasta con los paneles y diafragmas necesarios debe ser prefabricada asegurándose que roten a su posición.

(2) Gaviones tipo Colchón (menos de 0.3 metros en su dimensión vertical).

La malla para los gaviones tipo colchón galvanizado, aluminado o revestido con cloruro de polivinilo se debe fabricar con alambre de tamaño nominal de 2.2 milímetros o más de diámetro, del tipo 6 x 8. Los bordes perimetrales de la malla para cada panel deben ser de un alambre de 2.7 milímetros o más de diámetro. Este alambre debe tener por lo menos la misma resistencia que el de la malla. Las aberturas de la malla deben ser, en su dimensión máxima, menores que 100 milímetros.

Para los colchones con revestimiento galvanizado, aluminado o de cloruro de polivinilo, cada conexión debe ser soldada hasta obtener un esfuerzo cortante mínimo promedio de la soldadura de 1300 Newtons sin que ningún valor sea menor que 1000 Newtons, según ASTM A 974.

Los colchones para revestimiento deben ser fabricados con las dimensiones requeridas con una tolerancia de ± 5 por ciento en la longitud y en el ancho y de ± 10 por ciento en la altura. Los colchones se deben dividir en celdas que dividan el colchón de metro en metro, utilizando diafragmas del mismo tipo y tamaño de malla que los paneles del colchón. Cada colchón con los paneles y diafragmas necesarios debe ser prefabricado asegurándose que roten a su posición.

(b) Revestimiento con Cloruro de Polivinilo. Cuando así se especifique, se debe utilizar un revestimiento ligado a fusión o estirado a presión para revestir la malla galvanizada o aluminada que debe cumplir con las propiedades de la siguiente tabla.

Tabla 253-1 Propiedades del Revestimiento de PVC

Especificación	Valores
<ul style="list-style-type: none"> • Color • Espesor • Gravedad específica, ASTM D 792 • Resistencia a la tensión, ASTM D 638 M • Módulo de elasticidad, ASTM D 638 M • Dureza Shore "A", ASTM D 2240 • Temperatura al rompimiento, ASTM D 746 • Resistencia a la abrasión, ASTM D 1242, Método B a 200 ciclos, cinta abrasadora CSI-A, arenilla 80 • Rociado con sal (Salt Spray Test, ASTM B 117) y Exposición a la luz ultravioleta por 3,000 horas (ASTM D 1499 y G 23 utilizando el aparato tipo E y 63° C) • Doblez con mandril, doblez de 360° a -18° C alrededor de un mandril con un diámetro igual a 10 veces el diámetro del alambre 	<ul style="list-style-type: none"> • Negro o gris • 0.38 mm mínimo • 1.20 a 1.40 • 15.7 MPa mínimo • 13.7 MPa mínimo (esfuerzo de 100) • 75 mínimo • -9° C máximo • 12 % máximo de pérdida de masa • Ningún efecto visual (c) $\Delta < 6\%$ (d) $\Delta < 25 \%$ (e) $\Delta < 25 \%$ (h) $\Delta < 10 \%$ • No deben ocurrir roturas ni agrietamientos en el revestimiento.

(c) Alambre de Amarre y Refuerzos.

(1) Alambre de amarre y atirantamiento. Se debe suministrar alambre de tamaño nominal de 2.2 milímetros de diámetro del mismo tipo, resistencia y revestimiento que la malla de la canasta del gavión o del colchón.

Como alternativa, se pueden colocar refuerzos que estén de acuerdo con las especificaciones dadas por el fabricante de las canastas.

(2) Refuerzos en espiral. La espiral se debe formar con alambre que tenga por lo menos el mismo diámetro, tipo, resistencia y revestimiento que la malla de la canasta.

(3) Refuerzos alternos. Se deben suministrar sujetadores de acuerdo con las especificaciones dadas por el fabricante de la canasta y que permanezcan cerrados cuando se sometan a una fuerza de tensión de 2600 Newtons mientras confinen el número máximo de alambres a ser confinados en la estructura de gaviones o de colchones. El Contratista debe proporcionar los resultados de los ensayos efectuados sobre los sujetadores y los procedimientos a ser usados en la instalación.

(d) Roca para el relleno de los gaviones y los colchones. El material de relleno de los gaviones debe ser roca de buena calidad, resistente a la intemperie y razonablemente libre de material orgánico y de desperdicio, que cumpla con lo siguiente:

Tabla 253-2 Especificaciones de la Roca de Relleno del Gavión

Especificación	Valores
<ul style="list-style-type: none"> • Índice de durabilidad (grueso), AASHTO T 210 • Masa unitaria de una canasta llena • Graduación, para ambos tipos, dimensión máx./mín. 	<ul style="list-style-type: none"> • 52 mínimo • 1,600 Kg./m³ • 200 mm/100 mm

(e) Material de relleno a colocar atrás de los muros de gaviones y de los colchones para revestimiento. El Contratista debe suministrar un material de relleno que puede consistir en canto rodado, material de cantera o material de desechos adecuados, pero teniendo siempre el cuidado de no usar material deleznable, que contenga óxido de hierro, de excesiva alcalinidad o compuestos salinos, cuya composición pueda atacar el alambre del colchón, libre de exceso de humedad, turba, raíces, césped u otro material deletéreo. Este material debe cumplir con lo siguiente:

Tabla 253-3 Especificaciones para el Material de Relleno Trasero

Especificación	Valores
<ul style="list-style-type: none"> • Material que pasa el tamiz de 75 µm, (AASHTO T 27 y T 11) • Límite Líquido (AASHTO T 89) • Dimensión máxima <ol style="list-style-type: none"> 1. Gaviones tipo Caja 2. Gaviones tipo Colchón 	<ul style="list-style-type: none"> • 15 % máximo • 30 % máximo • 75 mm • 50 mm

(f) Geotextil Tipo IV. En general, los geotextiles son materiales fabricados utilizando polímeros sintéticos de cadena larga, compuestos de por lo menos 95 por ciento en masa de poli olefinas, poliéster o poliamidas. La fabricación del geotextil, incluyendo los remates en las orillas, debe hacerse dentro de una red estable tal, que los filamentos o hilos mantengan su estabilidad dimensional relativa entre ellos mismos. El geotextil y los hilos utilizados en la costura de éste, deben ser resistentes a ataques químicos, moho y al deterioro. Debe estar libre de desgarres, defectos o fallas, que alteren adversamente sus propiedades físicas. El geotextil Tipo IV debe cumplir con los requerimientos indicados en la Tabla 251-2. Adicionalmente, el geotextil debe cumplir con las características de supervivencia durante la instalación indicadas en 211.03(a).

REQUISITOS PARA LA CONSTRUCCION

253.04 GENERALIDADES. Se debe efectuar un levantamiento topográfico de acuerdo con lo indicado en la Sección 152 y se deben verificar los límites para la instalación del muro. Los planos de instalación deben ser preparados y suministrados de acuerdo con lo indicado en 105.05, ejecutando el trabajo indicado en la Secciones 205 y 206, si fuere necesario. Por lo general, la forma de las canastas para los gaviones es rectangular o cuadrada, y el enrejado de la malla es de doble torsión, en forma de hexágono alargado en el sentido de una de sus diagonales. Las dimensiones de los receptáculos, enrejados y la forma de construcción deben estar de acuerdo con los detalles indicados en los planos.

253.05 MONTAJE DE LOS GAVIONES TIPO CAJA. Se debe tener especial cuidado de no dañar el revestimiento de los alambres durante el montaje de las canastas, la instalación de la estructura, el relleno de las celdas o la construcción del relleno. Los paneles de las canastas deben ser rotados hasta alcanzar su posición final y se deben unir las orillas verticales con refuerzos de acuerdo con lo indicado en 253.06. Para el montaje de las canastas se podrán utilizar refuerzos temporales si éstos son reforzados permanentemente al realizar la instalación de la estructura, de acuerdo con lo indicado en 253.06. También se deben rotar los diafragmas hasta alcanzar su posición final y se deben unir las orillas verticales.

253.06 INSTALACION DE LA ESTRUCTURA. Las canastas vacías de los gaviones deben ser colocadas sobre el lecho de cimentación y se deben interconectar las canastas adyacentes a lo largo de las orillas verticales y de la parte superior, utilizando refuerzos permanentes.

Cuando se utilice alambre de amarre, se debe enrollar el alambre alternadamente con una y con dos vueltas en cada abertura de la malla y con una separación no mayor de 150 milímetros. Cuando se utilicen amarres en forma de espiral, se debe doblar hacia adentro los extremos para asegurar los amarres en su posición. Cuando se utilicen sujetadores alternos, los sujetadores deben espaciarse a cada abertura de la malla con no más de 150 milímetros de separación.

De la misma forma, se debe interconectar cada capa vertical de canastas con la capa inferior de canastas, a lo largo del frente, de la parte trasera y de los lados. Las juntas verticales entre canastas de filas y capas adyacentes se deben colocar en tresbolillo con, por lo menos, una longitud de celda de desfase.

253.07 RELLENADO DE LAS CAJAS. Se deben enderezar todos los dobleces existentes en la malla de alambre o en los bordes y se deben alinear adecuadamente las canastas para colocar cuidadosamente las rocas en las celdas de las canastas evitando el pandeo de las canastas y minimizando los vacíos en el relleno con roca. Se debe mantener la alineación de las canastas.

Se deben colocar alambres para conectar internamente cada canasta exterior que no esté restringida y con una altura mayor que 0.3 metros. Esto incluye las canastas interiores que quedaron temporalmente sin restricción. Los alambres para conexión interna deben ser colocados simultáneamente con la colocación de la roca.

Las celdas de cada fila o capa deben ser rellenas de tal forma que ninguna celda esté llena a una altura de más de 0.3 metros arriba de la celda adyacente. Este proceso se debe repetir hasta que la canasta esté llena y la tapadera se apoye sobre la capa final de roca.

La tapadera se debe asegurar a los lados, en los extremos y en los diafragmas de acuerdo con lo indicado en 253.06. La superficie de todas las canastas expuestas debe quedar lisa y limpia sin puntas de roca saliendo de la malla.

253.08 RELLENO TRASERO. Se debe colocar geotextil sobre el rostro trasero de la estructura de gaviones. Simultáneamente a la operación de relleno de las celdas, se debe colocar el relleno en el área detrás de la estructura de los gaviones utilizando material para relleno estructural de acuerdo con lo indicado en la 253.03 (e). Cada capa debe ser compactada de acuerdo con lo indicado en dicha Sección 206, excepto que se deberá utilizar un compactador mecánico o vibratorio liviano para compactar el suelo ubicado dentro de una franja de 1 metro medido detrás de la estructura de gaviones.

253.09 GAVIONES TIPO COLCHON PARA REVESTIMIENTO. Si se especifica el uso de material geosintético, este debe ser colocado de acuerdo con lo indicado en la Sección 251. Luego se debe construir el revestimiento con colchones siguiendo los pasos indicados de 253.05 a 253.07, en lo que sea aplicable.

Los colchones deben ser anclados en su posición final. Se debe colocar geotextil enfrente de las orillas verticales de los colchones y se debe colocar el relleno en la parte de atrás contra el geotextil utilizando el material para relleno u otro material aprobado. Los colchones de revestimiento deben ser rellenados de 30 a 50 milímetros más alto que el nivel en la tapadera.

253.10 MEDIDA. La medida se debe hacer por el número de metros cúbicos, con aproximación de dos decimales, de Gaviones y/o Colchones para Revestimiento suministrados y construidos satisfactoriamente de acuerdo con estas Especificaciones Generales, los planos y las Disposiciones Especiales.

253.11 PAGO. El pago se debe hacer por el número de metros cúbicos medidos como se indica anteriormente, al precio unitario de contrato correspondiente a Gaviones y/o Colchones Para Revestimiento cuyo precio incluye el trabajo estipulado en esta Sección, de conformidad con lo indicado en 110.02.

SECCION 254 MUROS DE HUACALERAS

- 254.01 Definición.
- 254.02 Descripción.
- 254.03 Requisitos de los Materiales.
- 254.04 Generalidades.
- 254.05 Construcción.
- 254.06 Relleno.
- 254.07 Medida.
- 254.08 Pago.

254.01 DEFINICION. Muro de Huacaleras. Son las estructuras de huacaleras de concreto prefabricado, metal o madera que se construyen y colocan para formar muros de retención o protección.

254.02 DESCRIPCION. Este trabajo consiste en el transporte, suministro, elaboración, manejo, almacenamiento y construcción del muro de huacaleras de concreto, metal o de madera, rellenas de material selecto. También se incluye en este trabajo, todas las operaciones necesarias para la correcta colocación de las piezas de las huacaleras, de conformidad con las líneas, pendientes y dimensiones que se muestren en los planos.

MATERIALES

254.03 REQUISITOS DE LOS MATERIALES. Los materiales para la construcción de las huacaleras deben cumplir con lo siguiente:

(a) Huacaleras de madera. Si se utilizan huacaleras de madera, éstas deben cumplir con los requisitos de AASHTO M 168. Todos los cortes e incisiones deben efectuarse antes de aplicar el tratamiento a presión. La madera debe ser tratada de acuerdo con lo indicado en la norma AASHTO M 133. Cuando se vaya a pintar la madera, se debe utilizar un preservante de arseniato amoniacal de cobre o arseniato cromado de cobre.

Los pernos comunes, pernos ciegos y las dovelas deberán ser de acero. Las roldanas deben ser fabricadas con hierro gris o hierro maleable, a menos que se especifique el uso de roldanas estructurales.

Se deben utilizar pernos y tuercas de cabeza cuadrada. Se debe utilizar un clavo estándar de tipo comercial cortado, redondo, ó según se especifique. Toda la ferretería a usarse debe ser galvanizada de acuerdo con AASHTO M 232 o revestida con lámina de cadmio de acuerdo con ASTM B 766, Clase 12, Tipo III.

Los conectores para los elementos de madera deben ser del tipo de anillo de lámina de corte de acuerdo con las Especificaciones Estándar para la Construcción de Puentes en Carreteras de la AASHTO, División II, artículo 16.2.6, "Conectores para Madera".

(b) Huacaleras metálicas. Los miembros deben ser fabricados del tipo y clase de material especificado en las Disposiciones Especiales. Dependiendo del material deben cumplir con las siguientes normas: Láminas de Acero Galvanizado, AASHTO M 218; Láminas de Aluminio, AASHTO M 197M; Láminas de Acero revestido con Aluminio, AASHTO M 274; Pernos y Tuercas, ASTM A 307, grado A.

El Contratista debe suministrar cabezas hexagonales resistentes y tuercas sin arandelas o cabezas hexagonales y tuercas con 2 arandelas de placa. Las arandelas deben ser fabricadas con placas redondas de acero de 3.3 milímetros de espesor incluyendo el revestimiento y con agujeros con un diámetro no mayor al diámetro del perno más 1.6 milímetros. Todos los pernos, tuercas y arandelas deben ser galvanizadas de acuerdo con AASHTO M 232.

(c) Huacaleras de concreto prefabricado. Las unidades deben ser fundidas en formaleas de acero. Se debe proveer el acero de refuerzo adicional necesario para el manejo de las unidades. Se debe utilizar concreto que tenga una resistencia a los 28 días de 21 MPa (3,000 Lb./pulg.²) mínima. Cuando así se especifique, el contenido de aire por volumen, será de 5 % mínimo, para un tamaño máximo del agregado igual a 9.5 mm y será de 4% mínimo, para un tamaño máximo de agregado mayor a 9.5 mm,.

Las unidades deben ser curadas de acuerdo con lo indicado en AASHTO M 170 M. Se debe preparar un número suficiente de cilindros de concreto por cada unidad para efectuar ensayos de compresión no confinada a los 7, 14 y 28 días. Se deben preparar por lo menos 3 cilindros para cada ensayo. Si el requisito de resistencia es alcanzado a los 7 ó a los 14 días, las unidades serán certificadas para su uso 14 días después de la fecha de fundición. No se deben utilizar las unidades prefabricadas cuando los cilindros representativos no cumplen los requisitos de resistencia a los 28 días o cuando las áreas con ratoneras sean mayores que 0.02 metros cuadrados. Si se utiliza, el acero de refuerzo debe cumplir con los requisitos de la Sección 552.

(d) Material de Relleno a colocar dentro de las Huacaleras. El Contratista debe suministrar material granular resistente y durable, libre de materia orgánica u otro material deleznable, tal como esquisto u otras partículas suaves de poca durabilidad, que cumpla con las siguientes especificaciones:

- | | | |
|-----|---|---------------------------------|
| (1) | Masa unitaria, AASHTO T 19M | 1,900 Kg./m ³ mínimo |
| (2) | Angulo de fricción interna, AASHTO T 236 | 32° mínimo |
| (3) | Pérdida de la estabilidad al sulfato de sodio, 5 ciclos, AASHTO T 104 | 15 % máximo |
| (4) | Abrasión, AASHTO T 96 | 50 % máximo |
| (5) | Límite líquido, AASHTO T 89 | 30 máximo |
| (6) | Graduación, de acuerdo con la siguiente tabla | |

Tabla 254-1 Graduación del Material para Relleno de las Huacaleras

Tamaño del Tamiz	Porcentaje en masa que pasa el tamiz designado (AASHTO T 27 y T 11)
75 mm	100
4.75 mm	25-70
300 µm	5-20
75 µm	0-5

Las capas de material se deben compactar de acuerdo con AASHTO T 236, al 95% de la densidad seca máxima determinada de acuerdo con AASTHO T 99, Método C ó D y corregida para material grueso de acuerdo con AASHTO T 99, Nota 7.

El material deberá cumplir también con los siguientes requisitos electroquímicos:

- | | | |
|-----|-------------------------------------|----------------------|
| (1) | Resistividad, AASHTO T 288 | 3000Ω(ohm)/cm mínimo |
| (2) | pH, AASHTO T 289 | 5 a 10 |
| (3) | Contenido de sulfatos, AASHTO T 290 | 1000 ppm máximo |
| (4) | Contenido de cloruros, AASHTO T 291 | 200 ppm máximo |

No se requerirá la ejecución de los ensayos de contenido de sulfatos y cloruros cuando el pH esté entre 6 y 8 y la resistividad sea mayor que 5000 ohm por centímetro.

(e) Material de relleno estructural para colocar detrás del muro. Debe cumplir con los requisitos del material de relleno estructural tal como se indica en 206.03 (a).

REQUISITOS PARA LA CONSTRUCCION

254.04 GENERALIDADES. Se debe efectuar un levantamiento topográfico de acuerdo con los requisitos de la Sección 152 y se deben verificar los límites establecidos para la construcción del muro. Los planos de instalación deben ser preparados y presentados para su aprobación de acuerdo con lo indicado en 105.05. Previamente, se deben efectuar los trabajos correspondientes a las Secciones 205 y 206. Cuando el fondo de la base de la cimentación del muro esté sobre un lecho rocoso, la roca del lecho debe ser removida en un espesor de 200 milímetros y reemplazado con una capa niveladora de material para sub-base. La cantidad, la forma de colocación y el ordenamiento de las huacaleras deben ser las indicadas en los planos.

254.05 CONSTRUCCION. El Contratista debe suministrar todos los materiales necesarios para completar el montaje de las huacaleras y formar un muro continuo de unidades interconectadas. Las capas de material para rellenar las huacaleras deben ser compactadas de acuerdo con AASHTO T 236, al 95% de la densidad seca máxima determinada de acuerdo con AASTHO T 99, Método C ó D y corregida para material grueso de acuerdo con AASHTO T 99, Nota 7. En las alineaciones curvas, se debe obtener la curvatura especificada para el rostro utilizando para ello unidades más cortas en los paneles frontales o traseros. El muro debe construirse con una tolerancia de 25 milímetros en 3 metros, respecto a los niveles y las alineaciones mostradas en los planos.

(a) Muro de huacaleras de concreto. Se deben remover y reemplazar todas las unidades de concreto que estén dañadas o rajadas.

(b) Muro de huacaleras metálicas. El torque de los pernos para los muros de huacaleras metálicas debe ser de por lo menos 34 Newtons-metro.

(c) Muro de huacaleras de madera. Las huacaleras de madera deben construirse de acuerdo con lo indicado en la Sección 562.

254.06 RELLENO. El relleno de las huacaleras debe construirse en capas, simultáneamente con el levantamiento de las huacaleras, que no excedan de 300 milímetros de espesor cada una y deben ser compactadas de acuerdo con lo indicado en la Sección 206. Se debe colocar manualmente una capa de material de relleno atrás del muro para evitar la pérdida del material del relleno a través de las aberturas. Se debe mantener el mismo nivel en el relleno detrás del muro y en el de las huacaleras durante el proceso de construcción del relleno. Para compactar el relleno detrás del muro, a una distancia de menos de 1 metro del rostro del muro, se debe usar equipo de compactación liviano, mecánico o vibratorio.

254.07 MEDIDA. La medida se debe hacer del número de metros cúbicos, con aproximación de dos decimales, de Muro de Huacaleras, fabricado y construido satisfactoriamente de acuerdo con los planos y estas Especificaciones Generales.

El volumen del relleno de cada huacalera del muro debe estar indicado en los planos.

La medida de la excavación y del relleno estructural detrás del muro se debe de hacer con cargo a las Secciones 205 y 206, respectivamente.

254.08 PAGO. El pago se debe hacer por el número de metros cúbicos medidos como se indica en 254.07, al precio unitario de contrato correspondiente a Muro de Huacaleras, cuyo precio incluye el trabajo estipulado en esta Sección, de conformidad con lo indicado en 110.02. Este pago también comprende el acero de refuerzo que sea necesario colocar. El pago de la excavación y del relleno estructural detrás del muro se debe hacer de con cargo a las Secciones 205 y 206, respectivamente.

SECCION 255 MUROS DE RETENCION DE SUELO ESTABILIZADO MECANICAMENTE CON GEOSINTETICOS

- 255.01 Definición.
- 255.02 Descripción.
- 255.03 Requisitos de los materiales.
- 255.04 Construcción.
- 255.05 Instalación de soportes o postes para defensas.
- 255.06 Tolerancias.
- 255.07 Medida.
- 255.08 Pago.

255.01 DEFINICION. Los muros de retención de suelo estabilizado mecánicamente con geosintéticos, son muros de retención con un ángulo de inclinación máximo de 90° respecto a la horizontal, contruidos mediante la colocación de múltiples capas de geosintéticos y material de relleno. El geosintético se coloca con el propósito de reforzar el suelo y proveer un incremento en las propiedades mecánicas del mismo. El rostro de los muros con pendientes mayores de 80° debe ser recubierto con concreto lanzado, bloques segmentados, mampostería convencional, planchas de concreto prefabricado u otro recubrimiento aprobado, el cual le brinda al geosintético protección permanente contra la radiación ultravioleta.

255.02 DESCRIPCION. Este trabajo consiste en el suministro y colocación de geosintéticos y material de relleno para la construcción de muros de retención estabilizados mecánicamente y la construcción de los sub-drenajes necesarios. En el caso de taludes con pendientes mayores de 80°, también incluye el suministro y colocación de los elementos de protección para el rostro o fachada, de conformidad con el diseño específico, los planos, las Disposiciones Especiales y estas Especificaciones.

MATERIALES

255.03 REQUISITOS DE LOS MATERIALES. Los materiales para la construcción de muros estabilizados mecánicamente con geosintéticos deben cumplir con lo establecido a continuación:

(a) Geotextiles Tipos VII y VIII. El geosintético a utilizar debe ser un geotextil tejido o no-tejido, constituido únicamente de filamentos poliméricos de cadenas largas o hilos formados en un entrelazado estable, de tal manera que los filamentos o hilos retengan su posición relativa a si mismos durante el manejo, instalación y vida útil. Por lo menos el 85% por peso de los polímeros de cadena larga serán poliolefinas, poliéster o poliamidas. El material debe estar libre de defectos, roturas o de cualquier tratamiento o recubrimiento que pueda afectar en forma adversa sus propiedades físicas después de su instalación.

El hilo que se utilice para coser, debe ser de polipropileno, poliéster o Kevlar de alta resistencia. No se permitirá el uso de hilos de nylon. Si la unión cocida se expone en la cara del talud, previo a su recubrimiento definitivo, el hilo debe ser resistente a la radiación ultravioleta.

El geotextil que se utilice debe cumplir o exceder los valores mínimos especificados para el geotextil Tipo VII indicados en la Tabla 255-1 para muros con pendientes mayores de 80° y los indicados en la Tabla 255-2 para el Tipo VIII para muros con pendientes menores de 80°. Para cada proyecto, se debe especificar la resistencia a la tensión de la franja ancha requerida para el geotextil utilizado en los muros, basada en la norma ASTM D 4595, tanto para poliéster como para polipropileno y/o polietileno. Las resistencias de franja ancha del geotextil se refieren al valor mínimo promedio por rollo. Este requerimiento de resistencia de franja ancha aplica únicamente en la dirección del geotextil perpendicular al rostro del muro. Los procedimientos de ensayo utilizados están esencialmente de conformidad con las normas ASTM más recientes para ensayos de

geotextiles, con excepción del muestreo y acondicionamiento del espécimen de geotextil, que se efectúan conforme los métodos de ensayo del Departamento de Transportación del Estado de Washington (WSDOT) Nos. 914 y 915, respectivamente. El geotextil para refuerzo seleccionado debe tener una permeabilidad mayor que la del suelo.

Tabla 255-1 Valores Mínimos Requeridos para Geotextiles en la Construcción de Muros de Retención con Pendientes mayores de 80°

Propiedad del Geotextil	Método de Ensayo ⁽²⁾	Especificaciones Mínimas ⁽¹⁾ para Geotextiles Tejidos / No-Tejidos
Abertura Aparente de Poros (AOS)	ASTM D 4751	0.84 mm máximo
Permisividad	ASTM D 4491	0.02 s ⁻¹ mínimo
Resistencia a la Tensión "Grab" -mínimo en la dirección de la máquina y en la dirección transversal	ASTM D 4632	900 N / 530 N
Deformación a la falla "Grab" -mínimo en la dirección de la máquina y en la dirección transversal	ASTM D 4632	< 50 % / ≥ 50 %
Resistencia de Ruptura de la Costura ⁽³⁾	ASTM D 4632 y ASTM D 4884	700 N / 430 N
Resistencia a la Perforación	ASTM D 4833	280 N / 220 N
Resistencia al Desgarre -mínimo en la dirección de la máquina y en la dirección transversal	ASTM D 4533	280 N / 220 N
Estabilidad a los Rayos Ultravioleta (UV)	ASTM D 4355	70 % después de 500 horas de exposición

⁽¹⁾ Todas las propiedades se refieren al valor mínimo promedio por rollo (es decir, valores promedio para cualquier rollo probado de un lote, reunirá o excederá los valores indicados en la tabla).

⁽²⁾ Los procedimientos de ensayo utilizados están esencialmente de conformidad con las normas ASTM más recientemente aprobadas para ensayos de geotextiles, con excepción del muestreo y acondicionamiento del espécimen de geotextil, que se efectúan conforme los métodos de ensayo del Departamento de Transportación del Estado de Washington (WSDOT) Nos. 914 y 915 respectivamente.

⁽³⁾ Aplica únicamente a las costuras perpendiculares al rostro del muro.

Tabla 255-2 Propiedades para Geotextiles ⁽³⁾ para Refuerzo de Taludes

Propiedad	Método de Ensayo	Especificaciones ⁽¹⁾
Abertura Aparente de Poros (AOS)	ASTM D 4751	0.84 mm máximo
Permisividad	ASTM D 4491	0.02 s ⁻¹ mínimo
Resistencia a la Tensión -mínimo en la dirección de la máquina -mínimo en la dirección transversal	ASTM D 4595	⁽²⁾
Módulo Secante al 5% de deformación	ASTM D 4595	⁽²⁾
Resistencia de Ruptura de la Costura	ASTM D 4884	⁽²⁾
Resistencia a la Perforación	ASTM D 4833	330 N mínimo
Resistencia al Desgarre -mínimo en la dirección de la máquina y en la dirección transversal	ASTM D 4533	330 N mínimo
Estabilidad a los Rayos Ultravioleta (UV)	ASTM D 4355	70 % después de 500 horas de exposición

⁽¹⁾ Todas las propiedades indicadas deben ser el mínimo valor promedio del rollo (MARV), excepto para la Abertura Aparente de Poros (AOS) que debe ser el máximo valor promedio del rollo.

⁽²⁾ El valor mínimo de estas propiedades será basado en el diseño específico del proyecto.

⁽³⁾ En el diseño específico se debe indicar claramente si el geotextil es tejido o no-tejido, y la clase de polímero del que está compuesto.

Adicionalmente, los geotextiles deben cumplir con las características de supervivencia durante la instalación indicadas en 211.03 (a).

(b) Geomallas. Si el geosintético a utilizar es una geomalla para refuerzo, ésta debe ser constituida por una malla regular o entrelazados estables elaborados con polímeros íntegramente conectados para formar elementos a tensión, con suficiente apertura geométrica que permita significativamente trabar mecánicamente el material de relleno y el geosintético. La estructura del geosintético para refuerzo debe ser dimensionalmente estable, debe ser capaz de mantener su geometría bajo los esfuerzos de construcción y debe tener alta resistencia a los daños durante la construcción, a la degradación de los rayos ultravioleta y a toda forma de degradación química y biológica que se pueda encontrar en el suelo a ser reforzado. Las geomallas serán de preferencia aquellas fabricadas por extrusión de láminas de polipropileno o polietileno de alta densidad. También pueden utilizarse geomallas tejidas con hilos de polipropileno o poliéster, recubiertas con baños de cloruro de polivinilo (PVC).

En cada proyecto se debe especificar la separación de la malla, incluyendo los valores máximo y mínimo de la abertura entre los elementos de la malla en milímetros en cualquier dirección. Las uniones en los puntos de cruce de los elementos de la geomalla deben ser íntegramente conectados a través de extrusión de la malla a sí misma o soldando los puntos de cruce, de tal manera que los elementos no se separen entre sí, tanto en las operaciones de instalación, como durante las actividades de construcción, ni bajo niveles de esfuerzo y condiciones anticipadas del medio ambiente que puedan afectar la vida de la estructura.

La geomalla que se utilice debe cumplir o exceder los valores mínimos de resistencia a la tensión de diseño (al 5% de deformación), de resistencia última a la tensión y de resistencia permisible, los cuales dependen de la altura del muro, cargas aplicadas, material de relleno, material retenido y del material de cimentación, establecidos en el diseño específico de cada proyecto. Todos los valores numéricos dados en el diseño corresponden al valor mínimo promedio del rollo requerido en la dirección indicada. La dirección principal es la dirección de la geomalla que se coloca perpendicular al lado del talud del terraplén (ya sea la dirección de la máquina o la dirección transversal), lo cual es determinado por la longitud, el ancho y la resistencia en ambas direcciones de las geomallas disponibles. El Contratista debe indicar por escrito, las características de adimensionales de la geomalla seleccionada y proponer los detalles de colocación. La resistencia a la tensión última de la geomalla, será determinada de conformidad con el ensayo ASTM D 4595. La resistencia a la tensión permisible es la resistencia denominada "Resistencia de Diseño a Largo Término, LTDS (Long Term Design Strength)", la cual está basada en la extrapolación de la resistencia para un período de vida útil de 75 años, tomando en consideración la resistencia a la fatiga, degradación por vejez, efectos químicos y biológicos y la influencia de los daños al momento de la construcción.

La longitud de empotramiento de la geomalla por lo general será de por lo menos $0.6 H$, donde H se refiere a la altura equivalente del muro medido desde su base. Cuando se empleen geomallas mono-orientadas, es importante que el Contratista coloque éstas con la mayor resistencia a la tensión en dirección perpendicular al rostro del muro, es decir, en la dirección de la máquina correspondiente a su elaboración.

(c) Material para el relleno en capas. Todo el material de relleno utilizado en las zonas reforzadas con geosintéticos, debe drenar libremente, estar libre de materias orgánicas o de otros materiales inapropiados. Debe cumplir con los requisitos del material de relleno estructural tal como se indica en 206.03 (a), y además debe estar sustancialmente libre de lutitas u otras partículas blandas de poca durabilidad. El material no debe perder más del 30% de la integridad de sulfatos de magnesio después de cuatro ciclos, conforme la norma ASTM C 88.

El material deberá cumplir también con los siguientes requisitos electroquímicos:

(1)	Resistividad, AASHTO T 288	3000Ω(ohm)/cm mínimo
(2)	pH, AASHTO T 289	
	Polipropileno / polietileno	5 a 10
	Poliéster	5 a 9
(3)	Contenido de sulfatos, AASHTO T 290	200 Mg./Kg. máximo
(4)	Contenido de cloruros, AASHTO T 291	100 Mg./Kg. máximo

Para muros temporales, los únicos requerimientos de propiedades químicas para material de relleno que aplican, son que el pH del suelo debe estar de 3 a 11 y la resistividad del suelo debe ser mayor de 1,000 ohm-cm.

REQUISITOS DE CONSTRUCCION

255.04 CONSTRUCCION. El envío, almacenaje y manipuleo de los geosintéticos debe ser conforme lo indicado en 255.03. Para esta aplicación se pueden utilizar geotextiles tejidos, no tejidos y geomallas.

La empresa que suministre el material geosintético para refuerzo debe proveer un representante calificado y con experiencia comprobada, que permanezca por un mínimo de tres días en el sitio del proyecto, con el objeto de asistir al Contratista y a los inspectores del Delegado Residente en el inicio de la construcción. Si hay más de un muro en el proyecto entonces este criterio se aplicará para la construcción del muro inicial únicamente. El representante deberá también estar disponible en caso de ser necesario, a requerimiento del Delegado Residente, durante la construcción de los muros restantes.

La preparación del área se debe hacer conforme lo indicado en 211.04. La colocación de los geosintéticos para refuerzo debe efectuarse conforme el diseño específico, los planos y las Disposiciones Especiales. Los geosintéticos para refuerzo deben ser colocados entre capas de suelo compactado como se muestra en los planos o como lo indique el Delegado Residente.

Cuando se utilicen elementos de fachada, adicionalmente a lo indicado en el párrafo anterior, se debe preparar la base de cimentación de 150 mm de espesor mínimo, que puede ser arena, grava o piedra triturada compactada o concreto simple, como esté descrito en los planos del proyecto. No se debe utilizar grava de canto rodado (piedra bola). En caso se utilice mampostería convencional, la base de nivelación debe ser de concreto reforzado y en caso se instalen paneles de concreto prefabricado, la base debe ser una losa de nivelación de concreto fundida en el lugar o prefabricada. Normalmente esta losa sin refuerzo tiene 300 mm de ancho y 150 mm de espesor. El propósito de esta base es servir como guía para la erección de los paneles del rostro y no forma parte estructural de la cimentación.

El Contratista debe desviar cualquier escorrentía superficial existente en las áreas adyacentes a la zona de construcción.

La construcción del muro debe iniciarse en la parte inferior de la excavación. Cada capa compuesta de geosintético, material de relleno y, en el caso de muros de retención con una inclinación mayor a 80°, su correspondiente elemento de fachada, debe ser colocada horizontalmente, tal como se indique en los planos. La construcción de cada capa debe ser completada, previo al inicio de la próxima.

Los geosintéticos para refuerzo deben ser colocados en unidades longitudinales y continuas en la dirección del esfuerzo principal y en toda la longitud especificada. No se permitirá el traslape de unidades para alcanzar la longitud de anclaje diseñada, a menos que se utilice un mecanismo o dispositivo que provea de un adecuado anclaje mecánico entre las geomallas, aprobado por el fabricante del geosintético que garantice la correcta transmisión de los esfuerzos

de tensión. Se debe colocar únicamente la cantidad de geosintético de refuerzo requerida para el trabajo inmediato con el objeto de prevenir daños.

Se permitirán traslapes transversales del geosintético. En el caso de los geotextiles, el traslape mínimo permisible es de 300 milímetros. Como alternativa, las uniones pueden ser cosidas o termo fusionadas. En el caso de geomallas mono-orientadas ó uni-axiales, el traslape mínimo es de 50 milímetros y para geomallas bi-orientadas ó biaxiales el traslape mínimo es de 150 milímetros.

En ninguna circunstancia se debe permitir que el geotextil sea arrastrado a través de lodo u objetos punzo cortantes que puedan dañarlo. En caso de que el geosintético fuera perforado, roto o alterado en los traslapes o uniones cosidas, evidenciando un daño visible, bombeo del substrato, intrusión o distorsión, el relleno colocado sobre estas áreas debe ser removido. La sección de geosintético dañada debe ser removida y reemplazada por el Contratista, a su costa, con una sección completa de geosintético.

En caso de que el geotextil sea cosido en campo o en la fábrica, la unión debe cumplir con lo establecido en 255.03 principalmente en lo que se refiere a la costura, tipo de costura y al equipo utilizado para realizarla. Adicionalmente, la distancia mínima desde la orilla del geotextil a la línea de cosido más cercana, debe ser de 40 milímetros si se usa un tipo de costura plana. La distancia mínima para otros tipos de costura debe ser de 25 milímetros. La costura se efectuará de tal manera que pueda ser fácilmente inspeccionada por el representante del Delegado Residente. La resistencia de la costura debe ser probada y debe reunir los requerimientos descritos en estas Especificaciones.

Si se requiere el uso de una formaleta temporal para mantener la orientación y rigidez del geosintético durante la construcción, ésta debe estar indicada en los planos, así como la secuencia constructiva correspondiente.

El geosintético de refuerzo debe ser extendido y tensado previo a la colocación del material de relleno. Después de colocar adecuadamente una capa de geosintético, ésta se puede fijar con pines o pequeños promontorios de material de relleno a efecto de mantenerla en posición hasta que la primera capa de material de relleno pueda ser colocada. Bajo ninguna circunstancia debe permitirse el paso de tráfico de cualquier vehículo sobre el geosintético, a menos que sea colocada una capa mínima de material de relleno de 150 milímetros sobre éste. No se debe operar equipo de construcción de orugas directamente sobre el geosintético de refuerzo. Un mínimo de 300 milímetros de espesor de relleno es requerido previo a la operación de vehículos con orugas sobre el mismo. Los giros de los vehículos con oruga deben ser mantenidos al mínimo para prevenir desplazamientos del relleno y del geosintético de refuerzo.

Durante la construcción de las capas, la superficie del relleno debe ser mantenida aproximadamente horizontal. El geosintético de refuerzo debe ser colocado directamente sobre la superficie del relleno compactado. El geosintético de refuerzo debe ser colocado dentro de 75 mm de la elevación diseñada y extendido la longitud indicada en los planos. La correcta orientación del geosintético de refuerzo debe ser verificada por el Delegado Residente en todo momento.

El relleno debe ser compactado como se indique en las especificaciones del proyecto, pero a no menos del 95% de la densidad máxima determinada por el ensayo AASHTO T 99. El contenido de humedad del material de relleno no debe exceder en 3% el contenido óptimo de humedad. El material de relleno debe ser colocado, esparcido y compactado de tal manera que se minimice el desarrollo de arrugas y/o el desplazamiento del geosintético de refuerzo.

Cuando se utilice equipo pesado de compactación, el relleno debe ser colocado en capas con un espesor máximo de 300 milímetros y cuando se utilice equipo manual de compactación, un espesor máximo suelto de 150 milímetros. No se debe permitir el uso de rodillos de pata de cabra,

otros rodillos con protuberancias o rodillos vibratorios de tamaño completo. Se pueden permitir rodillos vibratorios pequeños, con la aprobación del representante del Delegado Residente. La compactación en el primer metro detrás de la cara del talud, se debe efectuar con equipo ligero de compactación mecánico o vibratorio, de tamaño pequeño, aprobado por el Delegado Residente y estos trabajos se deben efectuar de tal manera que no se dañen o distorsionen los elementos frontales del muro (elementos de fachada) o sus capas de refuerzo.

El material de relleno se colocará y compactará de conformidad con la secuencia constructiva mostrada en los planos. El espesor mínimo del relleno sobre el geosintético debe ser de 150 milímetros. En los casos en que se utilicen geotextiles, el espesor máximo de la capa de material de relleno entre geotextiles, no debe ser mayor de 600 milímetros, mientras que en el caso de geomallas, se podrán utilizar espesores de material de relleno hasta de 1,200 milímetros entre geomallas de refuerzo principal, compactado en capas de 300 milímetros de espesor máximo, o las que se indiquen en el diseño específico. Las geomallas de refuerzo secundario con longitud de anclaje de 1 a 2 metros, cuya resistencia debe ser tal que sobreviva el proceso de instalación, deben ser colocadas para mantener la estabilidad de la cara y la calidad de la compactación, para muros de retención menores a 80° y su espaciamiento vertical no debe ser mayor de 600 mm, siempre y cuando el espaciamiento vertical entre las geomallas de refuerzo principal sea mayor de 800 mm.

El material de relleno en cada capa debe ser nivelado y compactado con una pendiente mínima desde la corona del talud hacia la parte posterior del mismo con el objeto de prevenir acumulación de agua en la superficie de la masa de suelo reforzado.

Si fuera necesario construir esquinas en el muro de retención construido con geosintéticos, debido a cambios abruptos en la alineación del frente del muro o de acuerdo con lo establecido en los planos, se debe someter al Delegado Residente, para su aprobación, los detalles constructivos con un mínimo de 14 días previo a la construcción del muro. El tramo de unión entre dos secciones de muro con alineaciones distintas, debe proveer una conexión positiva con las dos secciones que se encuentran a cada lado del tramo de unión, con el objeto de que el material de relleno no pueda salirse a través de las esquinas en ningún momento durante la vida útil de diseño del muro.

El método para rematar el geosintético en la capa superior del muro, donde existan cambios en el acotamiento superior, debe ser sometido al Delegado Residente para su aprobación, junto con los detalles constructivos de las esquinas. La parte frontal de cada capa en la parte superior del muro, debe ser construida de tal manera que prevenga el derrame de material de relleno por el rostro del muro, durante la vida útil del muro. Si el perfil en la parte superior del muro cambia a una pendiente de 1:1 o más empinado, este cambio en la parte superior del perfil del muro debe ser considerado como una esquina.

255.05 INSTALACION DE SOPORTES O POSTES PARA DEFENSAS METALICAS. Si se especifica en los planos, se instalarán soportes o postes para colocar defensas después de completar la construcción del muro y previo a la colocación de concreto lanzado en el rostro del muro como fachaleta. Los postes se deben colocar de tal manera que eviten el pandeo del rostro del muro y así mismo, eviten rasgar, romper o halar el geosintético de refuerzo. Los agujeros que se perforen a través del geosintético deben ser del tamaño mínimo necesario para cada poste. El Contratista le debe demostrar al Delegado Residente, previo a iniciar cualquier operación de colocación de postes para defensas, que el método de instalación no rasgará, romperá o halará el geosintético.

255.06 TOLERANCIAS. Los muros ya completados deben ajustarse a las siguientes tolerancias:

(a) Las tolerancias verticales (inclinación de diseño) y las tolerancias horizontales (alineamiento) de la cara del geotextil o geomalla, no deben exceder de 75 milímetros en una

medida recta de 3 metros para muros permanentes y de 130 milímetros para muros temporales. Las medidas de inclinación y alineación se deben efectuar en el punto medio de cada capa de muro.

(b) La tolerancia vertical total, no debe exceder de 50 milímetros por 3 metros de altura de muro para muros permanentes y de 80 milímetros por cada 3 metros para muros temporales.

(c) El máximo saliente del geotextil o geomalla, entre capas de relleno reforzadas, no debe exceder de 100 milímetros para muros permanentes y 150 milímetros para muros temporales.

Si el muro es permanente y se utiliza concreto lanzado, el Contratista debe presentar el diseño de la mezcla, con sus respectivos resultados de pruebas efectuadas y el método propuesto para la terminación y curado del concreto lanzado, cumpliendo con las especificaciones de la Sección 259.

La instalación de los materiales para control de erosión, geocompuestos para drenaje, etc., se debe hacer conforme las secciones respectivas de estas Especificaciones Generales. El Contratista será responsable en todo momento de la verificación de que la geometría final del muro se ajusta a la geometría del diseño específico.

255.07 MEDIDA. La medida se debe hacer por el número de metros cúbicos, con aproximación de dos decimales, de Muros de Retención de Suelo Estabilizado Mecánicamente con Geosintéticos, construidos satisfactoriamente de acuerdo con estas Especificaciones Generales, los planos y las Disposiciones Especiales.

255.08 PAGO. El pago se debe hacer por el número de metros cúbicos medidos como se indica anteriormente, al precio unitario de contrato correspondiente a Muros de Retención de Suelo Estabilizado Mecánicamente con Geosintéticos cuyo precio incluye el trabajo estipulado en esta Sección, de conformidad con lo indicado en 110.02.

SECCION 256 ANCLAJES PERMANENTES

- 256.01 Definición.
- 256.02 Descripción.
- 256.03 Requisitos de los Materiales.
- 256.04 Especialización.
- 256.05 Fabricación de la Armadura.
- 256.06 Almacenamiento y Manejo.
- 256.07 Instalación.
- 256.08 Pruebas y Aplicación de Esfuerzos.
- 256.09 Aceptación.
- 256.10 Medida.
- 256.11 Pago.

256.01 DEFINICION. Anclaje. Es una armadura metálica constituida de tensores formados por alambres, tensores o barras, la cual es semi-rígida, que se coloca dentro de una perforación hecha en el terreno y que se funde dentro de ella al terreno en el extremo anterior por medio de inyecciones de lechada de cemento y fijándose a la estructura de retención en el extremo posterior. Los anclajes se utilizan para transmitir la carga de la cara expuesta de una estructura de retención hacia estratos de suelo o de roca resistentes ubicados detrás del mismo. Un anclaje está compuesto de las siguientes partes:

Zona de anclaje. Es la parte que se funde en el terreno, generalmente por medio de inyecciones fabricadas con cemento.

Zona libre. Es la zona de libre movimiento del anclaje. Está aislada de la zona de anclaje por medio de un obturador colocado entre ésta y la zona libre. La zona libre debe ser protegida por medio de una vaina plástica que recubre la misma.

Cabeza de amarre. Es el dispositivo de unión del anclaje a la estructura de retención. Sirve para distribuir la presión en la cabeza del tornillo después de ejercer el tensado del anclaje y bloquear en esta forma la armadura.

256.02 DESCRIPCION. Este trabajo consiste en la perforación en campo, el suministro, la instalación, la ejecución de pruebas y el tensado de los anclajes permanentes dentro del suelo/roca y fijados a la estructura de retención.

MATERIALES

256.03 REQUISITOS DE LOS MATERIALES.

(a) Generalidades (Dispositivos de Anclaje). Para el postensado, los dispositivos de anclaje deben ser capaces de sostener el acero presforzado a una carga que produzca un esfuerzo no menor que el 95 por ciento de la resistencia mínima a la tensión garantizada para el acero presforzado.

Se debe utilizar una placa de apoyo de acero u otro montaje para distribuir de manera efectiva los esfuerzos de compresión del dispositivo de anclaje al concreto. Si el dispositivo de anclaje es lo suficientemente grande y es utilizado con un emparrillado empotrado en el concreto, la placa de apoyo o el montaje puede omitirse. Debe cumplir con lo siguiente:

(1) El esfuerzo de compresión en la unidad final de concreto, inmediatamente debajo de la placa o del montaje, no debe exceder de 21 mega Pascales.

(2) Los esfuerzos de flexión en las placas o en los montajes, inducidos al halar para el presforzado, no deben exceder el punto de fluencia del material o causar deformaciones visibles en la placa de apoyo cuando se aplique el 100 % de la carga última.

El Contratista debe suministrar 2 dispositivos de anclaje (completos con placas de apoyo o montajes) para cada tamaño y tipo a ser usado, para realizar las pruebas anteriores.

(b) Tensores. Los tensores, de elementos simples o múltiples, deben cumplir con lo siguiente:

(1) Los tensores de Acero sin Revestimiento, de siete alambres, con esfuerzo relajado, para concreto presforzado, según AASHTO M 203M.

(2) Las barra de acero de alta resistencia, revestidas, para concreto presforzado, según AASHTO M 275M.

(3) Los Tensores de Acero sin Revestimiento, de siete alambres, con esfuerzo compactado, para concreto presforzado, según AASHTO A 779 y AASHTO M 203M.

(c) Acopladores. El Contratista debe suministrar acopladores para las secciones del tensor, capaces de desarrollar el 95 % del esfuerzo mínimo último a la tensión especificado para el tensor.

(d) Vaina. El material de las vainas debe cumplir con los requisitos en la longitud libre y en la longitud de anclaje, de acuerdo al material de que se especifique, como sigue:

(1) Longitud libre.

a) Tubo de polietileno. Este debe cumplir con los requisitos establecidos en ASTM D 1248 Tipo II, III o IV con un espesor mínimo de la pared de 1.5 mm.

b) Tubo de polipropileno estirado a presión y derretido en caliente. Debe cumplir con los requisitos establecidos en ASTM D 4101, clasificación de celda PP 210 B5554211 con un espesor mínimo de la pared de 1.5 mm.

c) Tubo de polietileno estirado a presión y derretido en caliente. Debe cumplir con los requisitos establecidos en ASTM D 3350 y D 1248, alta densidad tipo III, con un espesor mínimo de la pared de 1.5 mm.

d) Entubado de acero. Debe cumplir con los requisitos establecidos en ASTM A 500, con un espesor mínimo de la pared de 5 mm.

e) Tubería de acero. Debe cumplir con los requisitos establecidos en ASTM A 53, catálogo 40 mínimo.

f) Tubería plástica. Debe cumplir con los requisitos establecidos en ASTM D 1785, catálogo 40 mínimo.

(2) Longitud de anclaje.

a) Entubado corrugado de polietileno de alta densidad. Debe cumplir con los requisitos establecidos en AASHTO M 252 con un espesor mínimo de la pared de 0.75 mm.

b) Tubos corrugados de cloruro de polivinilo. Deben cumplir con los requisitos establecidos en ASTM D 1784, clase 13464-B.

c) Epóxico de adherencia por fusión. Debe cumplir con los requisitos establecidos en AASHTO M 284, con un espesor mínimo de la película de 0.4 mm.

(e) Grasa. Debe cumplir con lo indicado en la Tabla 3.2.1 del Manual de Postensado (PTI). La grasa debe proveer inhibición de la corrosión y tener propiedades lubricantes.

(f) Lechada. Debe ser una mezcla capaz de ser bombeada de cemento hidráulico, arena, agua y aditivos mezclados de acuerdo con lo indicado en 258.03 (b). Se debe utilizar cemento hidráulico Tipo I, II ó III de acuerdo con lo indicado en la Sección 551.

Se podrán utilizar aditivos químicos que controlen el afloramiento o que retrasen el fraguado siempre y cuando estos aditivos cumplan con lo indicado en la Sección 551 y sean mezclados siguiendo las recomendaciones del fabricante.

La lechada debe alcanzar una resistencia cúbica (AASHTO T 106) de 25 MPa a los 7 días. Los cubos de lechada para el ensayo deben prepararse de bachadas aleatorias. Normalmente, no se requerirá el ensayo de resistencia, puesto que el desempeño del sistema será medido ensayando cada anclaje. Los ensayos de resistencia cúbica de la lechada serán requeridos si se utilizan aditivos o si ocurren irregularidades al ensayar los anclajes.

(g) Centralizadores. Los centralizadores y los espaciadores pueden ser de cualquier tipo de material, excepto madera, que no sea nocivo al acero presforzado.

(h) Dispositivos de anclaje. Deben cumplir con lo indicado en la Sección 3.2.3 del Manual de Postensado (PTI). Para los tendones del tensor, se deben diseñar dispositivos de anclaje que permitan ejecutar ensayos de arranque sin que el gato hidráulico enganche el tensor. Las placas de apoyo del dispositivo de anclaje deben ser de acero que cumplan con lo indicado en AASHTO M 183M ó AASHTO M 222M.

Se debe extender un tubo o trompeta desde la plancha de anclaje una distancia suficiente para encerrar el forro protector. El Contratista debe suministrar dispositivos y anclajes capaces de desarrollar el 95% de la resistencia mínima última a la tensión especificada para el tendón del anclaje.

REQUISITOS DE CONSTRUCCION

256.04 ESPECIALIZACION. El Contratista o subcontratista responsable de ejecutar la construcción de los anclajes debe haber completado por lo menos 3 proyectos de construcción de anclajes permanentes dentro de los últimos 3 años. El Contratista debe presentar un curriculum con la descripción detallada de dichos proyectos.

El Contratista debe contar con un Ingeniero Colegiado con un mínimo de 3 años de experiencia en el diseño y construcción de anclajes permanentes, quien debe estar presente durante la construcción de los mismos. Los operadores del equipo de perforación deben tener por lo menos 1 año de experiencia en la instalación de anclajes permanentes o dispositivos similares. Previo al inicio de la construcción de los anclajes, el Contratista debe presentar el curriculum vitae del Ingeniero Especialista y de los operadores a cargo de la perforación al Delegado Residente para la aprobación por parte del Ingeniero.

256.05 FABRICACION DE LA ARMADURA.

(a) General. Las armaduras pueden ser fabricados en un taller o en el proyecto, de acuerdo con lo indicado en los planos. La sección de la armadura debe ser tal que cumpla con lo siguiente:

(1) La carga de diseño no debe exceder del 60 por ciento de la resistencia última a la tensión requerida para el tendón.

(2) La carga máxima de prueba no debe exceder del 80 por ciento de la resistencia última a la tensión especificada para el tendón.

(b) Longitud de anclaje. La longitud de anclaje mínima es de 3 metros en roca y de 4.5 metros en suelo. Se debe proveer protección contra la corrosión para la longitud de anclaje, utilizando un recubrimiento de lechada de cemento inhibitoria de la corrosión.

Cuando se requiera el encapsulado del tensor, la longitud de anclaje del tensor debe ser protegida contra la corrosión, encapsulándola en un tubo plástico o de acero corrugado relleno con lechada inhibitoria de la corrosión o recubriéndola con una capa de epóxico adherida por fusión cuando ésta no venga de fábrica. La lechada debe colocarse dentro del tubo ya sea después o antes de colocar el tensor dentro del agujero perforado. El tensor debe ser centrado dentro del tubo con un mínimo de 2.5 milímetros de recubrimiento con lechada.

(c) Separadores. Se deben utilizar espaciadores a lo largo de la longitud de anclaje en los tensores de elementos múltiples para separar cada uno de los elementos individuales del tensor. Los separadores se deben utilizar para asegurar un mínimo de 13 milímetros de recubrimiento con lechada en la longitud de anclaje o en el encapsulado de la longitud de anclaje. Los separadores no deben impedir el flujo libre de la lechada dentro del agujero perforado. El espaciamiento, centro a centro, entre los separadores no debe exceder de 3 metros. El primer separador de la longitud de anclaje del tensor, después del obturador, debe localizarse a un máximo de 1.5 metros. El último separador de la longitud de anclaje debe localizarse a un máximo de 300 milímetros del extremo final de la longitud de anclaje.

No se requerirá el uso de separadores para los tensores inyectados a presión siempre y cuando el anclaje sea instalado dentro de suelos de grano grueso en los cuales se utilicen presiones de inyección de la lechada mayor a 1 MPa. Asimismo, no se requerirá el uso de separadores en los tensores construidos con barreno de tallo hueco si el anclaje es colocado con lechada dentro del barreno y el agujero se mantiene lleno con una lechada rígida durante la extracción del barreno. Una lechada es considerada rígida si su asentamiento es menor de 225 milímetros.

(d) Longitud libre. La longitud libre mínima debe ser de 4.5 metros.

(1) Si se coloca lechada dentro de todo el agujero perforado, en una sola operación, se debe proveer protección contra la corrosión en la longitud libre por medio de una vaina completamente rellena con grasa o lechada inhibitoria de la corrosión o con un tubo que se encoja con el calor, revestido internamente con un adhesivo elástico.

Si se utiliza grasa dentro de la vaina, se debe engrasar totalmente la longitud libre del tensor. Se deben engrasar los elementos de los tensores multi-elementos y proveer medidas para evitar que la grasa se salga en los extremos de la vaina.

Si se rellena la vaina con lechada, se debe romper la adherencia a lo largo de la longitud libre del tensor.

(2) Si se provee protección contra la corrosión por medio de una vaina rellena con grasa y el agujero perforado arriba de la longitud de anclaje va a ser cubierto con lechada después de activar el dispositivo de cierre del anclaje, se debe colocar lechada alrededor del tensor dentro de una segunda vaina.

Cuando se utilicen anclajes que puedan ser re-esforzados, se debe proveer un anclaje reesforzable que sea compatible con el sistema de post tensado suministrado. Si se utilizan

tensores con multi-elementos, las cuñas deben asegurarse adecuadamente según lo recomendado por los proveedores del sistema de post tensado.

(e) Placas de apoyo. El tamaño de las placas debe ser tal que:

(1) Los esfuerzos de flexión en la placa no deben exceder la resistencia de fluencia del acero cuando se aplique una carga igual al 95 por ciento de la resistencia última a la tensión especificada para el tensor; y

(2) Los esfuerzos promedio sobre la placa de apoyo no deben exceder los indicados en el diseño.

(f) Trompeta. La trompeta debe ser soldada a la placa de apoyo. El diámetro interior de la trompeta debe ser igual o mayor que el agujero de la placa de apoyo. La trompeta debe ser lo suficientemente larga para acomodar los movimientos durante la aplicación de los esfuerzos y durante la ejecución de las pruebas. En los tensores con multi-elementos y con la longitud libre encapsulada, la trompeta debe ser lo suficientemente larga para permitir la transición del diámetro del tensor en la longitud libre al diámetro del tensor en la cabeza de anclaje sin dañar el encapsulado. La trompeta de los anclajes reesforzables debe ser engrasada para evitar la corrosión. Se debe proveer un sello de hule sintético y permanente Buna-N o un equivalente a éste entre la trompeta y la protección contra la corrosión de la longitud libre.

Las trompetas de los anclajes que no puedan ser re-esforzados deben ser rellenas con lechada. Se debe proveer un accesorio de 300 milímetros mínimo, para sellar hermética y temporalmente, el espacio entre la trompeta y la protección contra la corrosión de la longitud libre.

256.06 ALMACENAMIENTO Y MANEJO. Los tensores deben ser almacenados y manipulados de manera que se prevengan daños y la corrosión de los mismos. Todos los tensores que exhiban abrasión, cortes, soldaduras, salpicaduras producto de soldaduras, corrosión o picaduras deben ser reemplazados. Cualquier tensor que exhiba daños en el encapsulado o en la vaina debe ser reemplazado o reparado. Se debe desengrasar la longitud de anclaje de los tensores y se deben remover los residuos de solvente antes de la instalación.

256.07 INSTALACION. Los agujeros para los anclajes deben ser perforados con una tolerancia máxima de 300 milímetros de la ubicación especificada. El eje longitudinal del agujero debe ser perforado en dirección paralela al eje longitudinal del tensor. Los anclajes deben ser instalados con una tolerancia de 3 grados respecto a la inclinación vertical de diseño. Los anclajes deben ser instalados con una tolerancia en el ángulo horizontal de 3 grados, respecto a una línea perpendicular al plano de la estructura de retención. Si los anclajes se extienden más allá del derecho de vía o de los límites de servidumbre, el Contratista debe solicitar los permisos respectivos.

El tensor debe ser insertado dentro del agujero perforado hasta la profundidad requerida, sin hincarlo o forzarlo. Cuando no se pueda insertar completamente el tensor, éste debe ser removido y se debe limpiar o perforar de nuevo el agujero para permitir la inserción.

Se debe utilizar una bomba de desplazamiento positivo para colocar la lechada dentro de los agujeros utilizando una lechada de cemento o una lechada de cemento/arena. La bomba debe estar equipada con un calibrador de presiones capaz de medir presiones de por lo menos 1 Mega Pascal o dos veces la presión actual de la lechada, la que sea mayor. Se debe emplear lechada bien mezclada, libre de terrones o de cualquier evidencia de hidratación previa del cemento. La lechada debe ser agitada continuamente durante su colocación y debe ser colocada en una sola operación continua.

La lechada debe ser inyectada desde el extremo final del agujero perforado. La lechada puede ser colocada ya sea antes o después de insertar el tensor. El Contratista debe llevar un registro de la cantidad de lechada y de la presión de la misma para cada anclaje. La presión de la lechada debe ser controlada para evitar la fractura o expulsión excesiva de la misma.

Excepto por lo indicado más adelante, la lechada desde la intersección de la longitud de anclaje con la longitud libre puede ser colocada al mismo tiempo que la lechada de la longitud de anclaje, pero sin presión. No se debe colocar lechada en el inicio del agujero perforado en contacto con la parte de atrás del rostro del muro ni en el espacio anterior de la trompeta.

Si el anclaje se instala en un suelo de grano fino utilizando agujeros perforados de más de 150 milímetros de diámetro, la lechada de la longitud libre debe ser colocada después de ensayar y de tensar el anclaje. Se puede colocar la lechada dentro del agujero completo en una sola operación cuando el anclaje no logra una capacidad significativa de su carga del suelo exclusivamente de la longitud de anclaje.

La lechada para tensores de anclajes en roca, protegidos con lechada inhibitoria de la corrosión, debe ser inyectada a presión. Después de sellar el agujero perforado, se debe inyectar la lechada a presión hasta que se mantenga una presión de 0.3 Mega Pascales durante 5 minutos en el extremo inicial del agujero.

Después de completar el trabajo de colocación de la lechada y si su tubo de aplicación debe de permanecer dentro del agujero, éste debe dejarse lleno de lechada. Se debe esperar un mínimo de 3 días antes de aplicar la carga al tensor.

La protección contra la corrosión de la longitud libre debe extenderse dentro del sello de la trompeta o 300 milímetros dentro de la trompeta, si no se provee un sello. La protección contra la corrosión de la longitud libre debe ser recortada del tensor lo necesario para que no tenga contacto con la placa de apoyo de la cabeza de amarre durante las pruebas y la aplicación de esfuerzos.

La placa de apoyo y la cabeza de amarre deben ser colocadas de manera que el eje del tensor esté dentro de 3 grados de la perpendicular a la placa de apoyo y el eje del tensor pase a través del centro de la placa sin doblar el tensor.

Si se utilizan tensores protegidos con lechada contra la corrosión o vainas de epóxico adherido por fusión, la placa de apoyo, la cabeza de amarre y la trompeta deben ser aislados del concreto, del pilote tangente o de cualquier otro elemento metálico empotrado en la estructura de retención.

Se podrá colocar grasa en la trompeta cada vez que sea necesario. La lechada de la trompeta debe ser colocada después de que el anclaje ha sido ensayado y se le ha aplicado el esfuerzo. Todos los anclajes que queden expuestos permanentemente a la intemperie deben ser totalmente cubiertos con grasa o lechada anticorrosiva.

256.08 PRUEBAS Y APLICACIÓN DE ESFUERZOS. Cada anclaje debe ser probado utilizando una carga de prueba máxima que no exceda del 80 por ciento del esfuerzo mínimo último a la tensión del tensor. La carga de prueba debe ser aplicada simultáneamente a todo el tensor y a todos los elementos de los tensores multi-elementos.

(a) Equipo para la prueba. El equipo para efectuar las pruebas debe consistir en lo siguiente:

(1) Un manómetro de cuadrante o una escala vernier capaz de medir con una aproximación de 0.025 milímetros. Se debe utilizar un dispositivo de movimiento/medida que tenga un recorrido mínimo igual al alargamiento elástico teórico de la longitud total del anclaje al

aplicar la carga de prueba máxima. Se debe utilizar un dispositivo con un recorrido suficiente que pueda medir el movimiento del anclaje sin tener que reajustarlo.

(2) Un gato hidráulico y una bomba. Se debe usar un gato y un manómetro calibrador de presiones para medir la carga aplicada. El manómetro de presiones y el gato deben ser calibrados como una unidad por una firma independiente dentro de los 45 días previos al inicio de los trabajos de construcción de los anclajes. Se debe utilizar un manómetro de presiones graduado con incrementos de 1 MPa o menos. El recorrido mínimo del pistón del gato debe ser igual al alargamiento elástico teórico de la longitud total del anclaje a la carga máxima de prueba.

(3) Un manómetro calibrado de referencia. Este manómetro debe ser calibrado con el gato a utilizar en la prueba y con el manómetro de presiones. Se debe mantener en el sitio del proyecto.

(b) Pruebas de desempeño. El equipo para aplicar esfuerzo debe ser colocado sobre el tensor de manera que el gato, placas de apoyo, celdas de carga y anclaje de esfuerzo estén alineados en dirección del eje del tensor y que el tensor esté centrado dentro del equipo.

Las pruebas de desempeño deben ser efectuadas sobre el 5 por ciento de los anclajes o en un mínimo de 3 anclajes, el que sea mayor, en cada estructura independiente. El Delegado Residente seleccionará los anclajes a ser ensayados. Las pruebas de desempeño deben ser efectuadas según lo indicado en la siguiente tabla.

Tabla 256-1 Secuencia de Aplicación de la Carga para la Prueba de Desempeño

Secuencia de la Prueba	Incremento de la carga de prueba							Reducir a carga de activación del dispositivo de cierre
	A	0.25D	0.50D	0.75D	1.00D	1.20D	1.33D	
1	•	•						
2	•	•	•					
3	•	•	•	•				
4	•	•	•	•	•			
5	•	•	•	•	•	•		
6	•	•	•	•	•	•	•	•

Nota: A = carga de alineación y D = carga de diseño

Se debe aumentar la carga de un incremento a otro inmediatamente después de registrar el movimiento del anclaje. Se debe medir y registrar el movimiento del anclaje con una aproximación de 0.025 milímetros respecto a un punto de referencia fijo durante la aplicación de la carga de alineación y en cada incremento de carga. La carga debe ser controlada con el manómetro de presiones. El manómetro de presiones de referencia debe ser colocado en serie con el manómetro de presión durante la ejecución de la prueba de desempeño. Si la carga medida por el manómetro de presiones y la carga medida por el manómetro de referencia difiere en más del 10 por ciento, se debe calibrar de nuevo el gato, el manómetro de presiones y el manómetro de referencia. A incrementos de carga distintos que la carga máxima de prueba, la carga se debe sostener lo suficiente para obtener la lectura del movimiento.

La carga máxima de prueba debe ser sostenida por un mínimo de 10 minutos. El gato debe ser re-bombado lo necesario para mantener una carga constante. El período de sostenimiento de carga debe iniciarse tan pronto como se aplique la carga máxima de prueba.

Se debe medir y registrar el movimiento del anclaje a 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 10 minutos. Si el movimiento del anclaje entre 1 y 10 minutos excede de 1 milímetro, se debe continuar

sosteniendo la carga máxima de prueba y registrar el movimiento del anclaje a 15, 20, 25, 30, 45 y 60 minutos.

Se debe elaborar una gráfica del movimiento del anclaje contra la carga máxima para cada secuencia de prueba indicada en la Tabla 256-1 y también se debe elaborar una gráfica del movimiento residual del tensor para cada carga de alineación contra la carga más alta previamente aplicada.

(c) Prueba de Carga. Todos los anclajes que no fueron sometidos a la prueba de desempeño deben ser sometidos a la prueba de carga. La prueba de carga debe ser ejecutada siguiendo la secuencia mostrada en la Tabla 256-2.

La carga debe ser aumentada de un incremento a otro inmediatamente después de registrar el movimiento del anclaje. Se debe medir y registrar el movimiento del anclaje con una aproximación de 0.025 milímetros respecto a un punto fijo de referencia independiente durante la aplicación de la carga de alineación y en cada incremento de carga. La carga debe ser medida con un manómetro de presiones.

La carga máxima de prueba debe ser sostenida por un mínimo de 10 minutos. Se debe re-bompear el gato lo necesario para obtener una carga constante. El período de sostenimiento de la carga debe iniciarse inmediatamente después de aplicar la carga máxima de prueba.

Se debe medir y registrar el movimiento del anclaje a 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 10 minutos. Si el movimiento del anclaje entre 1 y 10 minutos excede de 1 milímetro, se debe continuar sosteniendo la carga máxima de prueba y registrar los movimientos del anclaje a 15, 20, 25, 30, 45 y 60 minutos.

Tabla 256-2 Secuencia de la Aplicación de Carga para la Prueba de Carga

Incremento de la Carga de Prueba							
A	0.25D	0.50D	0.75D	1.00D	1.20D	1.33D	Reducir a la carga de activación del dispositivo de cierre
•	•	•	•	•	•	•	•

Nota: A = carga de alineación y D = Carga de diseño

Se debe elaborar una gráfica del movimiento del anclaje contra la carga para cada incremento de carga indicado en la Tabla 256-2.

(d) Dispositivo de Cierre. Después de completar las pruebas de desempeño y de carga, la carga se debe reducir a la carga de activación del dispositivo de cierre especificada y la carga debe ser transmitida al dispositivo de anclaje. Después de transferir la carga y antes de remover el gato, se debe medir la descarga. Si la descarga no está dentro del 10 por ciento de la carga de activación del dispositivo de cierre especificada, se debe reajustar el anclaje y medir de nuevo la descarga. Este procedimiento se debe repetir las veces que sea necesario.

256.09 ACEPTACION. Los anclajes ya instalados serán evaluados basándose en uno de los siguientes resultados de las pruebas de desempeño y de carga:

(a) Después de sostener la carga durante 10 minutos, el anclaje soporta la carga máxima de prueba con un movimiento de menos de 1 milímetro entre 1 y 10 minutos y el movimiento total a la carga máxima de prueba excede el 80 por ciento del alargamiento elástico teórico de la longitud libre.

(b) Después de sostener la carga durante 60 minutos, el anclaje soporta la carga máxima de prueba con una razón de escurrimiento plástico que no exceda de 2 milímetros / log

ciclo de tiempo y el movimiento total a la carga máxima de prueba excede del 80 por ciento del alargamiento elástico teórico de la longitud libre.

Todos los anclajes que presenten un desempeño o resultados de la prueba de carga inaceptables, deben ser reemplazados a costa del Contratista. No se deben ensayar de nuevo los anclajes que han fallado.

256.10 MEDIDA. La medida se debe hacer del número de Anclajes Permanentes y Pruebas de Desempeño satisfactoriamente construidos y aceptados de acuerdo con estas Especificaciones Generales, Disposiciones Especiales y planos correspondientes.

256.11 PAGO. El pago se debe hacer por el número de unidades medido como se indica en 256.10, al precio unitario de contrato correspondiente a Anclajes Permanentes y Pruebas de Desempeño, cuyo precio incluye el trabajo estipulado en esta Sección, de conformidad con lo indicado en 110.02.

SECCION 257 MUROS DE RETENCION DE CONCRETO REFORZADO

- 257.01 Definición.
- 257.02 Descripción.
- 257.03 Requisitos de los Materiales.
- 257.04 Generalidades.
- 257.05 Acero de refuerzo.
- 257.06 Concreto estructural.
- 257.07 Construcción del relleno.
- 257.08 Medida.
- 257.09 Pago.

257.01 DEFINICION. Son las estructuras construidas de concreto reforzado para retener taludes en secciones de corte o material en secciones de relleno, para el sostenimiento del terraplén de la carretera.

257.02 DESCRIPCION. Este trabajo consiste en la construcción de muros de retención de concreto reforzado.

MATERIALES

257.03 REQUISITOS DE LOS MATERIALES. Los materiales para la construcción de los muros de retención de concreto reforzado deben cumplir con lo establecido en las siguientes secciones:

- (a) Concreto. Debe cumplir con los requisitos de la Sección 551.
- (b) Formaletas y Obra Falsa. Debe cumplir con los requisitos de la Sección 556.
- (c) Selladores y relleno para juntas. Debe cumplir con los requisitos de la Sección 551.
- (d) Acero de refuerzo. Debe cumplir con los requisitos de la Sección 552.
- (e) Relleno estructural. Debe cumplir con los requisitos del material de relleno estructural tal como se indica en 206.03 (a).

REQUISITOS PARA LA CONSTRUCCION

257.04 GENERALIDADES. Se debe efectuar un levantamiento topográfico de acuerdo con lo indicado en la Sección 152 y se deben verificar los límites para la construcción del muro. El Contratista tiene que preparar y suministrar planos de las formaletas y de la obra falsa de acuerdo con lo indicado en la Sección 556. Finalmente, se deben efectuar los trabajos correspondientes a la Secciones 205 y 206.

257.05 ACERO DE REFUERZO. El acero de refuerzo debe ser fabricado, transportado y protegido de acuerdo con lo indicado en la Sección 552. Asimismo se debe colocar, sujetar y cortar de acuerdo con lo indicado en dicha sección.

257.06 CONCRETO ESTRUCTURAL. El Contratista debe diseñar la mezcla de concreto de acuerdo con lo indicado en la Sección 551. Asimismo debe almacenar, manipular, preparar las proporciones, mezclar los materiales y entregar el concreto de acuerdo con lo indicado en dicha Sección. También debe proveer un control de calidad de acuerdo con lo indicado en la Sección 153. El muro debe ser construido de acuerdo con lo indicado en los planos.

257.07 CONSTRUCCIÓN DEL RELLENO. El área detrás del muro debe ser rellenada con un relleno estructural de acuerdo con lo indicado en la Sección 206. Cada capa debe ser compactada según lo indicado en dicha Sección, excepto que se debe usar un compactador liviano mecánico o vibratorio, dentro de la franja de 1 metro de ancho ubicada detrás del muro.

257.08 MEDIDA. La medida se debe hacer del número de metros cúbicos, con aproximación de dos decimales, de Muro de Retención de Concreto Reforzado satisfactoriamente construidos y aceptados de acuerdo con estas Especificaciones Especiales, Disposiciones Especiales y los planos correspondientes. La medida por metro cúbico debe incluir el volumen de los cimientos.

257.09 PAGO. El pago se debe hacer por el número de metros cúbicos medidos como se indica en 257.08, al precio unitario de contrato correspondiente a Muros de Retención de Concreto Reforzado, cuyo precio incluye el trabajo estipulado en esta Sección de conformidad con lo indicado en 110.02.

SECCION 258 MUROS DE SUELO ENCLAVADO

- 258.01 Definición.
- 258.02 Descripción.
- 258.03 Requisitos de los materiales.
- 258.04 Pasos a seguir en la construcción.
- 258.05 Medida.
- 258.06 Pago.

258.01 DEFINICIONES.

Muro de Suelo Enclavado. Es el muro de suelo formado al colocar, en el suelo natural, inclusiones pasivas a espaciamientos cortos, para incrementar la resistencia al corte del suelo y evitar así su deslizamiento; y para limitar la descompresión del suelo durante y después de efectuada la excavación. El muro de suelo enclavado debe ser construido de acuerdo con estas Especificaciones Generales y con los detalles de construcción indicados en los planos y en las Disposiciones Especiales.

Inclusión. La inclusión consiste de una varilla de acero de diámetro y longitud variable, según el diseño, introducida en un agujero hecho dentro del suelo, con equipo adecuado y aprobado por el Delegado Residente, recubierta en toda su longitud y en todo el diámetro del agujero con lechada o mortero de cemento.

258.02 DESCRIPCIÓN. Este trabajo consiste en el corte o excavación necesaria para la conformación de la plataforma o superficie de apoyo para la máquina en las caras del talud expuesto en que se harán los agujeros, lo cual incluye la conformación, el acabado y tallado de las paredes verticales o inclinadas del talud; la localización topográfica horizontal y vertical de las inclusiones; el corte, acarreo y disposición de los materiales resultantes de la excavación y de la perforación de los agujeros; el suministro y colocación de las varillas de acero de las inclusiones, la lechada o mortero para el relleno de los agujeros, el concreto lanzado para el recubrimiento, el suministro y colocación de la electromalla y el refuerzo de acero horizontal; la puesta en tensión de la inclusión y la fijación de la misma.

MATERIALES

258.03 REQUISITOS DE LOS MATERIALES. Los materiales para la construcción del muro de suelo enclavado deben cumplir con lo establecido a continuación:

- (a) Cemento. Debe ser tipo I ó IPM de acuerdo con lo establecido en la Sección 551.
- (b) Lechada para las inclusiones. La lechada o mortero de cemento hidráulico para las inclusiones debe consistir en una mezcla de cemento y agua; o de cemento, arena fina cernida y agua, respectivamente. La lechada consistirá en la mezcla de 2 sacos de cemento de 42.68 kilogramos cada uno, como mínimo, y 40 litros de agua. En caso el Delegado Residente autorice el uso de mortero, se deben utilizar 4 sacos de cemento, 3 ó 4 pies cúbicos de arena fina cernida (sin material orgánico ni sulfatos) y entre 25 y 30 litros de agua por saco de cemento. Si se hace necesario el uso de un acelerante, éste se agregará en una proporción de 1 litro por bacheada. En todo caso, la lechada o mortero debe tener, a la ruptura, una resistencia a la compresión no confinada de 24.5 MPa (3,500 Lb./pulg²) como mínimo, a los 28 días de curado.
- (c) Concreto lanzado. Debe cumplir con los requisitos establecidos en la Sección 259.

- (d) Electromalla. La electromalla debe ser de acero liso de 6 x 6 y 3/3, Grado 70, como mínimo, que cumpla con lo indicado en la especificación AASHTO M 55 ó ASTM A 185.
- (e) Varillas de acero. Deben cumplir con los requisitos establecidos en la Sección 552.

REQUISITOS DE CONSTRUCCION

258.04 PASOS A SEGUIR EN LA CONSTRUCCION. Los métodos, técnicas o equipo aquí especificados son los mínimos necesarios para proveer la construcción adecuada del muro de contención de suelo enclavado. El Contratista, bajo su responsabilidad, podrá utilizar otros métodos, técnicas o equipos distintos a los aquí especificados, siempre y cuando su uso sea aprobado previamente, por escrito, por el Delegado Residente.

A lo largo de una parte de los límites de la excavación propuesta, se excavará el suelo con una retroexcavadora o equipo similar hasta una profundidad entre 1.50 a 2.00 metros, según el tipo de maquinaria a utilizar. La profundidad de cada tramo de excavación estará en función de la habilidad del suelo de mantenerse estable sin soporte en el corte vertical y del espaciamiento e inclinación de las inclusiones. El ancho de la plataforma será responsabilidad del Contratista y dependerá además del tipo de maquinaria y equipo que éste utilice, pero debe ser el mínimo que asegure que no ocurrirá ningún tipo de accidente. La longitud del tramo a cortar no debe ser mayor de 30.0 metros o de lo que se estima revestir con la primera capa de concreto lanzado en una jornada de trabajo, la que sea menor.

Inmediatamente después de efectuar la excavación vertical del talud y de asegurar su conformación y tallado, se colocará la electromalla aproximadamente a 50 milímetros de distancia de la superficie vertical expuesta del talud. La colocación de la electromalla se hará utilizando ganchos de varilla No. 3, con una longitud no menor de 750 milímetros para asegurarla y mantenerla en posición mientras se coloca el concreto lanzado. Luego se aplicará la primera capa de concreto lanzado hasta formar los paneles del primer revestimiento. Este primer revestimiento debe ser de aproximadamente 60 milímetros de espesor, entre 1.50 a 2.00 metros de altura y de la longitud del talud a tratar en una jornada de trabajo.

Después de colocar el primer revestimiento de mortero lanzado, (el mortero con agregado no mayor de $\frac{3}{8}$ "), se debe perforar una de las filas horizontales formada por agujeros de 100 milímetros de diámetro en las localizaciones predeterminadas, con una profundidad variable dada por el diseño, y con una inclinación descendente de 20 grados. Este agujero se llenará, por gravedad, con lechada de cemento, o de mortero, introduciendo una manguera en el agujero y retirándola lentamente hacia la superficie conforme se llena el mismo con la lechada o mortero, tratando en lo posible que no quede aire atrapado. Las inclusiones se colocarán espaciadas un máximo de 1.50 metros en ambos sentidos (horizontal y vertical), según se indica en los planos o en las Disposiciones Especiales.

Al retirar el equipo de perforación se debe aplicar, por gravedad, la lechada o mortero de cemento dentro del agujero para formar la inclusión con la varilla en el centro. Es decir que, antes de llenar por gravedad el agujero con lechada o mortero de cemento, se debe introducir en el mismo una varilla corrugada, con sus extremos y partes intermedias soldadas a uno o dos separadores o los que sean necesarios a fin de que ésta permanezca firmemente centrada dentro del agujero excavado. El diámetro y la longitud de la varilla deben ser los indicados en los planos y en las Disposiciones Especiales. Las varillas de acero de las inclusiones deben ser limpiadas y pintadas con pintura anticorrosiva, preferentemente epóxica basada en poliuretano y de la calidad aprobada previamente por el Delegado Residente.

El agujero debe llenarse con el mortero hasta 300 milímetros de la cara del primer revestimiento tratando en lo posible de no dejar aire atrapado. Estos 300 milímetros se llenarán posteriormente con suelo bien apelmazado.

A las veinticuatro horas siguientes, como mínimo, después de hacer las operaciones antes mencionadas, sobre la primera capa de recubrimiento se deben colocar 4 varillas de ½" de diámetro (No. 4), Grado 400, separadas 50 milímetros entre sí, en cada línea longitudinal de inclusiones uniéndolas entre sí perimetralmente en forma de franja. A continuación se debe aplicar la segunda capa de revestimiento con concreto lanzado, de 50 milímetros de espesor mínimo, sobre la electromalla y el primer revestimiento.

Cuando se complete el siguiente nivel longitudinal de excavación y se haya rellenado los agujeros con el mortero, y éste haya alcanzado una resistencia mínima a la compresión no confinada de 19.6 MPa (2,800 psi) a un mínimo de 7 días si se utiliza acelerante o de 14 días si no se utiliza acelerante, cada una de las varillas que forman las inclusiones de la fila a que se hace mención anteriormente en este numeral debe ser puesta en tensión, apretándolas con una tuerca colocada sobre una placa metálica. La tensión total a que debe someterse cada una de las varillas variará entre el 60% y 80% del límite de fluencia de la varilla de acero. Para hacer esta operación, el mortero debe estar suficientemente fraguado para poder efectuar el tensado de la varilla y/o de la inclusión. Si el Contratista desea acelerar el tiempo de fraguado, éste podrá utilizar un fluidificante y/o un acelerante, por su cuenta, con la aprobación previa del Delegado Residente.

Los pasos enumerados anteriormente deben ser repetidos conforme avanza el proceso de excavación, en forma vertical, de arriba hacia abajo.

258.05 MEDIDA. La medida se debe hacer por las siguientes cantidades:

(a) La construcción de las inclusiones que incluirá la perforación del agujero, la colocación de la varilla de diámetro especificado, la introducción de la lechada o mortero, la puesta en tensión de la inclusión y la colocación de la plancha y el enroscado para el tensado, se medirá por metro lineal debidamente construido.

La colocación del recubrimiento que incluirá: el corte de la pared de la excavación y su acabado final; la colocación de las cuatro varillas de ½" de diámetro como parte del refuerzo horizontal, la colocación del concreto lanzado en dos capas y el suministro y colocación de la electromalla, se medirá por metro cuadrado debidamente construido.

(b) Como alternativa, los trabajos de construcción del muro de suelo enclavado se podrán medir por metro cuadrado con aproximación de dos decimales, de Muros de Suelo Enclavado, construidos satisfactoriamente de acuerdo con estas Especificaciones Generales, los planos y las Disposiciones Especiales.

258.06 PAGO. El pago se debe hacer por las cantidades medidas como se indica anteriormente en 258.05(a) ó (b), al precio unitario de contrato correspondiente a Muros de Suelo Enclavado, cuyo precio incluye el trabajo estipulado en esta Sección, de conformidad con lo indicado en 110.02.

SECCION 259 CONCRETO LANZADO

- 259.01 Definición.
- 259.02 Descripción.
- 259.03 Requisitos de los materiales.
- 259.04 Preparación del lecho.
- 259.05 Colocación.
- 259.06 Rebote.
- 259.07 Acabado.
- 259.08 Medida.
- 259.09 Pago.

259.01 DEFINICION. Concreto Lanzado. El concreto lanzado consiste en concreto o mortero aplicado con bomba neumática sobre una superficie. El concreto lanzado, a opción del Contratista, debe aplicarse ya sea por el proceso de mezcla en seco o por el de mezcla húmeda.

259.02 DESCRIPCION. Este trabajo consiste en la fabricación, el suministro en el lugar de la obra, el manejo, la colocación del concreto lanzado para el revestimiento de zanjas, canales, taludes y construcción de secciones irregulares y otros elementos utilizando concreto lanzado, de acuerdo con los detalles y las dimensiones indicadas en los planos y especificadas en esta Sección o en las Disposiciones Especiales.

El proceso de mezcla en seco consiste en la descarga de agregado mezclado en estado seco y de cemento, mezclados neumática o mecánicamente en el cuerpo de la boquilla y en la adición de agua. La mezcla de los materiales se efectuará dentro del cuerpo de la boquilla. El proceso de mezcla húmeda consiste en la descarga del agregado mezclado, del cemento y del agua neumáticamente en la boquilla y en la adición de cualquier aditivo dentro de la boquilla.

MATERIALES

259.03 REQUISITOS DE LOS MATERIALES.

(a) Cemento. Debe cumplir con los requisitos establecidos en 551.04 (a).

(b) Agregado fino. El Contratista debe suministrar arena que cumpla con lo indicado en AASHTO M 6, clase B, incluyendo el requisito suplementario de reactividad del agregado, excepto por lo siguiente:

- | | | |
|-----|---|--------------|
| (1) | Material que pasa el tamiz de 75 μ m, AASHTO T 11 | 3.0 % máximo |
| (2) | Valor del equivalente de arena, AASHTO T 176 | 75 % mínimo |

El agregado fino liviano debe cumplir con lo establecido en AASHTO M 195.

(c) Agua. Debe cumplir con los requisitos establecidos en AASHTO M 157. El agua potable podrá ser utilizada sin necesidad de efectuar los ensayos indicados en AASHTO T 26.

(d) Concreto lanzado. El concreto lanzado a ser mezclado y aplicado por el proceso de mezcla en seco debe consistir de una parte de cemento hidráulico por no más de 4.5 partes de agregado fino, enteramente mezclados en estado seco antes de ser descargados dentro de la máquina. La medida se puede hacer por volumen o por masa. El agregado fino debe contener no más de 6 por ciento de humedad por masa.

El concreto lanzado a ser mezclado y aplicado por el proceso de mezcla húmeda debe consistir en cemento, agregado fino y agua y debe contener no menos de 9 sacos de 42.5 kilogramos de cemento hidráulico por metro cúbico. Se podrá utilizar un máximo de 30 por ciento

de gravilla como sustituto del agregado fino. El tamaño máximo de la gravilla debe ser tal que el 100 por ciento pase el tamiz de 12.5 mm y por lo menos el 90 por ciento pase el tamiz de 9.5 mm.

Se le podrá agregar aditivos al concreto lanzado mezclado y aplicado por el proceso de mezcla húmeda.

Cuando sea requerido en los planos o en las Disposiciones Especiales, se le debe aplicar color al concreto lanzado mezclándole una base fina y óxido mineral sintético fabricado específicamente para darle color al concreto. El agente colorante debe ser mezclado homogénea y uniformemente con el concreto lanzado.

REQUISITOS DE CONSTRUCCION

259.04 PREPARACION DE LA SUPERFICIE. La superficie de las áreas sobre las cuales se lanzará el concreto debe ser nivelada uniformemente antes de aplicar el concreto y ningún punto de la pendiente nivelada debe estar arriba del nivel indicado en los planos para la pendiente o del indicado por el Delegado Residente.

Las áreas deben ser compactadas en su totalidad con humedad suficiente para proveer un lecho firme y para prevenir la absorción de agua del concreto lanzado, pero no debe contener agua libre en la superficie.

Cuando se indique en los planos, se debe proveer juntas, sisas laterales y tiras de lanzado para la colocación de paneles y de forros. Cuando sea necesario, se deben utilizar alambres para nivelación o hilos con el fin de establecer espesores, planos de la superficie y niveles finales.

259.05 COLOCACION. La boquilla para la colocación del concreto debe ser dirigida de tal forma que se obtenga el menor rebote de concreto lanzado posible. La velocidad del material a medida que sale de la boquilla debe mantenerse uniforme y a la razón determinada para las condiciones de trabajo dadas.

(a) Método en seco. La colocación del concreto lanzado mezclado en seco debe cumplir con lo siguiente.

Cuando la longitud de la manguera sea de 30 m o menos, se debe mantener una presión constante de no menos de 300 kPa en la máquina de lanzado y la presión debe incrementarse por lo menos 35 kPa por cada 15 m adicionales de la manguera o por la fracción correspondiente.

El agua en la boquilla debe mantenerse a una presión uniforme, la cual no debe ser menor de 100 kPa más que la presión del aire en la máquina.

No se debe emplear agregado y cemento que haya sido mezclado por más de 45 minutos a menos que lo permita el Delegado Residente.

(b) Método húmedo. El transporte y la colocación del concreto lanzado mezclado en húmedo deben cumplir con lo siguiente.

El transporte del concreto lanzado mezclado en húmedo debe cumplir con los requerimientos para el transporte de concreto indicados en la Sección 551.

La colocación debe limitarse a tramos de 2.5 metros de alto medidos a lo largo de las pendientes y los alambres para control deben ser colocados a una distancia aproximada de 2 metros entre centros.

No se debe utilizar materiales que hayan sido mezclados por más de 90 minutos, a menos que el Delegado Residente autorice su uso.

259.06 REBOTE. El rebote consiste en el material del concreto lanzado que ha rebotado fuera de la superficie ya recubierta y el cual es recuperado en estado limpio y libre de materiales extraños y que puede ser usado de nuevo como agregado fino en cantidades que no excedan del 20% del total de los requerimientos para el agregado fino.

259.07 ACABADO. Después de colocar el concreto lanzado lo más cercano que sea práctico a la profundidad requerida, se debe verificar la superficie utilizando un escantillón. Si se detectan puntos bajos o depresiones, éstas deben ser niveladas colocando concreto lanzado adicional de manera que la superficie terminada quede lisa y uniforme según el tipo de trabajo involucrado.

Las áreas donde el concreto se encuentre suelto deben ser removidas y reemplazadas por el Contratista a su costa. El concreto lanzado debe ser curado y protegido como se indica para el curado y protección del concreto en la Sección 551.

Si se agrega un agente colorante y el Contratista elige usar el método de curado utilizando un compuesto para curar el concreto lanzado, el compuesto de curado debe ser uno sin pigmento y con tinte perecedero de acuerdo con los requerimientos de la ASTM C 309, Tipo 1-D, Clase A.

259.08 MEDIDA. Las cantidades de concreto lanzado utilizadas para revestir zanjas, canales, taludes y para construir secciones irregulares y otros elementos serán medidos por metro cúbico calculado por medio de las medidas, a lo largo de la pendiente, de las áreas realmente revestidas y del espesor teórico indicado en los planos. El concreto lanzado colocado fuera de las dimensiones indicadas en los planos o utilizado para rellenar lechos bajos no recibirá pago.

259.09 PAGO. El pago se debe hacer por el número de metros cúbicos, medidos como se indica anteriormente, al precio unitario de contrato correspondiente a Concreto Lanzado, cuyo precio incluye el trabajo estipulado en esta Sección, de conformidad con lo indicado en 110.02.

DIVISIÓN 300SUB-BASES Y BASESSECCION 301 REACONDICIONAMIENTO DE SUB-RASANTE EXISTENTE

- 301.01 Definiciones.
- 301.02 Descripción.
- 301.03 Operaciones de construcción.
- 301.04 Tolerancias y aceptación.
- 301.05 Medida.
- 301.06 Pago.

301.01 DEFINICIONES.

Sub-Rasante. Es la capa de terreno de una carretera, que soporta la estructura del pavimento y que se extiende hasta una profundidad tal que no le afecte la carga de diseño que corresponde al tránsito previsto.

Sección Típica de Pavimentación. Es la representación gráfica de un corte transversal que muestra en proyección vertical, las pendientes, espesores, dimensiones y composición de las capas de la estructura del pavimento.

Reacondicionamiento de Sub-Rasantes Existentes. Es la operación que consiste en escarificar, homogeneizar, mezclar, uniformizar, conformar y compactar la sub-rasante de una carretera previamente construida para adecuar su superficie a la sección típica y elevaciones del proyecto establecidas en los planos u ordenadas por el Delegado Residente, efectuando cortes y rellenos con un espesor no mayor de 200 milímetros, con el objeto de regularizar y mejorar, mediante estas operaciones, las condiciones de la sub-rasante como cimiento de la estructura del pavimento.

Materiales Inadecuados para sub-rasante. Son materiales inadecuados para la construcción de la sub-rasante, los siguientes:

(a) Los clasificados en el grupo A-8, AASHTO M 145, que son suelos altamente orgánicos, constituidos por materias vegetales parcialmente carbonizadas o fangosas. Su clasificación está basada en una inspección visual y no depende del porcentaje que pasa el tamiz 0.075 mm (N° 200), del límite líquido, ni del índice de plasticidad. Están compuestos principalmente de materia orgánica parcialmente podrida y generalmente tienen una textura fibrosa, de color café oscuro o negro y olor a podredumbre. Son altamente compresibles y tienen baja resistencia. Además basuras o impurezas que puedan ser perjudiciales para la cimentación de la estructura del pavimento.

(b) Las rocas aisladas, mayores de 100 milímetros, que se encuentran incorporadas en los 300 milímetros superiores de la capa de suelo de sub-rasante.

Materiales adecuados para sub-rasante. Son suelos de preferencia granulares con menos de 3 por ciento de hinchamiento de acuerdo con el ensayo AASHTO T 193 (CBR), que no tengan características inferiores a los suelos que se encuentren en el tramo o sección que se esté reacondicionando y que además, no sean inadecuados para sub-rasante de acuerdo a lo indicado en esta Sección.

301.02 DESCRIPCIÓN. Este trabajo consiste en la eliminación de toda la vegetación y materia orgánica o cualquier otro material existente sobre el área de sub-rasante a reacondicionar, así como la escarificación, mezcla, homogeneización, humedecimiento, conformación y compactación del suelo de la sub-rasante, efectuando cortes y rellenos en un

espesor no mayor de 200 milímetros. Incluye la regulación del tránsito y el control de laboratorio para dejar una sub-rasante de acuerdo a estas Especificaciones Generales y con su superficie de conformidad con los alineamientos horizontal y vertical y a las secciones típicas de pavimentación que se indiquen en los planos.

REQUISITOS DE CONSTRUCCIÓN

301.03 OPERACIONES DE CONSTRUCCIÓN.

(a) Limpieza. El Contratista debe proceder a limpiar la vegetación pequeña existente en toda la superficie de la sub-rasante a reacondicionar.

(b) Delimitación de Tramos a Reacondicionar. El Delegado Residente debe delimitar los tramos que el Contratista tiene que reacondicionar, indicando claramente por escrito las estaciones inicial y final de cada tramo.

(c) Reemplazo de Material Inadecuado. Cuando en la sub-rasante aparezcan áreas con material inadecuado, de conformidad con la definición dada en 301.01, el Delegado Residente debe delimitarlas y notificarlo por escrito al Contratista, quien debe proceder a efectuar la remoción del material inadecuado de acuerdo a lo indicado en la Sección 203. Durante estas operaciones el Contratista debe señalar dichas áreas para evitar accidentes. Según lo ordene el Delegado Residente, las excavaciones deben rellenarse: (1) con material de préstamo que sea apropiado para sub-rasante de acuerdo a la definición para material adecuado dada en 301.01; efectuando la compactación de acuerdo con 203.10; ó (2) con material de sub-base. En todo caso la excavación del vaciado, se debe pagar con cargo a la Sección 203 y el relleno de los vaciados, si es con préstamo, con cargo a la Sección 203 y si es con sub-base con cargo a la sección correspondiente.

(d) Escarificación, Tendido y Conformación. En las áreas que necesiten reacondicionamiento, el Contratista debe proceder a escarificar el suelo de sub-rasante hasta una profundidad de 200 milímetros, eliminando las rocas mayores de 100 milímetros, acondicionándolas fuera del lecho del camino; seguidamente debe proceder a ajustar y conformar la superficie efectuando cortes y rellenos en un espesor no mayor de 200 milímetros.

El suelo de sub-rasante en toda el área a reacondicionarse debe humedecerse adecuadamente, antes de la compactación. El control de humedad puede efectuarse secando el material, o por el método con carburo, AASHTO T 217.

(e) Cortes mayores de 200 mm. Si con los cortes y rellenos de 200 milímetros, la superficie reacondicionada no se ajusta a los niveles indicados en los planos, el Delegado Residente podrá ordenar cortes más profundos o completar los rellenos con material de préstamo apropiado, que cumpla con los requisitos de material adecuado indicados en 301.01. En ambos casos, los cortes mayores de 200 milímetros y el préstamo necesario serán pagados con cargo a la Sección 203.

(f) Compactación. La sub-rasante reacondicionada debe ser compactada en su totalidad con un contenido de humedad dentro de ± 3 por ciento de la humedad óptima, hasta lograr el 95 por ciento de compactación respecto a la densidad máxima, AASHTO T 180. La compactación en el campo se debe comprobar de preferencia según AASHTO T 191; con la aprobación escrita del Ingeniero, se pueden usar otros métodos técnicos, incluyendo los no destructivos. Para el caso de sub-rasantes arcillosas con un límite líquido superior al 45 por ciento y un índice plástico superior al 15 por ciento, se requerirá su compactación a una densidad del 90 por ciento respecto a la densidad máxima, AASHTO T 180 y con un contenido de humedad mayor, por lo menos en un 3 por ciento, que su correspondiente humedad óptima siempre que no exceda en más de un 4 por ciento al valor correspondiente a su límite plástico.

(g) Deflexión. Se establece una deflexión máxima para la capa de sub-rasante reacondicionada de 3.0 milímetros. El Delegado Residente deberá ordenar los vaciados que sean necesarios y su reemplazo con material de préstamo o de sub-base y, en caso necesario, complementar estos trabajos con la construcción de sub-drenajes adecuados.

301.04 TOLERANCIAS Y ACEPTACIÓN.

(a) Tolerancias en Compactación. Se establece una tolerancia en menos del 2%, respecto al porcentaje de compactación especificado en 301.03 (f) para la sub-rasante reacondicionada. Se deben efectuar ensayos representativos por cada 400 metros cuadrados o fracción de sub-rasante reacondicionada.

(b) Tolerancia de Superficie. Se establece una tolerancia de 20 milímetros, en más o en menos, para los trabajos efectuados por el equipo de construcción, respecto al nivel de conformación de superficie definido en la obra mediante marcas topográficas colocadas de conformidad con las elevaciones indicadas en los planos u ordenadas por el Delegado Residente.

(c) Aceptación. La sub-rasante reacondicionada se debe aceptar para efectos de pago, hasta que se encuentre debidamente cubierta con material de sub-base ó de base, en el ancho total de sub-rasante indicado en las secciones típicas de pavimentación. No se permite que la sub-rasante ya reacondicionada, quede sin recubrir con base o sub-base, en una distancia mayor de 1 kilómetro, debiendo proporcionar el mantenimiento adecuado de los tramos pendientes de recubrir.

301.05 MEDIDA. La medida se debe hacer del número de metros cuadrados, con aproximación de dos decimales, de sub-rasante reacondicionada, debidamente construida y aceptada de acuerdo a estas Especificaciones Generales, Disposiciones Especiales y los planos correspondientes.

301.06 PAGO. El pago se debe hacer por el número de metros cuadrados medidos como se indica en 301.05, construidos y aceptados conforme a los planos, estas Especificaciones Generales y Disposiciones Especiales; al precio unitario de contrato, correspondiente a Reacondicionamiento de Sub-Rasante. Este precio incluye el trabajo estipulado en esta Sección de conformidad con lo indicado en 110.02.

No se reconocerá ningún pago adicional por el suministro del agua ni por las operaciones necesarias para su obtención. Tampoco se reconocerá pago por el acarreo necesario para acondicionar el material inadecuado en los lugares designados para el efecto; ni por la remoción de raíces y otras materias orgánicas y piedras del área a reacondicionar. Todos estos gastos y los demás inherentes a la ejecución del trabajo, deben estar incluidos en el precio unitario de contrato, correspondiente a esta Sección.

RESUMEN DE NORMAS

<u>Ensayos</u>		<u>Materiales</u>
Límite líquido	AASHTO T 89	Material Inadecuado AASHTO M 145
Límite plástico	AASHTO T 90	
Hinchamiento	AASHTO T 193	
Humedad de campo con carburo	AASHTO T 217	
Compactación	AASHTO T 180 y T 191	

SECCION 302 ESTABILIZACIÓN DE LA SUB-RASANTE

- 302.01 Definición.
- 302.02 Descripción.
- 302.03 Requisitos de los materiales a estabilizar.
- 302.04 Requisitos de los materiales estabilizadores.
- 302.05 Requisitos para el agua.
- 302.06 Dosificación.
- 302.07 Escarificación del material de sub-rasante.
- 302.08 Aplicación de los estabilizadores.
- 302.09 Mezcla.
- 302.10 Compactación y acabado.
- 302.11 Curado.
- 302.12 Control de Calidad, Tolerancias y Aceptación.
- 302.13 Medida.
- 302.14 Pago.

302.01 DEFINICIÓN. Es la operación que consiste en escarificar o pulverizar, incorporar materiales estabilizadores, homogeneizar, mezclar, uniformizar, conformar y compactar la mezcla de la sub-rasante con materiales estabilizadores para mejorar sus características mecánicas y su función como cimiento de la estructura del pavimento, adecuando su superficie a la sección típica y elevaciones de sub-rasante establecidas en los planos u ordenadas por el Delegado Residente, efectuando cortes y rellenos con un espesor no mayor de 200 milímetros.

302.02 DESCRIPCIÓN. Este trabajo consiste en el procesamiento e incorporación a la sub-rasante de cal, granza de cal, cal/ceniza fina o compuestos estabilizadores químicos orgánicos e inorgánicos de eficacia y durabilidad comprobada, que cumplan con las características indicadas en las Disposiciones Especiales con la finalidad de mejorar las condiciones mecánicas de esta capa. Este trabajo consiste en el tratamiento de la sub-rasante conforme lo indicado en la Sección 203 ó 301, según corresponda, con la adición que durante este proceso se deben agregar los materiales estabilizadores del tipo y con la dosificación especificada para el proyecto o autorizada por el Delegado Residente.

MATERIALES

302.03 REQUISITOS DE LOS MATERIALES A ESTABILIZAR. Los materiales a estabilizar deben ser los existentes en la sub-rasante. Los materiales a estabilizar no deben de contener partículas mayores de 70 milímetros, materias vegetales, basura, terrones de arcilla o sustancias que incorporadas en la sub-rasante estabilizada puedan tener efectos nocivos o afectar su durabilidad.

No deben utilizarse para la sub-rasante estabilizada los materiales que están comprendidos dentro de los materiales inapropiados para sub-rasante, definidos en 203.01.

302.04 REQUISITOS DE LOS MATERIALES ESTABILIZADORES. De acuerdo con lo estipulado en los planos y/o Disposiciones Especiales, los materiales estabilizadores pueden ser: cal, granza de cal, cal/ceniza fina o compuestos estabilizadores químicos orgánicos e inorgánicos que llenen los requisitos siguientes:

(a) Cal Hidratada. Debe cumplir con los requisitos establecidos en AASHTO M 216, ASTM C 977, NGO 41018, ASTM C 206 y ASTM C 207.

(b) Cal Viva. Debe cumplir con los requisitos establecidos en AASHTO M 216, ASTM C 977 y NGO 41018. La cal viva preferiblemente debe suministrarse en forma granular con partículas no mayores de 9.5 mm ($\frac{3}{8}$ ").

(c) Granza de cal. En casos específicos, donde haya disponibilidad de la misma, el Delegado Residente puede autorizar el uso de granza de cal que llene un requisito de CaO disponible (ASTM C 110) de 50% mínimo y un tamaño máximo de 19 mm. La granza debe estar libre de impurezas como fragmentos de madera, hojas, raíces, grumos de arcilla y otros materiales extraños que afecten su comportamiento.

(d) Lechada de Cal. Puede hacerse con cal hidratada o cal viva pulverizada y debe llenar los requisitos siguientes:

(1) Composición Química. El contenido de sólidos debe consistir de un mínimo de 87% en masa, de óxidos de calcio y magnesio.

(2) Residuo. El porcentaje por masa del residuo retenido en los tamices indicados, para el contenido de sólidos de la lechada, no debe ser mayor de los límites mostrados en la Tabla 302-1.

Tabla 302-1 Requisitos de Graduación para el residuo

Tamaño del tamiz	Porcentaje retenido en masa
3.350 mm (N° 6)	0.2
0.600 mm (N° 30)	4.0

(3) Grado de la Lechada. Debe corresponder a uno de los grados siguientes:

a) Grado 1. El contenido de sólidos no debe ser mayor de 31% de la masa total de la lechada.

b) Grado 2. El contenido de sólidos no debe ser mayor de 35% de la masa total de la lechada. Con contenidos mayores de sólidos, la lechada no puede ser bombeada ni rociada.

(e) Puzolanas Naturales o Artificiales y Cenizas Volantes de Carbón. Según ASTM C 618 y lo descrito en 551.05 (g) de éstas Especificaciones Generales. Queda terminantemente prohibido el empleo de cenizas volantes producidas por plantas que utilicen compuestos de sodio, amoníaco o azufre para controlar las emisiones de combustión.

(f) Escoria Granulada de Alto Horno. Según ASTM C 989 y 551.05 (h).

(g) Compuestos estabilizadores químicos orgánicos e inorgánicos. Podrán usarse estabilizadores químicos u otros basados en resinas sintéticas como se indique en las Disposiciones Especiales o en los planos. El Delegado Residente debe requerir el certificado de calidad extendido por el fabricante o distribuidor.

302.05 REQUISITOS PARA EL AGUA. El agua a usar en las operaciones de estabilización, debe ser clara, libre de aceites, sales, ácidos, álcalis, azúcar, materia vegetal y demás sustancias que puedan ser perjudiciales para la efectividad de la estabilización, según el tipo de producto estabilizador utilizado.

El agua debe llenar los requisitos de la norma AASHTO T 26; si la fuente es de un sistema de abastecimiento de agua potable, puede ser utilizada sin necesidad de ensayo previo.

REQUISITOS DE CONSTRUCCION

302.06 DOSIFICACIÓN. El Contratista debe presentar la dosificación propuesta para la estabilización de la sub-rasante, 30 días antes de iniciar la producción. Esta proporción deberá

ajustarse dependiendo de las variaciones de las características de los materiales de sub-rasante encontrados, conforme se indique en las Disposiciones Especiales. El material de sub-rasante ya estabilizado debe tener un CBR, determinado por el método AASHTO T 193, mínimo de 20, efectuado sobre muestra saturada a 95% de compactación, determinada por el método AASHTO T 180 y un hinchamiento máximo de 1%. Para la realización del ensayo de CBR, el procedimiento se modificará dejando el material estabilizado dentro del molde para su curado, al aire y sin saturar, durante un período de 7 días, antes de iniciar el proceso de saturación de los especímenes.

El Contratista, junto con la dosificación propuesta, debe presentar lo siguiente:

- (a) Muestras representativas del suelo de la sub-rasante.
- (b) Una muestra representativa de los productos estabilizadores para la ejecución de los ensayos de resistencia.
- (c) Resultados de los ensayos de CBR.

La producción se debe iniciar únicamente cuando se haya aprobado la dosificación de la mezcla.

302.07 ESCARIFICACION DEL MATERIAL DE SUB-RASANTE. La sub-rasante debe ser preparada de acuerdo con lo indicado en la Sección 203. Se debe escarificar y pulverizar la sub-rasante en una profundidad de 200 milímetros. El material escarificado debe ser conformado para formar camellones o colchones adecuados para efectuar la mezcla. El contenido máximo de humedad y la densidad seca máxima deben ser determinados de acuerdo con el método AASHTO T 180.

302.08 APLICACIÓN DE LOS ESTABILIZADORES. Los estabilizadores deben ser agregados cuando el material escarificado esté a un contenido de humedad por lo menos 3 por ciento abajo del óptimo y a por lo menos 4 °C. No se debe aplicar cuando el exceso de estabilizador se pierde con el lavado o soplado o cuando se estime que la temperatura ambiente descenderá debajo de los 4 °C dentro de las próximas 48 horas.

Los estabilizadores deben ser aplicados en las cantidades requeridas utilizando uno de los siguientes métodos:

- (a) **Método en seco.** Los estabilizadores deben ser aplicados uniformemente por medio de una esparcidora aprobada por el Delegado Residente que asegure la dosificación mínima del estabilizador y la homogeneidad de la mezcla. El agua debe ser aplicada utilizando métodos aprobados para obtener el contenido de humedad apropiado para la mezcla y la compactación.
- (b) **Como lechada.** Los estabilizadores deben ser mezclados con agua y aplicados como una suspensión en agua o como una lechada utilizando camiones con distribuidores aprobados o mezcladoras rotativas. El tanque del camión distribuidor o de la mezcladora rotativa debe estar equipado con un agitador para mantener el estabilizador en suspensión en el agua. Se deben dar varias pasadas sobre el material para obtener el contenido de humedad y de estabilizador adecuado para el mezclado y la compactación.

302.09 MEZCLA. El material debe ser mezclado hasta obtener una mezcla homogénea y desmenuzable.

- (a) **Mezclas de cal y ceniza fina.** Se debe agregar agua y mezclar completamente para ajustar el contenido de humedad de la mezcla al contenido de humedad óptimo más la humedad necesaria para la hidratación. La humedad de hidratación es de 1.5 por ciento por cada

porcentaje de estabilizador en la mezcla. El mezclado se debe completar dentro de las 6 horas posteriores a la aplicación del estabilizador.

El procedimiento de mezcla debe ser el mismo para la cal en seco o en forma de lechada, comprendiendo una mezcla inicial y otra final, en la forma siguiente:

(1) Mezcla y Curado Iniciales. El espesor completo de la capa tendida de suelo y cal, debe mezclarse con máquina mezcladora previamente aprobada por el Delegado Residente. La cal no puede dejarse expuesta sin mezclar por un período mayor de 6 horas, debiéndose agregar la cantidad de agua adecuada para efectuar la mezcla y para asegurar la acción química de la cal. Después de la mezcla inicial debe compactarse ligeramente con compactadora de neumáticos, para sellar la superficie y prevenir la evaporación del agua durante un período de curado mínimo de 48 horas o hasta que el material estabilizado se empiece a desmenuzarse o fragmentar, efectuando durante este tiempo, riegos ligeros de agua sobre la superficie.

(2) Mezcla Final. Transcurrido el tiempo de curado, debe mezclarse nuevamente el material tratado por medio de recicladora, mezcladora rotativa, motoniveladora, solas o combinadas, u otro equipo previamente aprobado por el Delegado Residente, hasta desmenuzarse todos los grumos, debiendo llenar el material los requisitos de graduación indicados en la Tabla 302-2, excluyendo las partículas de grava o piedra, retenidas en el Tamiz N°4 (4.75 mm).

Tabla 302-2 Requisitos de Graduación de la Mezcla Final

Tamaño del Tamiz	Porcentaje mínimo en masa de grumos que pasa un tamiz de abertura cuadrada
38.1 mm (1½")	100 %
4.75 mm (N° 4)	50 %

(b) Mezclas con productos químicos. Se debe agregar agua y se debe mezclar completamente para ajustar el contenido de humedad de la mezcla a 2 por ciento arriba del contenido óptimo de humedad. El mezclado debe completarse dentro de las 2 horas de haber aplicado el producto estabilizador.

El contenido de humedad de la mezcla debe ser ajustado para que esté dentro del 2 por ciento del contenido óptimo de humedad.

302.10 COMPACTACION Y ACABADO. Inmediatamente después de ser mezclada, la mezcla debe ser esparcida y compactada a por lo menos 95 por ciento de la densidad máxima. La densidad y el contenido de humedad de campo deben ser determinados de acuerdo con AASHTO T 191 o por medio de otros procedimientos de ensayo aprobados por el Delegado Residente.

302.11 CURADO. No se debe permitir el paso de tráfico sobre el material estabilizado. El material se debe mantener continuamente húmedo hasta la colocación de la siguiente capa. Se debe aplicar agua bajo presión por medio de una barra rociadora equipada con boquillas para producir un rociado fino y uniforme. La siguiente capa debe ser colocada dentro de los 7 días posteriores a la compactación y acabado del material estabilizado.

Si el material estabilizado pierde estabilidad, densidad o su acabado antes de la colocación de la siguiente capa, se debe re procesar, re compactar y agregar los estabilizadores necesarios para restaurar la resistencia del material dañado.

302.12 CONTROL DE CALIDAD, TOLERANCIAS Y ACEPTACION. El control de calidad de los materiales y el proceso de construcción, debe llenar los requisitos estipulados en la Sección 106.

(a) Control de Calidad en Características de los Materiales.

(1) Valor Soporte. Se debe efectuar un ensayo por cada 500 metros cúbicos estabilizados hasta llegar a 3,000 metros cúbicos, y seguidamente un ensayo por cada 3,000 metros cúbicos procesados.

(2) Piedras Grandes. Las piedras mayores de 70 milímetros deben ser eliminadas, antes de colocar el material estabilizador.

(3) Cal Hidratada, puzolanas, escorias de alto horno y otros estabilizadores químicos orgánicos e inorgánicos. El Contratista debe presentar certificado de calidad y resultado de ensayos de laboratorio de los productos que utiliza, por cada 750,000 kilogramos.

(4) Agua. Se debe tomar una muestra para ensayo cada vez que se cambie de fuente de aprovisionamiento.

(5) Contenido de Material Estabilizador. Se debe mantener un control constante durante el proceso de estabilización, que las cantidades de material estabilizador correspondan con la dosificación aprobada por el Delegado Residente conforme se establece en 302.06 y se deberán efectuar comprobaciones diarias o por tramo trabajado que la cantidad total de material estabilizador corresponda con el volumen total trabajado.

(b) Tolerancias en las Características de los Materiales. Si los ensayos efectuados a los materiales que se utilizan en todo el proceso de construcción de la estabilización de la sub-rasante, no llenan los valores especificados, para cada una de las características indicadas después de efectuar las verificaciones necesarias, si esta condición persiste en más del 25% de los ensayos realizados, el Contratista debe hacer las correcciones necesarias a su costa, o el material será rechazado.

(c) Control de Calidad y Tolerancias en los Requisitos de Construcción.

(1) Tolerancias en Compactación. El Contratista debe de controlar por medio de ensayos de laboratorio y de campo, la compactación que debe dar al material según el equipo de que dispone, para lograr la densidad especificada. Se establece una tolerancia en menos, del 2% respecto al porcentaje de compactación estipulado para cada tipo de estabilizador de que se trate, para la aceptación de la capa estabilizada de sub-rasante. Se deben efectuar ensayos representativos por cada 400 metros cuadrados de cada capa que se compacte. Las densidades de campo no deben ser efectuadas a una distancia menor de 20 metros en sentido longitudinal, sobre la superficie compactada que se está controlando, a menos que se trate de áreas delimitadas para correcciones.

De preferencia el control de compactación se debe hacer entre las orillas interiores de la capa estabilizada de sub-rasante, a una distancia no menor de 1 metro del borde y siguiendo un orden alternado de derecha, centro e izquierda del eje.

(2) Tolerancias de Superficie. No se aceptan irregularidades mayores de 15 milímetros en exceso de la cota de superficie ordenada para la estabilización de la sub-rasante. No se aceptan tolerancias en defecto, a menos que el Contratista las llene a su costa, con el material de la capa inmediata superior.

(3) Tolerancias en la Deflexión. El Contratista debe controlar, por medio de la Viga Benkelman de conformidad con AASHTO T 256 o por la aplicación de otro método técnico reconocido y aceptado profesionalmente y establecido en las Disposiciones Especiales, si la deflexión de la estabilización de la sub-rasante, conformada y compactada, no sobrepasa el valor de deflexión máxima aceptable para dicha capa.

El Contratista debe efectuar un ensayo de deflexión por cada 400 metros cuadrados en la superficie de la estabilización de la sub-rasante, previamente a su aceptación. La deflexión máxima no debe ser mayor de 2.5 milímetros, respecto a un punto dado a una distancia no mayor de 3.68 metros en cualquier dirección, a menos que se establezca de otra manera en las Disposiciones Especiales.

De preferencia el ensayo de deflexión se debe hacer en la franja de mayor circulación del tránsito previsto y siguiendo un orden alternado de derecha e izquierda del eje.

El Contratista debe contar con la maquinaria y equipo necesarios para efectuar este control, con el método anteriormente indicado o el que corresponda según las Disposiciones Especiales.

(4) Tolerancias en la Aplicación del Material Estabilizador. Para efectos de pago, solo se aceptan variaciones no mayores del 5.0 % de la cantidad ordenada, para los estabilizaciones aprobada por el Delegado Residente, según lo establecido en 302.06.

(d) Aceptación. La aceptación de estabilización de la sub-rasante se debe efectuar hasta que ésta se encuentre, en el ancho total indicado en las secciones típicas de pavimentación, debidamente cubierta con la capa inmediata superior de la estructura del pavimento.

No se permite que la estabilización de la sub-rasante, quede sin cubrir, en una longitud mayor de 2 kilómetros.

302.12 MEDIDA. La medida se debe hacer del número de metros cuadrados con un espesor de 200 milímetros, con aproximación de dos decimales, de Estabilización de la Sub-rasante, satisfactoriamente construidos de acuerdo con estas Especificaciones Generales y Disposiciones Especiales. El área se debe determinar por procedimientos analíticos. Para este efecto, la longitud se debe medir sobre la línea central de la carretera y el ancho debe ser el delimitado y dimensionado en las secciones típicas de pavimentación. La determinación de estas dimensiones debe ajustarse a lo estipulado en 110.01. En las Disposiciones Especiales se podrá considerar la medida por separado del área de sub-rasante estabilizada y la cantidad de producto estabilizador efectivamente incorporado a la obra de acuerdo con la dosificación aprobada.

302.13 PAGO. El pago se debe hacer por el número de metros cuadrados de material estabilizado o por el número de metros cuadrados de material estabilizado y cantidad de material estabilizador medidos como se indica en 302.09, satisfactoriamente construidos de acuerdo con estas Especificaciones Generales y Disposiciones Especiales al precio unitario de contrato correspondiente a Estabilización de la Sub-rasante y al precio unitario del material estabilizador si su pago fue especificado como renglón aparte.

Estos precios incluyen todo el trabajo estipulado en esta Sección de conformidad con lo indicado en 110.02.

No se reconoce ningún pago adicional por el suministro y acarreo de todos los materiales, incluyendo el agua y los estabilizadores. Tampoco se reconoce pago adicional por la maquinaria, equipo y personal necesarios para efectuar el control de laboratorio y de las deflexiones, ni por las correcciones de defectos imputables al Contratista. Todos estos gastos y los demás implícitos para efectuar el trabajo, deben estar incluidos en los precios unitarios de contrato correspondientes a esta Sección.

SECCION 303 CAPA DE SUB-BASE COMUN

- 303.01 Definición.
- 303.02 Descripción.
- 303.03 Espesor de la Sub-Base.
- 303.04 Requisitos para el Material de Sub-Base Común.
- 303.05 Selección del Material.
- 303.06 Explotación de los Bancos de Materiales.
- 303.07 Colocación y Tendido.
- 303.08 Mezcla.
- 303.09 Riego de Agua.
- 303.10 Conformación y Compactación.
- 303.11 Control de Calidad, Tolerancias y Aceptación.
- 303.12 Correcciones.
- 303.13 Medida.
- 303.14 Pago.

303.01 DEFINICION. Sub-Base Común. Es la capa de la estructura del pavimento, destinada fundamentalmente a soportar, transmitir y distribuir con uniformidad el efecto de las cargas del tránsito proveniente de las capas superiores del pavimento, de tal manera que el suelo de sub-rasante las pueda soportar.

303.02 DESCRIPCION. Este trabajo consiste en la obtención, explotación, acarreo, tendido, humedecimiento, mezcla, conformación y compactación del material de sub-base común; el control de laboratorio y operaciones necesarias para construir en una o varias capas, una sub-base del espesor compactado requerido, sobre la sub-rasante previamente aceptada de acuerdo a estas Especificaciones; todo de acuerdo con lo indicado en los planos u ordenado por el Delegado Residente, ajustándose a los alineamientos horizontal, vertical y secciones típicas de pavimentación, dentro de las tolerancias estipuladas, de conformidad con estas Especificaciones Generales.

303.03 ESPESOR DE LA SUB-BASE. La sub-base puede tener un espesor compactado variable por tramos, según lo indicado en los planos, lo establecido en las Disposiciones Especiales o lo ordenado por el Delegado Residente con autorización previa del Ingeniero de acuerdo con las condiciones y características de los suelos existentes en la sub-rasante, pero en ningún caso dicho espesor debe ser menor de 100 milímetros ni mayor de 700 milímetros.

Si las condiciones y características de la sub-rasante son inapropiadas, debe procederse de conformidad con lo indicado en 301.03(c).

MATERIALES

303.04 REQUISITOS PARA EL MATERIAL DE SUB-BASE COMUN. La capa de sub-base común, debe estar constituida por materiales de tipo granular en su estado natural o mezclados, que formen y produzcan un material que llene los requisitos siguientes.

(a) Valor Soporte. El material debe tener un CBR, AASHTO T 193, mínimo de 30, efectuado sobre muestra saturada a 95% de compactación, AASHTO T 180.

(b) Piedras Grandes y Exceso de Finos. El tamaño máximo de las piedras que contenga el material de sub-base, no debe exceder de 70 milímetros ni exceder de ½ espesor de la capa. El material de sub-base no debe tener más del 50% en peso, de partículas que pasen el Tamiz 0.425 mm, ni más del 25% en peso, de partículas que pasen el Tamiz 0.075 mm.

(c) Plasticidad y Cohesión. El material de sub-base debe tener las características siguientes:

(1) Plasticidad. La porción que pasa el Tamiz 0.425 mm, no debe de tener un índice de plasticidad AASHTO T 90, mayor de 6 ni un límite líquido, AASHTO T 89, mayor de 25, determinados ambos, sobre muestra preparada en húmedo, AASHTO T 146. Cuando las Disposiciones Especiales lo indiquen expresamente, el índice de plasticidad puede ser más alto, pero en ningún caso mayor de 8.

(2) Equivalente de Arena. No debe ser menor de 25, determinado por el método AASHTO T 176.

(d) Impurezas. El material de sub-base debe estar exento de materias vegetales, basura, terrones de arcilla, o sustancias que incorporadas dentro de la capa de sub-base puedan causar fallas en el pavimento.

REQUISITOS DE CONSTRUCCION

303.05 SELECCION DEL MATERIAL. Es responsabilidad del Contratista seleccionar los bancos de materiales, que llenen los requisitos de calidad establecidos y someter el material a la aprobación del Delegado Residente, acompañando los resultados de los ensayos que haya efectuado. Esta solicitud debe presentarla antes de utilizar cualquier banco, con 15 días de anticipación como mínimo, para que el Delegado Residente pueda verificar la calidad. La aprobación de los bancos de materiales no exonera al Contratista de su responsabilidad de colocar en la capa de sub-base, un material que se ajuste a los requisitos de estas Especificaciones Generales. Los bancos de material apropiado para uso posterior en la construcción de la base y capas de superficie, no deben ser utilizados, si en opinión del Delegado Residente, es evidente su escasez.

Cuando existan varios bancos como alternativas para el uso del material de sub-base, dentro de las condiciones normales de acarreo, el Contratista debe usar el material que tenga un mayor valor soporte, menor porcentaje que pase el Tamiz 0.075 mm, menor índice de plasticidad y mayor equivalente de arena.

303.06 EXPLOTACION DE LOS BANCOS DE MATERIALES. El Contratista debe de construir por su cuenta, los caminos de acceso y obras complementarias para la explotación y obtención del material de sub-base común. Previamente a la explotación, debe efectuar la limpia, chapeo y destronque correspondiente, eliminando la vegetación, capa de materia orgánica, basura, arcilla, las piedras mayores de 70 milímetros y sustancias que puedan contaminar el material obtenido. Debe además organizar y controlar el tránsito de vehículos, el acarreo del material y mantener los caminos aplacando el polvo para evitar accidentes, todo de acuerdo con lo estipulado en 155.04. de éstas Especificaciones Generales.

303.07 COLOCACION Y TENDIDO.

(a) Colocación. El Contratista debe colocar el volúmen de material correspondiente al espesor de sub-base requerido por el diseño, sobre la sub-rasante recibida, previamente preparada y reacondicionada, de acuerdo con las Secciones 301 y 302. El material puede ser colocado en pilas por medio de camiones de volteo, formando camellones o con máquina especial esparcidora.

(b) Tendido. El material de sub-base, debe ser tendido en capas no mayores de 300 milímetros ni menores de 100 milímetros.

Si el espesor de sub-base requerido, es mayor de 300 milímetros, el material debe ser colocado en dos o más capas, nunca menores de 100 milímetros, no permitiéndose la colocación de la capa siguiente, antes de comprobar la compactación de la inmediata anterior. El material suelto de sub-base colocado, debe corresponder en cantidad, al espesor de la capa a tender en

el ancho total establecido en la sección típica de pavimentación, tomando en cuenta su reducción de volúmen por la compactación.

La distancia máxima a que puede ser colocado el material de sub-base, medida desde el extremo anterior cubierto con la base, no debe ser mayor de 2 kilómetros.

303.08 MEZCLA. Después de haberse colocado y tendido el material, cuando no se use máquina especial esparcidora y conformadora, debe procederse a su homogeneización, mezclando el material en todo su espesor mediante la utilización de equipo apropiado, pudiéndose efectuar con motoniveladora o por otro método que produzca una mezcla homogénea.

Cuando se use equipo especial que permita tender el material sin segregación, no se debe requerir esta mezcla.

303.09 RIEGO DE AGUA. El material de sub-base debe esparcirse, homogeneizarse y conformarse, agregándole la cantidad de agua necesaria para lograr su compactación, cuya operación puede efectuarse simultáneamente con la mezcla indicada en 303.08. Cuando se use máquina especial esparcidora y conformadora, el material puede ser humedecido previamente en la planta de producción del mismo, pudiéndose en este caso, proceder a su compactación inmediata. La humedad de campo debe determinarse, secando el material o por el método con carburo, AASHTO T 217.

303.10 CONFORMACION Y COMPACTACION. La capa de sub-base debe conformarse, ajustándose a los alineamientos y secciones típicas de pavimentación y compactarse en su totalidad, hasta lograr el 100% de la densidad máxima determinada por el método AASHTO T 180; debiéndose efectuar ambas operaciones, dentro de las tolerancias establecidas en 303.11.

La determinación de la densidad máxima, se debe efectuar por cada 2,000 metros cúbicos de material de sub-base, o cuando haya evidencia de que las características del material han cambiado o se inicie la utilización de un nuevo banco.

La compactación en el campo se debe comprobar de preferencia mediante el método AASHTO T 191. Con la aprobación escrita del Ingeniero, pueden utilizarse otros métodos técnicos, incluyendo los no destructivos. Cuando el espesor a compactar exceda de 300 milímetros, el material debe ser colocado, tendido y compactado en dos ó más capas, nunca menores de 100 milímetros.

Antes de iniciar las operaciones de construcción de la sub-base, en forma continua, el Contratista debe efectuar un tramo de ensayo en el ancho total de la carretera de acuerdo con la sección típica de pavimentación, con las condiciones, equipo y maquinaria que utiliza para este efecto en la obra, con el objeto de que el Delegado Residente pueda determinar los valores a usar para la evaluación de la compactación. Si durante la construcción, ocurren cambios apreciables en las características y condiciones de los materiales, que varíen dichos valores, o se cambie de banco de aprovisionamiento de los materiales, se debe efectuar un nuevo tramo de ensayo.

Si los resultados del tramo de ensayo son considerados satisfactorios por el Delegado Residente, la determinación de la densidad máxima puede efectuarse por cada 10,000 metros cúbicos de material de sub-base, si la compactación se efectúa en idénticas condiciones que en el tramo de ensayo.

303.11 CONTROL DE CALIDAD, TOLERANCIAS Y ACEPTACION. El control de calidad de los materiales y el proceso de construcción, debe de llenar los requisitos estipulados en la Sección 106.

(a) Control de Calidad en los Materiales.

(1) Valor Soporte. Se debe efectuar un ensayo por cada 500 metros cúbicos producidos, al iniciar la explotación de cada banco, hasta llegar a 3,000 metros cúbicos, y seguidamente un ensayo por cada 3,000 metros cúbicos colocados.

(2) Piedras Grandes y Exceso de Finos. Las piedras mayores de 70 milímetros o mayores que $\frac{1}{2}$ espesor de la capa, el que sea menor, deben ser eliminadas, de preferencia en el banco o planta de producción, antes de colocar el material de sub-base.

(3) Granulometría. Se debe efectuar un ensayo de granulometría, por cada 500 metros cúbicos de los primeros 3,000 metros cúbicos producidos al iniciar la explotación de cada banco, seguidamente se debe efectuar un ensayo cada 3,000 metros cúbicos colocados de material de sub-base.

(4) Plasticidad y Equivalente de Arena. Se debe efectuar un ensayo por cada 3,000 metros cúbicos de material de sub-base colocado.

(b) Tolerancias en las Características de los Materiales. Si los ensayos efectuados al material de sub-base común, no llenan los valores especificados de cada una de las características indicadas en 303.04, después de efectuar las verificaciones necesarias, si esta condición persiste en más del 33% de los ensayos verificados, el Contratista debe hacer las correcciones necesarias a su costa, o el material será rechazado.

(c) Control de Calidad y Tolerancias en los Requisitos de Construcción.

(1) Compactación. El Contratista debe controlar por medio de ensayos de laboratorio y de campo, la compactación que debe de dar al material según el equipo de que dispone, para lograr la densidad especificada, según 303.10. Se establece una tolerancia en menos del 3% respecto al porcentaje de compactación especificado, para aceptación de la capa de sub-base. Se debe efectuar un ensayo representativo por cada 400 metros cuadrados de cada una de las capas que se compacten. Las densidades de campo de preferencia no deben de efectuarse a una distancia menor de 20 metros en sentido longitudinal, sobre la superficie compactada que se esté controlando, a menos que se trate de áreas delimitadas para correcciones. De preferencia, el control de compactación se debe hacer entre orillas interiores de hombros, a una distancia mayor de 1 metro del borde de la sub-base y siguiendo un orden alternado: de derecha, centro e izquierda del eje.

(2) Superficie y Espesor. La conformación de la superficie de la sub-base terminada, debe verificarse mediante la utilización de un cordel delgado, atado en ambos extremos a la punta de dos varillas de igual altura, cada una de las cuales se coloca directamente sobre trompos de construcción contiguos transversal y longitudinalmente, a continuación con una regla graduada se verifica si la altura del cordel es constante sobre la superficie de la sub-base, en sentidos transversal y longitudinal.

No se aceptan irregularidades mayores de ± 15 milímetros respecto a la cota de superficie correspondiente de la sub-base.

(3) Deflexión. El Contratista debe controlar, por medio de la Viga Benkelman (AASHTO T 256), o por la aplicación de otro método técnico reconocido y aceptado profesionalmente y establecido en las Disposiciones Especiales, si la deflexión de la capa de sub-base, conformada y compactada, no sobrepasa el valor de deflexión máxima aceptable para dicha capa.

El valor máximo de deflexión aceptable para la superficie de la capa de sub-base, no debe ser mayor de 2 milímetros (0.08 pulgadas), respecto a un punto dado, a una distancia no mayor de 3.68 metros en cualquier dirección, a menos que sea establecido de otra forma en las Disposiciones Especiales.

El Contratista debe de efectuar una prueba de campo para determinar la deflexión por cada 400 metros cuadrados, en la superficie de la capa de sub-base compactada, previamente a su aceptación. De preferencia la prueba de deflexión se debe hacer en la franja de mayor circulación del tránsito previsto y siguiendo un orden alternado de derecha e izquierda del eje.

El Contratista debe de contar con la maquinaria y equipo necesarios para efectuar este control por el método anteriormente indicado o el que corresponda, según las Disposiciones Especiales.

(d) Aceptación. La aceptación de la capa de sub-base se debe efectuar, hasta que ésta se encuentre debidamente cubierta con la capa de base, en el ancho total de sub-base indicado en las secciones típicas de pavimentación.

No se permite que la colocación de material de sub-base sobrepase mas de 2 kilómetros del extremo inmediato anterior cubierto con materiales de base y hombros, a menos que se indique de otra manera en las Disposiciones Especiales.

303.12 CORRECCIONES. Cuando sea necesario corregir la capa de sub-base, por defectos de construcción o variaciones de diseño, se debe proceder en la forma siguiente:

(a) Correcciones por Defectos de Construcción Imputables al Contratista.

(1) Corrección de Defectos en la Superficie, Baches, Grietas, Laminación. Cuando sea necesario corregir áreas que no abarquen la capa de sub-base en el ancho completo, se debe proceder a escarificar el área previamente delimitada, hasta una profundidad mínima de 100 milímetros, mezclándose eficientemente el material con la humedad adecuada, efectuándose la corrección, tendido y compactación, hasta que dicha superficie, tanto en el área delimitada como en las áreas adyacentes, cumpla con los requisitos de estas Especificaciones Generales. Para estas operaciones puede usarse motoniveladora o equipo previamente aprobado por el Delegado Residente.

Si los defectos se presentan en todo el ancho de la capa de sub-base, se debe delimitar previamente la longitud del tramo de corrección y proceder a efectuar las operaciones antes indicadas, en el ancho y espesor completo de dicha capa.

(2) Corrección por Falta de Homogeneidad. Cuando sea necesario corregir áreas de capa de sub-base, debido a segregación o falta de homogeneidad comprobada y de conformidad con las tolerancias establecidas en 303.11, según el caso, para graduación, plasticidad o compactación, el área previamente delimitada debe escarificarse en una profundidad igual al espesor de la capa en proceso de ejecución y después de efectuar las correcciones necesarias, se debe mezclar y compactar de nuevo, hasta que tanto el área delimitada como la superficie adyacente, cumplan con los requisitos de estas Especificaciones Generales. Para esta operación puede utilizarse mezcladora móvil, motoniveladora o equipo previamente aprobado por el Delegado Residente.

(3) Correcciones por Irregularidades del Espesor de la Superficie de la Capa de Sub-Base. Cuando se determine que la capa de la sub-base presenta deficiencias en el espesor, que sobrepasen la tolerancia establecida, el Contratista por su propia cuenta debe corregir la diferencia existente en más o en menos, en el ancho total de la sub-base indicado en la sección típica de pavimentación, en la forma siguiente: si la diferencia es en menos, puede optar por incrementar el espesor de la base a su costa, o corregir el defecto. Si la diferencia es

en más, el Contratista debe corregir el defecto. En todo caso debe proceder a escarificar hasta una profundidad mínima de 100 milímetros en el ancho total de la sub-base, reduciendo o incrementando, según el caso, la cantidad de material para alcanzar la cota de superficie correspondiente; procediendo a efectuar las operaciones de tendido, mezcla, conformación y compactación de conformidad con lo establecido en 303.07 a 303.10.

(b) Correcciones por Variaciones de Diseño o Causas no Imputables al Contratista. Cuando sea necesario efectuar correcciones a la capa de sub-base por variaciones de diseño, o causas no imputables al Contratista, el Delegado Residente debe proceder a delimitar el área afectada, ordenando las correcciones necesarias, por cuyo trabajo se pagará al Contratista, ya sea a los precios unitarios de contrato, o en su defecto, por medio de un Acuerdo de Trabajo Extra.

303.13 MEDIDA. La medida se debe hacer del número de metros cúbicos de capa de sub-base, con aproximación de dos decimales, medidos y compactados, en su posición final y satisfactoriamente contruídos de acuerdo con estas Especificaciones Generales. El volúmen debe determinarse por procedimientos analíticos y dentro de los límites y dimensiones indicados en las secciones típicas de pavimentación y alineamientos horizontal y vertical mostrados en los planos. La longitud debe medirse sobre la línea central de la carretera, en proyección horizontal.

303.14 PAGO. El pago se debe hacer por el número de metros cúbicos medidos como se indica anteriormente, satisfactoriamente contruídos como lo establecen estas Especificaciones Generales y debidamente cubiertos con capa de base y hombros, al precio unitario de contrato, correspondiente a Capa de Sub-Base Común, cuyo precio incluye el trabajo estipulado en esta Sección, de conformidad con lo indicado en 110.02.

No se reconocerá ningún pago adicional por el suministro de todos los materiales, incluyendo el agua; ni por el acarreo o sobre-acarreo de material de sub-base, ni por las operaciones necesarias para la obtención y utilización del material de sub-base. Tampoco se reconocerá pago extra por la maquinaria, equipo y personal necesarios para efectuar el control de laboratorio incluyendo la deflexión, ni por las correcciones de defectos imputables al Contratista. Todos estos gastos y los demás implícitos para la ejecución del trabajo, deben estar incluidos en el precio unitario de contrato, correspondiente a Capa de Sub-Base Común.

RESUMEN DE NORMAS

<u>Ensayos</u>	<u>Materiales</u>
CBR	AASHTO T 193
Graduación	AASHTO T 11 y AASHTO T 27
Preparación de muestra en húmedo	AASHTO T 146
Límite Líquido	AASHTO T 89
Indice Plástico	AASHTO T 90
Equivalente de arena	AASHTO T 176
Humedad de campo, usando carburo	AASHTO T 217
Compactación	AASHTO T 180 y AASHTO T 191
Deflexión, Viga Benkelman	AASHTO T 256

SECCION 304 CAPA DE SUB-BASE Y BASE GRANULAR

- 304.01 Definición.
- 304.02 Descripción.
- 304.03 Requisitos para los materiales.
- 304.04 Producción del material.
- 304.05 Colocación y Tendido.
- 304.06 Mezcla.
- 304.07 Riego de Agua.
- 304.08 Conformación y Compactación.
- 304.09 Control de Calidad, Tolerancias y Aceptación.
- 304.10 Correcciones.
- 304.11 Medida.
- 304.12 Pago.

304.01 DEFINICIONES.

(a) Sub-base Granular. Es la capa formada por la combinación de piedra o grava, con arena y suelo, en su estado natural, clasificados o con trituración parcial para constituir una sub-base integrante de un pavimento, la cual está destinada fundamentalmente a soportar, transmitir y distribuir con uniformidad el efecto de las cargas del tránsito proveniente de las capas superiores del pavimento, de tal manera que el suelo de sub-rasante las pueda soportar.

(b) Base Granular. Es la capa formada por la combinación de piedra o grava, con arena y suelo, en su estado natural, clasificados o con trituración parcial para constituir una base integrante de un pavimento.

304.02 DESCRIPCION. Este trabajo consiste en la obtención y explotación de canteras y bancos; la trituración y/o clasificación cuando sean necesarias, de piedra o grava, combinándolas con material de relleno para formar un agregado clasificado; el apilamiento y almacenamiento, transporte, colocación, tendido, mezcla, humedecimiento, conformación y compactación del material de sub-base o base granular; la regulación del tránsito; así como el control de laboratorio de todas las operaciones necesarias para construir la sub-base o base granular en una o varias capas, conforme lo indicado en los planos, ajustándose a los alineamientos horizontal y vertical y secciones típicas de pavimentación correspondientes, dentro de las tolerancias estipuladas, de conformidad con estas Especificaciones Generales y Disposiciones Especiales.

MATERIALES

304.03 REQUISITOS PARA LOS MATERIALES. El material de sub-base o base granular debe consistir de preferencia en piedra o grava clasificadas sin triturar, o solamente con trituración parcial cuando sea necesario para cumplir con los requisitos de graduación establecidos en esta Sección, combinadas con arena y material de relleno para formar un material de sub-base o base granular que llene los requisitos siguientes:

(a) Valor Soporte. Debe tener un CBR determinado por el método AASHTO T 193, mínimo de 40 para la sub-base y de 70 para la base, efectuado sobre muestra saturada, a 95% de compactación determinada por el método AASHTO T 180 y un hinchamiento máximo de 0.5% en el ensayo efectuado según AASHTO T 193.

(b) Abrasión. La porción de agregado retenida en el Tamiz 4.75 mm (N° 4), no debe tener un porcentaje de desgaste por abrasión determinado por el método AASHTO T 96, mayor de 50 a 500 revoluciones.

(c) Partículas Planas o Alargadas. No más del 25% en peso del material retenido en el Tamiz 4.75 mm (N° 4), pueden ser partículas planas o alargadas, con una longitud mayor de cinco veces el espesor promedio de dichas partículas.

(d) Impurezas. El material de sub-base o base granular debe estar exento de materias vegetales, basura, terrones de arcilla o sustancias que incorporadas dentro de la capa de sub-base o base granular puedan causar fallas en el pavimento.

(e) Graduación. El material para capa de sub-base o base granular debe llenar los requisitos de graduación, determinada por los métodos AASHTO T 27 y AASHTO T 11, para el tipo que se indique en las Disposiciones Especiales, de los que se estipulan en la Tabla 304-1.

Tabla 304-1 Tipos de Graduación para material de Sub-base o Base Granular

Standard mm	Tamiz N°	Porcentaje por peso que pasa un tamiz de abertura cuadrada (AASHTO T 27)					
		TIPO "A" (Sub-base) 50 mm (2") máximo	TIPO "A" (Base) 50 mm (2") máximo		TIPO "B" (Sub-base y Base) 38.1 mm (1 ½") máximo		TIPO "C" (Sub-base y Base) 25 mm (1") máximo
		<u>A-1</u>	<u>A-1</u>	<u>A-2</u>	<u>B-1</u>	<u>B-2</u>	<u>C-1</u>
50.0	2"	100	100	100			
38.1	1 ½"	-	-	-	100	100	
25.0	1"	60-90	65-90	60-85	-	-	100
19.0	¾"	-	-	-	60-90	-	-
9.5	⅜"	-	-	-	-	-	50-85
4.75	N° 4	20-60	25-60	20-50	30-60	20-50	35-65
2.00	N° 10	-	-	-	-	-	25-50
0.425	N° 40	-	-	-	-	-	12-30
0.075	N° 200	3-12	3-12	3-10	5-15	3-10	5-15

El porcentaje que pasa el Tamiz 0.075 mm (N° 200), debe ser menor que la mitad del porcentaje que pasa el Tamiz 0.425 mm (N° 40).

(f) Plasticidad y Cohesión. El material de la capa de sub-base o base granular, en el momento de ser colocado en la carretera, no debe tener en la fracción que pasa el Tamiz 0.425 mm (N° 40), incluyendo el material de relleno, un índice de plasticidad mayor de 6 para la sub-base y la base, determinado por el método AASHTO T 90, ni un límite líquido mayor de 25 tanto para la sub-base como para la base, según AASHTO T 89, determinados ambos sobre muestra preparada en húmedo de conformidad con AASHTO T 146.

(g) Equivalente de Arena. El equivalente de arena no debe ser menor de 30 tanto para sub-base como para base, según AASHTO T 176.

(h) Material de Relleno. Cuando se necesite agregar material de relleno, en adición al que se encuentra naturalmente en el material, para proporcionarle características adecuadas de granulometría y cohesión, éste debe estar libre de impurezas y consistir en un suelo arenoso, polvo de roca, limo inorgánico u otro material con alto porcentaje de partículas que pasan el Tamiz 2.00 mm (N° 10).

REQUISITOS DE CONSTRUCCION

304.04 PRODUCCION DEL MATERIAL. Previamente a la explotación y extracción del material, el Contratista debe efectuar la limpia, chapeo y destronque correspondientes en el banco, eliminar la vegetación, capa de materia orgánica, basura, arcilla y sustancias que puedan

contaminar el material producido. Si en las Disposiciones Especiales, se requiere la trituración parcial, ésta debe ser efectuada en planta. En todo caso, la graduación del material debe lograrse en la planta de producción, con un sistema de clasificación adecuado, con el número y tipo de zarandas necesarias, para lograr la granulometría especificada. El material de relleno debe mezclarse uniformemente con los otros materiales componentes, de preferencia en la planta de clasificación antes de apilar el agregado.

El Contratista debe efectuar el control continuo de laboratorio sobre la calidad y características del material producido, y efectuar las correcciones necesarias para obtener un material de conformidad con estas Especificaciones Generales y Disposiciones Especiales.

El material de sub-base ó base producido puede almacenarse en el área de la planta, o ser acarreado para apilarse y almacenarse en lugares estratégicamente localizados, debiendo en todo caso ajustarse a lo establecido en la Sección 313.

El Contratista debe además organizar y controlar el tránsito de vehículos, el acarreo de material y mantener los caminos aplacando el polvo para evitar accidentes, todo de acuerdo con lo estipulado en 155.04 de éstas Especificaciones Generales.

304.05 COLOCACION Y TENDIDO. El material de sub-base y base granular debe ser depositado sobre la sub-rasante o sub-base, respectivamente, previamente preparada y aceptada, ya sea directamente con camiones de volteo, tendiéndolo con motoniveladora o por medio de equipo especial que asegure su distribución en una capa de material uniforme y sin segregación en una sola operación y que lo acondicione en un ancho no menor de 3 metros. El espesor de la capa a tenderse, no debe ser mayor de 300 milímetros ni menor de 100 milímetros. La distancia máxima a que puede ser colocado el material de sub-base o base granular, medida desde el extremo anterior de la capa terminada, en ningún caso debe ser mayor de 2 kilómetros para la sub-base y de 4 kilómetros para la base.

304.06 MEZCLA. Después de haberse colocado y tendido el material de sub-base o base granular, debe procederse a su homogeneización con la humedad adecuada, mezclando el material en todo el espesor de la capa, mediante la utilización de maquinaria y equipo apropiado, pudiéndose efectuar con motoniveladora o cualquier equipo que asegure una mezcla homogénea. En caso de utilizarse equipo especial de tendido, que permita esparcir el material previamente humedecido y sin segregación, no se debe requerir esta mezcla.

304.07 RIEGO DE AGUA. Previamente a la compactación de la capa de sub-base o base granular, se debe humedecer adecuadamente el material para lograr la densidad especificada. La humedad de campo se debe determinar secando el material o por el método con carburo, según AASHTO T 217. El humedecimiento del material se puede efectuar en la planta, antes de ser acarreado y tendido, pudiéndose en este caso, proceder a su compactación inmediata. En el caso de que el material se humedezca después de tendido, debe mezclarse mecánicamente para lograr un humedecimiento homogéneo, que permita la compactación especificada. El riego de agua se puede efectuar simultáneamente con la operación de mezcla.

304.08 CONFORMACION Y COMPACTACION. La capa de sub-base o base granular se debe conformar ajustándose a los alineamientos y secciones típicas de pavimentación y compactarse en su totalidad, hasta lograr el 100% de la densidad máxima determinada por el método AASHTO T 180, debiéndose efectuar ambas operaciones, dentro de las tolerancias establecidas en 304.09 (c).

La determinación de la densidad máxima, se debe efectuar por cada 3,000 metros cúbicos de material de sub-base o base granular o cuando haya evidencia que las características del material han cambiado o se inicie la utilización de un nuevo banco.

La compactación en el campo se debe comprobar de preferencia mediante el método AASHTO T 191; con la aprobación escrita del Ingeniero, pueden utilizarse otros métodos técnicos, incluyendo los no destructivos.

El material de sub-base o base granular con la compactación realmente aplicada, dentro de las tolerancias establecidas, debe llenar el requisito de valor soporte especificado en 304.03 (a).

Cuando el espesor de la capa a compactar, exceda de 300 milímetros, el material debe ser tendido, conformado y compactado en dos o más capas nunca menores de 100 milímetros.

Antes de iniciar las operaciones de construcción de la sub-base o base granular, en forma continua, el Contratista debe efectuar un tramo de prueba en el ancho total de la misma, indicado en las secciones típicas de pavimentación, con las condiciones, maquinaria y equipo que utilizará para este efecto en la obra, con el objeto de que el Delegado Residente pueda determinar los valores a usar para la evaluación de la compactación. Si durante la construcción ocurren cambios apreciables en las características y condiciones de los materiales, que varíen dichos valores, o se cambie de bancos de aprovisionamiento de los materiales, se debe efectuar un nuevo tramo de prueba.

Si los resultados del tramo de prueba son satisfactorios para el Delegado Residente, la determinación de la densidad máxima, puede efectuarse por cada 10,000 metros cúbicos de material de sub-base o base granular, siempre que la compactación se efectúe en idénticas condiciones que en el tramo de prueba.

304.09 CONTROL DE CALIDAD, TOLERANCIAS Y ACEPTACION. El control de calidad de los materiales y el proceso de construcción, debe llenar los requisitos estipulados en la Sección 106.

(a) Control de Calidad de los Materiales.

(1) Valor Soporte. Se debe efectuar un ensayo por cada 500 metros cúbicos producidos, al iniciar la explotación de un banco, hasta llegar a 3,000 metros cúbicos y seguidamente un ensayo cada 5,000 metros cúbicos colocados.

(2) Abrasión. Se debe efectuar un ensayo por cada 10,000 metros cúbicos de material en su estado original y por cada 20,000 metros cúbicos de material producido.

(3) Partículas Planas o Alargadas. Se debe efectuar un ensayo cada 100 metros cúbicos de los primeros 1,000 metros cúbicos producidos y seguidamente cada 5,000 metros cúbicos colocados.

(4) Graduación. En cada banco se debe efectuar un ensayo por cada 50 metros cúbicos en los primeros 500 metros cúbicos producidos y seguidamente un ensayo cada 200 metros cúbicos.

(5) Plasticidad y Equivalente de Arena. Se debe efectuar un ensayo cada 1,000 metros cúbicos de material producido y un ensayo cada 5,000 metros cúbicos colocados.

(b) Tolerancias de las Características de los Materiales. Si los ensayos efectuados al material de sub-base o base granular, no llenan los valores especificados, de cada una de las características indicadas en 304.03, después de efectuar las verificaciones necesarias en tramos con una longitud no mayor de 500 m, si ésta condición existe en más del 33% de los ensayos verificados en el tramo, el Contratista debe hacer las correcciones necesarias a su costa, o el material será rechazado.

(c) Control de Calidad y Tolerancias en los Requisitos de Construcción.

(1) Compactación. El Contratista debe de controlar, por medio de ensayos de laboratorio y de campo, la compactación que debe dar al material según la maquinaria y equipo de que dispone para lograr la densidad especificada en 304.08. Se establece una tolerancia en menos, del 3% respecto al porcentaje de compactación especificado, para aceptación de la capa de sub-base o base granular. Se deben efectuar ensayos representativos por cada 400 metros cuadrados de cada una de las capas que se compacten. Las densidades de campo no deben ser efectuadas a una distancia menor de 20 metros en sentido longitudinal, sobre la superficie compactada que se esté controlando, a menos que se trate de áreas delimitadas para correcciones. De preferencia el control de compactación se debe hacer en la franja de mayor circulación del tránsito previsto y siguiendo un orden alternado de derecha, centro e izquierda del eje.

(2) Superficie. La conformación de la superficie terminada de la capa de sub-base o base granular, debe ser verificada mediante la utilización de un cordel delgado, atado en ambos extremos a la punta de dos varillas de igual altura, cada una de las cuales se coloca directamente sobre trompos de construcción contiguos, transversal y longitudinalmente; a continuación con una regla graduada, se verifica si la altura del cordel es constante sobre la superficie de la sub-base o base, en sentidos transversal y longitudinal.

No se permiten irregularidades en la superficie mayores de ± 10 milímetros.

(3) Deflexión. El Contratista debe controlar, por medio de la Viga Benkelman (AASHTO T 256) o por la aplicación de otro método técnico reconocido y aceptado profesionalmente y establecido en las Disposiciones Especiales, si la deflexión de la capa de sub-base o base granular conformada y compactada, no sobrepasa el valor de deflexión máxima aceptable para dicha capa indicado en las Disposiciones Especiales.

Si en las Disposiciones Especiales no se establece un valor específico para el proyecto, el valor máximo de deflexión aceptable para la capa de sub-base granular es de 2.0 mm y para la capa de base granular es de 1.5 mm, respecto a un punto dado a una distancia no mayor de 3.68 m en cualquier dirección. El Contratista debe efectuar una prueba de campo para determinar la deflexión, por cada 400 metros cuadrados, en la superficie de la capa de sub-base o base granular compactada, previamente a su aceptación.

De preferencia, la prueba de deflexión se debe hacer en la franja de mayor circulación del tránsito previsto y siguiendo un orden alternado de: derecha, e izquierda del eje.

El Contratista debe contar con la maquinaria y equipo necesarios para efectuar este control de conformidad con AASHTO T 256 o el que corresponda según las Disposiciones Especiales.

(4) Espesor. El espesor de la capa de sub-base o base granular se debe verificar, al efectuar cada ensayo de control de compactación de conformidad con AASHTO T 191, a menos que se hayan autorizado métodos no destructivos, en cuyo caso se deben efectuar perforaciones cada 200 metros, para verificar el espesor.

Se establece una tolerancia en el espesor total compactado de sub-base o de base granular de ± 10 milímetros, pero el promedio aritmético de los espesores determinados por cada kilómetro no debe diferir en más de 5 milímetros del espesor estipulado en los planos.

(d) Aceptación. La sub-base granular se debe aceptar, para efectos de pago, hasta que se encuentre cubierta por la base y la base granular se debe aceptar, para efectos de pago, hasta que ésta se encuentre debidamente imprimada en el ancho total de base granular, indicado en las secciones típicas de pavimentación.

304.10 CORRECCIONES. Cuando sea necesario corregir la capa de sub-base o base granular, debido a defectos de construcción o variaciones de diseño, se debe proceder en la forma siguiente:

(a) Correcciones por Defectos de Construcción imputables al Contratista.

(1) Corrección de Defectos en la Superficie, Baches, Grietas y Laminación.

Cuando sea necesario corregir áreas que no abarquen la capa de sub-base o base granular en el ancho completo, se debe de proceder a escarificar el área previamente delimitada, hasta una profundidad mínima de 100 milímetros, mezclando eficientemente el material con la humedad adecuada, efectuándose la corrección, tendido y compactación hasta que dicha superficie, tanto en el área delimitada como en las áreas adyacentes, cumpla con los requisitos de estas Especificaciones Generales. Para estas operaciones puede usarse motoniveladora, o equipo que sea adecuado para este objeto.

Si los defectos se presentan en todo el ancho de la capa de sub-base o base granular, se debe delimitar previamente la longitud del tramo de corrección y proceder a efectuar las operaciones antes indicadas en el ancho y espesor completos de dicha capa.

(2) Corrección por Falta de Homogeneidad. Cuando sea necesario corregir áreas de capas de sub-base o de base granular, debido a segregación, falta de homogeneidad o compactación insuficiente comprobada, el área previamente delimitada debe escarificarse en una profundidad mínima de 100 milímetros y después de efectuar las correcciones necesarias, se debe mezclar y compactar de nuevo hasta que, tanto el área delimitada, como la superficie adyacente, cumplan con los requisitos de estas Especificaciones Generales. Para esta operación puede utilizarse mezcladora móvil, motoniveladora o equipo que sea adecuado para este objeto.

(3) Correcciones por Diferencias en el Espesor. Cuando se determine que la capa de sub-base o base granular presenta diferencias en el espesor especificado, fuera de la tolerancia establecida en 304.09 (c) (4), el Contratista a su costa, debe corregir el espesor fuera de la tolerancia en el ancho total de la sub-base o de la base granular, según la sección típica, escarificando una profundidad mínima de 100 milímetros, agregando o removiendo material para obtener el espesor especificado y procediendo a efectuar las operaciones de colocación, tendido, mezcla, riego de agua, conformación y compactación, de acuerdo con lo establecido en 304.05 a 304.08.

(b) Correcciones por Variaciones de Diseño o Causas no Imputables al Contratista.

Cuando sea necesario efectuar correcciones a la capa de sub-base o base granular, por variaciones de diseño o causas no imputables al Contratista, el Delegado Residente debe proceder a delimitar el área afectada, ordenando las correcciones necesarias, por cuyo trabajo se debe pagar al Contratista ya sea a los precios unitarios de Contrato, o en su defecto, por medio de un Acuerdo de Trabajo Extra. Cuando, a pesar de haberse llenado todos los requisitos de construcción, el tramo presente una deflexión superior a la especificada, el Delegado Residente deberá ordenar el incremento del espesor de la capa de sub-base o de base granular, según corresponda.

304.11 MEDIDA.

La medida se debe hacer del número de metros cúbicos, con aproximación de dos decimales, de capa de sub-base o base granular, medidos ya compactados en su posición final en la carretera y satisfactoriamente contruidos de acuerdo con estas Especificaciones Generales y Disposiciones Especiales. El volumen de material efectivamente colocado se debe determinar por procedimientos analíticos y debe estar dentro de los límites y dimensiones indicados en las secciones típicas de pavimentación, de acuerdo con los alineamientos

horizontal y vertical mostrados en los planos u ordenados por el Delegado Residente. La longitud se debe medir sobre la línea central de la carretera, en proyección horizontal.

304.12 PAGO.

El pago se debe hacer por el número de metros cúbicos medidos como se indica en 304.11 y que estén debidamente cubiertos por la capa de base en el caso de la sub-base granular o imprimados en el caso de la base granular, al precio unitario de contrato, correspondiente a Capa de Sub-base 304.01 (a) o Base Granular 304.01 (b).

En todo caso los precios citados incluyen el trabajo estipulado en esta Sección, de conformidad con lo indicado en 110.02. No se reconocerá ningún pago adicional, por el suministro, acarreo y sobreacarreo de todos los materiales, incluyendo el agua y el material de relleno que se necesite agregar a la sub-base o base granular, ni por todas las operaciones necesarias para producir el material de sub-base o base granular de conformidad con estas Especificaciones Generales. Tampoco se reconocerá pago adicional por la maquinaria, equipo y personal necesarios para efectuar el control de laboratorio, incluyendo la deflexión, ni por las correcciones de defectos imputables al Contratista. Todos estos gastos y los demás implícitos para la ejecución del trabajo, deben estar incluidos en el precio unitario de contrato correspondiente a Capa de Sub-base o Base Granular.

RESUMEN DE NORMAS

<u>Ensayos</u>	<u>Materiales</u>
CBR	AASHTO T 193
Abrasión	AASHTO T 96
Graduación	AASHTO T 11 y T 27
Muestra preparada en Húmedo	AASHTO T 146
Límite líquido	AASHTO T 89
Índice de plasticidad	AASHTO T 90
Equivalente de arena	AASHTO T 176
Humedad de campo usando carburo	AASHTO T 217
Compactación	AASHTO T 180 y T 191
Deflexión, Viga Benkelman	AASHTO T 256

SECCION 305 CAPA DE SUB-BASE Y BASE DE GRAVA O PIEDRA TRITURADAS

- 305.01 Definición.
- 305.02 Descripción.
- 305.03 Requisitos para los materiales.
- 305.04 Producción del material.
- 305.05 Colocación y Tendido.
- 305.06 Mezcla.
- 305.07 Riego de Agua.
- 305.08 Conformación y Compactación.
- 305.09 Control de Calidad, Tolerancias y Aceptación.
- 305.10 Correcciones.
- 305.11 Medida.
- 305.12 Pago.

305.01 DEFINICIONES.

(a) Sub-base Triturada. Es la capa formada por la combinación de piedra o grava trituradas, combinadas con material de relleno, para constituir una sub-base integrante de un pavimento, la cual está destinada fundamentalmente a soportar, transmitir y distribuir con uniformidad el efecto de las cargas del tránsito proveniente de las capas superiores del pavimento, de tal manera que el suelo de sub-rasante las pueda soportar.

(b) Base Triturada. Es la capa formada por la combinación de piedra o grava trituradas, combinadas con material de relleno, para constituir una base integrante de un pavimento destinada fundamentalmente a distribuir y transmitir las cargas originadas por el tránsito, a las capas subyacentes.

305.02 DESCRIPCION. Este trabajo consiste en la obtención y explotación de canteras y bancos; la trituración, de la piedra o grava, combinándolas con material de relleno para formar un agregado clasificado; el apilamiento y almacenamiento, transporte, colocación, tendido, mezcla, humedecimiento, conformación y compactación del material de sub-base o base triturada; la regulación del tránsito; así como el control de laboratorio de todas las operaciones necesarias para construir la sub-base o base triturada en una o varias capas, conforme lo indicado en los planos, ajustándose a los alineamientos horizontal y vertical y secciones típicas de pavimentación correspondientes, dentro de las tolerancias estipuladas, de conformidad con estas Especificaciones Generales y Disposiciones Especiales.

MATERIALES

305.03 REQUISITOS PARA LOS MATERIALES. El material de sub-base o base trituradas debe consistir en piedra o grava trituradas y mezcladas con material de relleno, de manera que el producto obtenido, corresponda a uno de los tipos de graduación aquí estipulados y además llene los requisitos siguientes:

(a) Valor Soporte. Debe tener un CBR determinado por el método AASHTO T 193, mínimo de 50 para la sub-base y de 90 para la base, efectuado sobre muestra saturada, a 95% de compactación determinada por el método AASHTO T 180 y un hinchamiento máximo de 0.5% en el ensayo efectuado según AASHTO T 193.

(b) Abrasión. La porción de agregado retenida en el tamiz 4.75 mm (N° 4), no debe tener un porcentaje de desgaste por abrasión determinado por el método AASHTO T 96, mayor de 50 a 500 revoluciones.

(c) Caras Fracturadas. No menos del 50% en peso de las partículas retenidas en el tamiz 4.75 mm (N° 4) deben de tener por lo menos una cara fracturada.

(d) Partículas Planas o Alargadas. No más del 20% en peso del material retenido en el tamiz 4.75 mm (N° 4), pueden ser partículas planas o alargadas, con una longitud mayor de cinco veces el espesor promedio de dichas partículas.

(e) Impurezas. El material de sub-base o base trituradas debe estar exento de materias vegetales, basura, terrones de arcilla o sustancias que incorporadas dentro de la capa de sub-base o base triturada puedan causar fallas en el pavimento.

(f) Graduación. El material para capa de sub-base o base trituradas debe llenar los requisitos de graduación, determinada por los métodos AASHTO T 27 y AASHTO T 11, para el tipo que se indique en las Disposiciones Especiales, de los que se estipulan en la tabla 305-1.

Tabla 305-1 Tipos de Graduación para material de Sub-base y Base Triturada

Estándar mm	Tamiz N°	Porcentaje por peso que pasa un tamiz de abertura cuadrada (AASHTO T 27)		
		TIPO "A" 50 mm (2") máximo	TIPO "B" 38.1 mm (1 ½") máximo	TIPO "C" 25 mm (1") máximo
50.0	2"	100		
38.1	1 ½"	-	100	
25.0	1"	65-90	70-100	100
19.0	¾"	-	60-90	70-100
9.5	⅜"	-	45-75	-
4.75	N° 4	25-60	30-60	35-65
2.00	N° 10	-	20-50	-
0.425	N° 40	10-30	10-30	12-30
0.075	N° 200	3-12	5-15	5-15

La curva de graduación del material de sub-base o base trituradas, debe de ser uniforme y de preferencia paralela a la curva de valores medios en los tamices especificados, no aceptándose cambios bruscos entre dos tamices adyacentes.

El porcentaje que pasa el tamiz 0.075 mm (N° 200), debe ser menor que la mitad del porcentaje que pasa el tamiz 0.425 mm (N° 40).

(f) Plasticidad y Cohesión. El material de sub-base o base trituradas, en el momento de ser colocado en la carretera, no debe tener en la fracción que pasa el tamiz 0.425 mm (N° 40), incluyendo el material de relleno, un índice de plasticidad, AASHTO T 90, mayor de 6 para la sub-base ni mayor de 3 para la base, ni un límite líquido, AASHTO T 89, mayor de 25 tanto para la sub-base como para la base, determinados ambos sobre muestra preparada en húmedo, AASHTO T 146. Cuando las Disposiciones Especiales lo indiquen expresamente, el índice de plasticidad para la base puede ser más alto, pero en ningún caso mayor de 6.

(g) Equivalente de Arena. El equivalente de arena no debe ser menor de 40, tanto para la sub-base como para la base trituradas, determinado según AASHTO T 176.

(h) Material de Relleno. Cuando se necesite agregar material de relleno, en adición al que se encuentra en el material triturado, para proporcionarle características adecuadas de granulometría y cohesión, éste debe estar libre de impurezas y consistir en arena, polvo de roca, limo inorgánico u otro material con alto porcentaje de partículas que pasan el tamiz de 2.00 mm (N° 10).

REQUISITOS DE CONSTRUCCION

305.04 PRODUCCION DEL MATERIAL DE BASE. Previamente a la explotación del material, el Contratista debe efectuar la limpia, chapeo y destronque correspondientes en el banco, eliminando la vegetación, capa de materia orgánica, basura, arcilla y sustancias que puedan contaminar el material de sub-base ó base. La trituración debe ser efectuada en planta, en circuito cerrado de repaso, evitando la laminación del agregado. La graduación del material debe lograrse en la planta de trituración. Si fuese necesario agregar material de relleno para ajustarse a los requisitos de graduación o para lograr una cohesión satisfactoria, éste debe mezclarse uniformemente con los otros componentes, en la planta de trituración, antes de apilar el material.

La planta de trituración debe tener un sistema de clasificación adecuado, con el número y tipo de zarandas que sean necesarias para lograr la granulometría especificada. El Contratista debe efectuar el control continuo de laboratorio, sobre la calidad y características del material producido y efectuar las correcciones necesarias, para obtener un material de conformidad con estas Especificaciones Generales.

El material de sub-base ó base producido, puede apilarse y almacenarse en el área de la planta o ser acarreado para apilarse y almacenarse en lugares estratégicamente localizados, debiendo en todo caso ajustarse a lo establecido en la Sección 313.

El Contratista debe además organizar y controlar el tránsito de vehículos, el acarreo de material y mantener los caminos aplacando el polvo para evitar accidentes, todo de acuerdo con lo estipulado en 155.04 de éstas Especificaciones Generales.

305.05 COLOCACION Y TENDIDO. El material de sub-base y base trituradas debe ser depositado sobre la sub-rasante o sub-base, respectivamente, previamente preparada y aceptada, ya sea directamente con camiones de volteo, tendiéndolo con motoniveladora o por medio de equipo especial que asegure su distribución en una capa de material uniforme y sin segregación en una sola operación y que lo acondicione en un ancho no menor de 3 metros. El espesor de la capa a tenderse, no debe ser mayor de 300 milímetros ni menor de 100 milímetros. La distancia máxima a que puede ser colocado el material de sub-base o base trituradas, medida desde el extremo anterior de la capa terminada, en ningún caso debe ser mayor de 2 kilómetros para la sub-base y de 4 kilómetros para la base.

305.06 MEZCLA. Después de haberse colocado y tendido el material de sub-base o base trituradas, debe procederse a su homogeneización con la humedad adecuada, mezclando el material en todo el espesor de la capa, mediante la utilización de maquinaria y equipo apropiado, pudiéndose efectuar con motoniveladora o cualquier equipo que asegure una mezcla homogénea. En caso de utilizarse equipo especial de tendido, que permita esparcir el material previamente humedecido y sin segregación, no se debe requerir esta mezcla.

305.07 RIEGO DE AGUA. Previamente a la compactación de la capa de sub-base o base triturada, se debe humedecer adecuadamente el material para lograr la densidad especificada. La humedad de campo se debe determinar secando el material o por el método con carburo, según AASHTO T 217. El humedecimiento del material se puede efectuar en la planta, antes de ser acarreado y tendido, pudiéndose en este caso, proceder a su compactación inmediata. En el caso de que el material se humedezca después de tendido, debe mezclarse mecánicamente para lograr un humedecimiento homogéneo, que permita la compactación especificada. El riego de agua se puede efectuar simultáneamente con la operación de mezcla.

305.08 CONFORMACION Y COMPACTACION. La capa de sub-base o base triturada se debe conformar ajustándose a los alineamientos y secciones típicas de pavimentación y compactarse en su totalidad, hasta lograr el 100% de la densidad máxima determinada por el

método AASHTO T 180, debiéndose efectuar ambas operaciones, dentro de las tolerancias establecidas en 305.09 (c).

La determinación de la densidad máxima, se debe efectuar por cada 5,000 metros cúbicos de material de sub-base o base trituradas o cuando haya evidencia que las características del material han cambiado o se inicie la utilización de un nuevo banco.

La compactación en el campo se debe comprobar de preferencia mediante el método AASHTO T 191. Con la aprobación escrita del Ingeniero, pueden utilizarse otros métodos técnicos, incluyendo los no destructivos.

El material de sub-base o base trituradas con la compactación realmente aplicada, dentro de las tolerancias establecidas, debe llenar el requisito de valor soporte especificado en 305.03 (a).

Cuando el espesor de la capa a compactar, exceda de 300 milímetros, el material debe ser tendido, conformado y compactado en dos o más capas nunca menores de 100 milímetros.

Antes de iniciar las operaciones de construcción de la sub-base o base trituradas, en forma continua, el Contratista debe efectuar un tramo de prueba en el ancho total de la misma, indicado en las secciones típicas de pavimentación, con las condiciones, maquinaria y equipo que utilizará para este efecto en la obra, con el objeto de que el Delegado Residente pueda determinar los valores a usar para la evaluación de la compactación. Si durante la construcción ocurren cambios apreciables en las características y condiciones de los materiales, que varíen dichos valores, o se cambie de bancos de aprovisionamiento de los materiales, se debe efectuar un nuevo tramo de prueba.

Si los resultados del tramo de prueba son satisfactorios para el Delegado Residente, la determinación de la densidad máxima, puede efectuarse por cada 10,000 metros cúbicos de material de sub-base o base trituradas, siempre que la compactación se efectúe en idénticas condiciones que en el tramo de prueba.

305.09 CONTROL DE CALIDAD, TOLERANCIAS Y ACEPTACION. El control de calidad de los materiales y el proceso de construcción, debe llenar los requisitos estipulados en la Sección 106.

(a) Control de Calidad de los Materiales.

(1) Valor Soporte. Se debe efectuar un ensayo por cada 500 metros cúbicos producidos, al iniciar la explotación de un banco, hasta llegar a 3,000 metros cúbicos y seguidamente un ensayo cada 5,000 metros cúbicos colocados.

(2) Abrasión. En cada banco se debe efectuar tres ensayos del material en su estado original. Durante la producción se debe efectuar un ensayo por cada 2,000 metros cúbicos de material triturado hasta alcanzar los 10,000 metros cúbicos y seguidamente uno cada 5,000 metros cúbicos o cuando cambien las características del banco.

(3) Caras Fracturadas y Partículas Planas o Alargadas. Se debe efectuar un ensayo cada 100 metros cúbicos de los primeros 1,000 metros cúbicos producidos y seguidamente cada 5,000 metros cúbicos colocados.

(4) Graduación. En cada banco se debe efectuar un ensayo por cada 50 metros cúbicos en los primeros 1,000 metros cúbicos producidos y seguidamente un ensayo cada 200 metros cúbicos.

(5) Plasticidad y Equivalente de Arena. Se debe efectuar un ensayo cada 1,000 metros cúbicos de material producidos.

(b) Tolerancias de las Características de los Materiales. Si los ensayos efectuados al material de sub-base o base trituradas, no llenan los valores especificados, de cada una de las características indicadas en 305.03, después de efectuar las verificaciones necesarias en tramos con una longitud no mayor de 500 m, si ésta condición existe en más del 25% de los ensayos verificados en el tramo, el Contratista debe hacer las correcciones necesarias a su costa, o el material será rechazado.

(c) Control de Calidad y Tolerancias en los Requisitos de Construcción.

(1) Compactación. El Contratista debe de controlar, por medio de ensayos de laboratorio y de campo, la compactación que debe dar al material según la maquinaria y equipo de que dispone para lograr la densidad especificada en 305.08. Se establece una tolerancia en menos, del 3% respecto al porcentaje de compactación especificado, para aceptación de la capa de sub-base o base trituradas. Se deben efectuar ensayos representativos por cada 400 metros cuadrados de cada una de las capas que se compacten. Las densidades de campo no deben ser efectuadas a una distancia menor de 20 metros en sentido longitudinal, sobre la superficie compactada que se esté controlando, a menos que se trate de áreas delimitadas para correcciones. De preferencia el control de compactación se debe hacer en la franja de mayor circulación del tránsito previsto y siguiendo un orden alternado de derecha, centro e izquierda del eje.

(2) Superficie. La conformación de la superficie terminada de la capa de sub-base o base trituradas, debe ser verificada mediante la utilización de un cordel delgado, atado en ambos extremos a la punta de dos varillas de igual altura, cada una de las cuales se coloca directamente sobre trompos de construcción contiguos, transversal y longitudinalmente; a continuación con una regla graduada, se verifica si la altura del cordel es constante sobre la superficie de la sub-base o base, en sentidos transversal y longitudinal.

No se permiten irregularidades en la superficie mayores de ± 10 milímetros.

(3) Deflexión. El Contratista debe controlar, por medio de la Viga Benkelman (AASHTO T 256) o por la aplicación de otro método técnico reconocido y aceptado profesionalmente y establecido en las Disposiciones Especiales; si la deflexión de la capa de sub-base o base trituradas conformada y compactada, no sobrepasa el valor de deflexión máxima aceptable para dicha capa indicado en las Disposiciones Especiales.

Si en las Disposiciones Especiales no se establece un valor específico para el proyecto, el valor máximo de deflexión aceptable para la capa de sub-base triturada es de 2.0 mm y para la capa de base triturada es de 1.5 mm, respecto a un punto dado a una distancia no mayor de 3.68 m en cualquier dirección. El Contratista debe efectuar una prueba de campo para determinar la deflexión, por cada 400 metros cuadrados, en la superficie de la capa de sub-base o base trituradas compactada, previamente a su aceptación.

De preferencia, la prueba de deflexión se debe hacer en la franja de mayor circulación del tránsito previsto y siguiendo un orden alternado de: derecha, e izquierda del eje.

El Contratista debe contar con la maquinaria y equipo necesarios para efectuar este control de conformidad con AASHTO T 256 o el que corresponda según las Disposiciones Especiales.

(4) Espesor. El espesor de la capa de sub-base o base trituradas se debe verificar, al efectuar cada ensayo de control de compactación de conformidad con AASHTO T

191, a menos que se hayan autorizado métodos no destructivos, en cuyo caso se deben efectuar perforaciones cada 200 metros, para verificar el espesor.

Se establece una tolerancia en el espesor total compactado de sub-base o de base trituradas de ± 10 milímetros, pero el promedio aritmético de los espesores determinados por cada kilómetro no debe diferir en más de 5 milímetros del espesor estipulado en los planos.

(d) Aceptación. La sub-base triturada se debe aceptar, para efectos de pago, hasta que se encuentre cubierta por la base y la base triturada se debe aceptar, para efectos de pago, hasta que ésta se encuentre debidamente imprimada en el ancho total de base triturada, indicado en las secciones típicas de pavimentación.

305.10 CORRECCIONES. Cuando sea necesario corregir la capa de sub-base o base trituradas, debido a defectos de construcción o variaciones de diseño, se debe proceder en la forma siguiente:

(a) Correcciones por Defectos de Construcción imputables al Contratista.

(1) Corrección de Defectos en la Superficie. Baches, Grietas y Laminación. Cuando sea necesario corregir áreas que no abarquen la capa de sub-base o base trituradas en el ancho completo, se debe proceder a escarificar el área previamente delimitada, hasta una profundidad mínima de 100 milímetros, mezclando eficientemente el material con la humedad adecuada, efectuándose la corrección, tendido y compactación hasta que dicha superficie, tanto en el área delimitada como en las áreas adyacentes, cumpla con los requisitos de estas Especificaciones Generales. Para estas operaciones puede usarse motoniveladora, o equipo que sea adecuado para este objeto.

Si los defectos se presentan en todo el ancho de la capa de sub-base o base trituradas, se debe delimitar previamente la longitud del tramo de corrección y proceder a efectuar las operaciones antes indicadas en el ancho y espesor completos de dicha capa.

(2) Corrección por Falta de Homogeneidad. Cuando sea necesario corregir áreas de capas de sub-base o de base trituradas, debido a segregación, falta de homogeneidad o compactación insuficiente comprobada, el área previamente delimitada debe escarificarse en una profundidad mínima de 100 milímetros y después de efectuar las correcciones necesarias, se debe mezclar y compactar de nuevo hasta que, tanto el área delimitada, como la superficie adyacente, cumplan con los requisitos de estas Especificaciones Generales. Para esta operación puede utilizarse mezcladora móvil, motoniveladora o equipo que sea adecuado para este objeto.

(3) Correcciones por Diferencias en el Espesor. Cuando se determine que la capa de sub-base o base triturada presenta diferencias en el espesor especificado, fuera de la tolerancia establecida en 305.09 (c) (4), el Contratista a su costa, debe corregir el espesor fuera de la tolerancia en el ancho total de la sub-base o de la base trituradas, según la sección típica, escarificando una profundidad mínima de 100 milímetros, agregando o removiendo material para obtener el espesor especificado y procediendo a efectuar las operaciones de colocación, tendido, mezcla, riego de agua, conformación y compactación, de acuerdo con lo establecido en 305.05 ó 305.08.

(b) Correcciones por Variaciones de Diseño o Causas no Imputables al Contratista. Cuando sea necesario efectuar correcciones a la capa de sub-base o base trituradas, por variaciones de diseño o causas no imputables al Contratista, el Delegado Residente debe proceder a delimitar el área afectada, ordenando las correcciones necesarias, por cuyo trabajo se debe pagar al Contratista ya sea a los precios unitarios de Contrato, o en su defecto, por medio de un Acuerdo de Trabajo Extra. Cuando, a pesar de haberse llenado todos los requisitos de construcción, el tramo presente una deflexión superior a la especificada, el Delegado

Residente deberá ordenar el incremento del espesor de la capa de sub-base o de base trituradas, según corresponda.

305.11 MEDIDA.

La medida se debe hacer del número de metros cúbicos, con aproximación de dos decimales, de capa de sub-base o base trituradas, medidos ya compactados en su posición final en la carretera y satisfactoriamente contruidos de acuerdo con estas Especificaciones Generales y Disposiciones Especiales. El volumen de material efectivamente colocado se debe determinar por procedimientos analíticos y debe estar dentro de los límites y dimensiones indicados en las secciones típicas de pavimentación, de acuerdo con los alineamientos horizontal y vertical mostrados en los planos u ordenados por el Delegado Residente. La longitud se debe medir sobre la línea central de la carretera, en proyección horizontal.

305.12 PAGO.

El pago se debe hacer por el número de metros cúbicos medidos como se indica en 305.11 y que estén debidamente cubiertos por la capa de base en el caso de la sub-base triturada o imprimados en el caso de la base triturada, al precio unitario de contrato, correspondiente a Capa de Sub-base Triturada 305.01 (a) o Capa de Base Triturada 305.01 (b).

En todo caso los precios citados incluyen el trabajo estipulado en esta Sección, de conformidad con lo indicado en 110.02. No se reconocerá ningún pago adicional, por el suministro, acarreo y sobrecarreo de todos los materiales, incluyendo el agua y el material de relleno que se necesite agregar a la sub-base o base trituradas, ni por todas las operaciones necesarias para producir el material de sub-base o base trituradas de conformidad con estas Especificaciones Generales. Tampoco se reconocerá pago adicional por la maquinaria, equipo y personal necesarios para efectuar el control de laboratorio, incluyendo la deflexión, ni por las correcciones de defectos imputables al Contratista. Todos estos gastos y los demás implícitos para la ejecución del trabajo, deben estar incluidos en el precio unitario de contrato correspondiente a Capa de Sub-base o Base Trituradas.

RESUMEN DE NORMAS

<u>Ensayos</u>	<u>Materiales</u>
CBR	AASHTO T 193
Abrasión	AASHTO T 96
Graduación	AASHTO T 27 y AASHTO T 11
Muestra preparada húmeda	AASHTO T 146
Límite líquido	AASHTO T 89
Índice de plasticidad	AASHTO T 90
Equivalente de arena	AASHTO T 176
Humedad de campo, usando carburo	AASHTO T 217
Compactación	AASHTO T 180, y AASHTO T 191
Deflexión Viga Benkelman	AASHTO T 256

SECCION 306 CAPA DE SUB-BASE Y BASE DE RECUPERACIÓN DEL PAVIMENTO
EXISTENTE

- 306.01 Definición.
- 306.02 Descripción.
- 306.03 Requisitos de los materiales.
- 306.04 Escarificación y Pulverización del Pavimento Existente.
- 306.05 Mezcla.
- 306.06 Riego de Agua.
- 306.07 Conformación y Compactación.
- 306.08 Control de Calidad, Tolerancias y Aceptación.
- 306.09 Correcciones.
- 306.10 Medida.
- 306.11 Pago.

306.01 DEFINICIÓN. Es la capa de sub-base o base obtenida de la recuperación de la capa de rodadura y de la base del pavimento existente en combinación con material de aporte según se establezca en las Disposiciones Especiales, la cual debe tener el ancho, profundidades, espesores y proporciones indicadas en los planos, ajustándose a los alineamientos, niveles y pendientes longitudinales y transversales determinadas en los planos.

306.02 DESCRIPCION. Este trabajo consiste en la pulverización, homogeneización, humedecimiento, conformación y compactación del material recuperado. Este trabajo también incluye el suministro, transporte y colocación del material de aporte, cuando su incorporación haya sido especificada en las Disposiciones Especiales.

REQUISITOS DE CONSTRUCCION

306.03 REQUISITOS DE LOS MATERIALES.

(a) Material de Aporte. El material de aporte deberá cumplir con los requisitos establecidos en las Secciones 303, 304 o 305, según corresponda y como se establezca en las Disposiciones Especiales.

(b) Mezcla del material recuperado con el de aporte. El Contratista debe dimensionar y graduar el material de aporte y combinarlo en forma homogénea con el material recuperado, en las proporciones indicadas en las Disposiciones Especiales, o aprobadas por el Delegado Residente con autorización del Ingeniero para cumplir con todos los requisitos correspondientes a la Sección de Sub-base o Base especificada, de conformidad con estas Especificaciones Generales, a menos que en las Disposiciones Especiales se establezca de otra manera.

Quando se requiera la ampliación de la carretera, el material de aporte podrá colocarse en franjas a los lados del pavimento existente con un espesor igual al del reciclado o sobre el material reciclado cuando éste haya sido tendido a todo el ancho de la sección típica ampliada. Cuando se especifique material de aporte para adecuar la graduación de la mezcla o para incrementar el espesor de la capa, el material de aporte podrá ser tendido sobre la capa recuperada. En ambos casos se deberá asegurar una completa homogeneización del material recuperado con el material de aporte a todo lo ancho de la sección típica, salvo que se disponga otra cosa en las Disposiciones Especiales.

306.04 ESCARIFICACIÓN Y PULVERIZACIÓN DEL PAVIMENTO EXISTENTE. El Contratista debe escarificar y pulverizar el pavimento existente hasta la profundidad indicada en los planos utilizando el equipo adecuado según el espesor de la carpeta existente. Para ello, se podrán utilizar escarificadores montados sobre motoniveladora o montados sobre tractores de oruga, dependiendo del espesor del pavimento.

La pulverización de los materiales podrá realizarse posteriormente utilizando bandas de tractor de oruga, en combinación con compactadoras del tipo pata de cabra o rejilla, complementadas con pulverizadoras rotativas mecánicas. Como alternativa, estos trabajos podrán efectuarse en una sola operación utilizando equipo de recuperación específico para este tipo de trabajos. El tamaño máximo del material pulverizado deberá cumplir con la graduación correspondiente de estas Especificaciones, según se defina en las Disposiciones Especiales.

El material debidamente pulverizado deberá apilarse en camellones a un lado de la sección que se está trabajando, de tal manera que se deje descubierta la capa subyacente para identificar, a todo lo ancho de la sección típica, cualquier área inestable atribuible a exceso de humedad, contaminación de los materiales o compactación insuficiente. Con el objetivo de identificar dichas áreas, el Delegado Residente ordenará al Contratista el paso de una compactadora de neumáticos u otro vehículo adecuado para este efecto. Las deficiencias detectadas deben ser corregidas a criterio del Delegado Residente con cargo a los renglones correspondientes. Completada esta operación, el material recuperado deberá tenderse en el ancho indicado en los planos, para proceder a la colocación del material de aporte, si así se especifica.

306.05 MEZCLA. El material pulverizado y el material de aporte, si fuere especificado, deberán mezclarse con la humedad adecuada para proceder a su homogeneización y mezcla en todo el espesor y ancho de la capa. Para efectuar estas operaciones se debe utilizar maquinaria y equipo apropiado, tal como motoniveladora o cualquier equipo que asegure una mezcla homogénea.

306.06 RIEGO DE AGUA. Durante el proceso de tendido, la mezcla del material pulverizado y el de aporte se debe humedecer mezclándose mecánicamente para lograr un humedecimiento homogéneo, que permita la compactación especificada. La humedad de campo se debe determinar secando el material o por el método con carburo, según AASHTO T 217. El riego de agua se puede efectuar simultáneamente con la operación de mezcla.

306.07 CONFORMACION Y COMPACTACION. La capa de sub-base o base recuperada se debe conformar ajustándose a los alineamientos y secciones típicas de pavimentación. Debe compactarse en su totalidad, hasta lograr el 100% de la densidad máxima determinada por el método AASHTO T 180. Ambas operaciones deben efectuarse dentro de las tolerancias establecidas en 306.08 (c).

La determinación de la densidad máxima, debe efectuarse por cada 3,000 metros cúbicos de material de sub-base o base recuperada con el material de aporte ya incorporado.

La compactación en el campo se debe comprobar de preferencia mediante el método AASHTO T 191. Con la aprobación escrita del Ingeniero, pueden utilizarse otros métodos técnicos, incluyendo los no destructivos.

El material de sub-base o base recuperada con la compactación realmente aplicada, dentro de las tolerancias establecidas, debe llenar el requisito de valor soporte especificado en las Secciones 303, 304 ó 305, según le corresponda de conformidad con los planos y Disposiciones Especiales.

Cuando el espesor de la capa a compactar, exceda de 300 milímetros, el material debe ser tendido, conformado y compactado en dos o más capas nunca menores de 100 milímetros.

Antes de iniciar las operaciones de construcción de la sub-base o base recuperada, en forma continua, el Contratista debe efectuar un tramo de prueba en el ancho total de la misma, indicado en las secciones típicas de pavimentación, con las condiciones, maquinaria y equipo que utilizará para este efecto en la obra, con el objeto de que el Delegado Residente pueda

determinar si el procedimiento y el equipo utilizado son los adecuados para alcanzar el porcentaje de compactación especificado. Si durante la construcción ocurren cambios apreciables en las características y condiciones de los materiales o se cambie de banco de aprovisionamiento del material de aporte, se debe efectuar un nuevo tramo de prueba.

Si los resultados del tramo de prueba son satisfactorios para el Delegado Residente, la determinación de la densidad máxima, puede efectuarse por cada 10,000 metros cúbicos de material de sub-base o base recuperada, siempre que la compactación se efectúe en idénticas condiciones que en el tramo de prueba.

306.08 CONTROL DE CALIDAD, TOLERANCIAS Y ACEPTACION. El control de calidad de los materiales y el proceso de construcción, debe llenar los requisitos estipulados en la Sección 106.

(a) Control de Calidad de los Materiales.

(1) Valor Soporte. Al inicio de las operaciones de recuperación, se debe efectuar un ensayo por cada 500 metros cúbicos de sub-base o base recuperada con el material de aporte ya incorporado, si éste fuera el caso, hasta llegar a 3,000 metros cúbicos y seguidamente un ensayo cada 5,000 metros cúbicos colocados.

(2) Abrasión. Se debe efectuar un ensayo por cada 20,000 metros cúbicos de material de aporte producido con la graduación especificada.

(3) Partículas Planas o Alargadas. Se debe efectuar un ensayo cada 100 metros cúbicos de los primeros 1,000 metros cúbicos de material de aporte producido y seguidamente cada 5,000 metros cúbicos.

(4) Graduación. En cada banco se debe efectuar un ensayo por cada 50 metros cúbicos en los primeros 500 metros cúbicos de material de aporte producido y seguidamente un ensayo cada 200 metros cúbicos. Adicionalmente, se deberá efectuar un ensayo cada 1,000 metros cúbicos del material recuperado con el de aporte ya mezclado. El Delegado Residente, con la autorización del Ingeniero, podrá ordenar modificaciones en la graduación del material de aporte o las proporciones de mezclado para lograr el cumplimiento de la graduación especificada en el diseño.

(5) Plasticidad y Equivalente de Arena. Se debe efectuar un ensayo cada 1,000 metros cúbicos de material de aporte producido y un ensayo cada 5,000 metros cúbicos de material mezclado colocado.

(b) Tolerancias de las Características de los Materiales. Si los ensayos efectuados al material de aporte, no llenan los valores especificados, de cada una de las características indicadas en 306.03 (a), después de efectuar las verificaciones necesarias en lotes o apilamientos no mayores de 1,000 metros cúbicos, si esta condición existe en más del 33% de los ensayos verificados, el Contratista debe hacer las correcciones necesarias a su costa o el material será rechazado y no se permitirá su incorporación y mezcla con el material recuperado.

(c) Control de Calidad y Tolerancias en los Requisitos de Construcción.

(1) Compactación. El Contratista debe de controlar, por medio de ensayos de laboratorio y de campo, la compactación que debe dar al material según la maquinaria y equipo de que dispone para lograr la densidad especificada. Se establece una tolerancia en menos del 3% respecto al porcentaje de compactación especificado, para aceptación de la capa de sub-base o base recuperada. Se deben efectuar ensayos representativos por cada 400 metros cuadrados de cada una de las capas que se compacten. Las densidades de campo no deben ser efectuadas a una distancia menor de 20 metros en sentido longitudinal, sobre la

superficie compactada que se esté controlando, a menos que se trate de áreas delimitadas para correcciones. De preferencia el control de compactación se debe hacer en la franja de mayor circulación del tránsito previsto y siguiendo un orden alternado de derecha, centro e izquierda del eje.

(2) Superficie. La conformación de la superficie terminada de la capa de sub-base o base recuperada, debe ser verificada mediante la utilización de un cordel delgado, atado en ambos extremos a la punta de dos varillas de igual altura, cada una de las cuales se coloca directamente sobre trompos de construcción contiguos, transversal y longitudinalmente; a continuación con una regla graduada, se verifica si la altura del cordel es constante sobre la superficie de la sub-base o base recuperada, en sentidos transversal y longitudinal.

No se permiten irregularidades en la superficie mayores de ± 10 milímetros.

(3) Deflexión. El Contratista debe controlar, por medio de la Viga Benkelman (AASHTO T 256) o por la aplicación de otro método técnico reconocido y aceptado profesionalmente y establecido en las Disposiciones Especiales, si la deflexión de la capa de sub-base o base recuperada conformada y compactada, no sobrepasa el valor de deflexión máxima aceptable para dicha capa indicado en las Disposiciones Especiales.

Si en las Disposiciones Especiales no se establece un valor específico para el proyecto, el valor máximo de deflexión aceptable para la capa de sub-base recuperada es de 2.0 mm y para la capa de base recuperada es de 1.5 mm, respecto a un punto dado a una distancia no mayor de 3.68 m en cualquier dirección. El Contratista debe efectuar una prueba de campo para determinar la deflexión, por cada 400 metros cuadrados, en la superficie de la capa de sub-base o base recuperada compactada, previamente a su aceptación.

De preferencia, la prueba de deflexión se debe hacer en la franja de mayor circulación del tránsito previsto y siguiendo un orden alternado de derecha e izquierda del eje.

El Contratista debe contar con la maquinaria y equipo necesarios para efectuar este control de conformidad con AASHTO T 256 o el que corresponda según las Disposiciones Especiales.

(4) Espesor. El espesor de la capa de sub-base o base recuperada se debe verificar, al efectuar cada ensayo de control de compactación de conformidad con AASHTO T 191, a menos que se hayan autorizado métodos no destructivos, en cuyo caso se deben efectuar perforaciones cada 200 metros, para verificar el espesor.

Se establece una tolerancia en el espesor total compactado de sub-base o de base recuperada de ± 10 milímetros, pero el promedio aritmético de los espesores determinados por cada kilómetro no debe diferir en más de 5 milímetros del espesor estipulado en los planos.

(d) Aceptación. La sub-base recuperada se debe aceptar, para efectos de pago, hasta que se encuentre cubierta por la base; y la base recuperada se debe aceptar, para efectos de pago, hasta que ésta se encuentre debidamente imprimada en el ancho total de base recuperada, indicado en las secciones típicas de pavimentación.

304.09 CORRECCIONES. Cuando sea necesario corregir la capa de sub-base o base recuperada, debido a defectos de construcción o variaciones de diseño, se debe proceder en la forma siguiente:

(a) Correcciones por Defectos de Construcción imputables al Contratista.

(1) Corrección de Defectos en la Superficie, Baches, Grietas y Laminación.

Cuando sea necesario corregir áreas que no abarquen la capa de sub-base o base recuperada en el ancho completo, se debe de proceder a escarificar el área previamente delimitada, hasta una profundidad mínima de 100 milímetros, mezclando eficientemente el material con la humedad adecuada, efectuándose la corrección, tendido y compactación hasta que dicha superficie, tanto en el área delimitada como en las áreas adyacentes, cumpla con los requisitos de estas Especificaciones Generales. Para estas operaciones puede usarse motoniveladora, o equipo que sea adecuado para este objeto.

Si los defectos se presentan en todo el ancho de la capa de sub-base o base recuperada, se debe delimitar previamente la longitud del tramo de corrección y proceder a efectuar las operaciones antes indicadas en el ancho y espesor completos de dicha capa.

(2) Corrección por Falta de Homogeneidad.

Cuando sea necesario corregir áreas de capas de sub-base o de base recuperada, debido a segregación, falta de homogeneidad o compactación insuficiente comprobada, el área previamente delimitada debe escarificarse en una profundidad mínima de 100 milímetros y después de efectuar las correcciones necesarias, se debe mezclar y compactar de nuevo hasta que, tanto el área delimitada, como la superficie adyacente, cumplan con los requisitos de estas Especificaciones Generales. Para esta operación puede utilizarse mezcladora móvil, motoniveladora o equipo que sea adecuado para este objeto.

(3) Correcciones por Diferencias en el Espesor.

Cuando se determine que la capa de sub-base o base recuperada presenta diferencias en la profundidad de recuperación o en el espesor especificado, fuera de la tolerancia establecida en 306.08 (c) (4), el Contratista a su costa, debe corregir el espesor fuera de la tolerancia en el ancho total de la sub-base o de la base recuperada, según la sección típica, escarificando hasta la profundidad de recuperación especificada, agregando o removiendo material para obtener el espesor especificado y procediendo a efectuar las operaciones de colocación, tendido, mezcla, riego de agua, conformación y compactación, de acuerdo con lo establecido en 306.04 a 306.07.

(b) Correcciones por Variaciones de Diseño o Causas no Imputables al Contratista.

Cuando sea necesario efectuar correcciones a la capa de sub-base o base recuperada, por variaciones de diseño o causas no imputables al Contratista, el Delegado Residente debe proceder a delimitar el área afectada, ordenando las correcciones necesarias, por cuyo trabajo se debe pagar al Contratista ya sea a los precios unitarios de Contrato, o en su defecto, por medio de un Acuerdo de Trabajo Extra. Cuando, a pesar de haberse llenado todos los requisitos de construcción, el tramo presente una deflexión superior a la especificada, el Delegado Residente deberá ordenar el incremento del espesor de la capa inmediata superior a la de sub-base o base recuperada, según corresponda.

306.10 MEDIDA.

(a) La medida se debe hacer del número de metros cuadrados del espesor de recuperación especificado, con aproximación de dos decimales, correspondiente al ancho promedio de la sección típica a construir indicada en los planos del proyecto, satisfactoriamente contruidos de acuerdo con estas Especificaciones Generales y Disposiciones Especiales. El área del material recuperado se debe determinar como el producto del ancho promedio por la longitud del tramo a recuperar y debe estar dentro de los límites y dimensiones indicados en las secciones típicas de pavimentación, de acuerdo con los alineamientos horizontal y vertical mostrados en los planos u ordenados por el Delegado Residente. La longitud se debe medir sobre la línea central de la carretera, en proyección horizontal.

(b) El suministro y la colocación del material de aporte serán medidos por el número de metros cúbicos, con aproximación de dos decimales, determinado por métodos analíticos sobre la base del área neta comprendida entre la sección típica de pavimentación al nivel de la

capa recuperada y las secciones originales del pavimento existente. Para el efecto, a las áreas que requieran material de aporte se les debe deducir las áreas del pavimento existente que estén afuera de los límites de la sección típica de construcción al nivel de la capa recuperada. Las secciones originales del pavimento existente serán medidas por medio de secciones transversales como se indica en 152.04 (b) usando para el cálculo del volumen el método del promedio de áreas extremas u otro como ahí se indica.

306.11 PAGO.

(a) El pago de la operación de recuperación se debe hacer por el número de metros cuadrados medidos como se indica en 306.10 (a) y cubrirá todas las operaciones de escarificación, pulverización, mezcla del material de aporte, humidificación, homogeneización, conformación y compactación y que estén debidamente cubiertos por la capa de base en el caso de la sub-base recuperada o imprimados en el caso de la base recuperada, al precio unitario de contrato, correspondiente a Capa de Sub-base o Capa de Base Recuperada.

(b) El pago del suministro y colocación del material de aporte se debe hacer por el número de metros cúbicos medidos como se indica en 306.10 (b) al precio unitario de contrato del renglón correspondiente. El costo de las operaciones de mezcla, humidificación, homogeneización, conformación y compactación del material de aporte se debe considerar incluido en 306.11 (a).

No se reconocerá ningún pago adicional por el acarreo de todos los materiales, incluyendo el agua que se necesite agregar a la sub-base o base recuperada. Tampoco se reconocerá pago adicional por la maquinaria, equipo y personal necesarios para efectuar el control de laboratorio, incluyendo la deflexión, ni por las correcciones de defectos imputables al Contratista.

RESUMEN DE NORMAS

<u>Ensayos</u>	<u>Materiales</u>
CBR	AASHTO T 193
Abrasión	AASHTO T 96
Graduación	AASHTO T 27 y AASHTO T 11
Muestra preparada en Húmedo	AASHTO T 146
Límite líquido	AASHTO T 89
Índice de plasticidad	AASHTO T 90
Equivalente de arena	AASHTO T 176
Humedad de campo, usando carburo	AASHTO T 217
Compactación	AASHTO T 180, y AASHTO T 191
Deflexión Viga Benkelman	AASHTO T 256

SECCION 307 CAPA DE SUB-BASE Y BASE ESTABILIZADA

- 307.01 Definición.
- 307.02 Descripción.
- 307.03 Requisitos para los Materiales a Estabilizar.
- 307.04 Requisitos para los Materiales Estabilizadores.
- 307.05 Requisitos para el Agua.
- 307.06 Requisitos para el Material Estabilizado.
- 307.07 Requisitos para Materiales de Curado.
- 307.08 Espesor de la Sub-base y/o Base Estabilizada.
- 307.09 Determinación del Procedimiento de Estabilización.
- 307.10 Combinación de Varios Materiales a Estabilizar.
- 307.11 Selección de los Materiales a Estabilizar.
- 307.12 Requisitos para Estabilización con Cal o Cal con otros Estabilizadores.
- 307.13 Requisitos para Estabilización con Cemento Hidráulico o con Mezclas de Cemento Hidráulico y otros Estabilizadores.
- 307.14 Requisitos para Estabilización con Material Bituminoso.
- 307.15 Estabilización con Productos Químicos Orgánicos e Inorgánicos.
- 307.16 Requisitos del Clima.
- 307.17 Control de Tránsito y Mantenimiento.
- 307.18 Control de Calidad, Tolerancias y Aceptación.
- 307.19 Correcciones.
- 307.20 Medida.
- 307.21 Pago.

307.01 DEFINICION.

(a) Sub-base Estabilizada. Es la capa constituida de materiales pétreos y/o suelos mezclados con materiales o productos estabilizadores, preparada y construida aplicando técnicas de estabilización de suelos, para mejorar sus condiciones de estabilidad y resistencia, para constituir una sub-base integrante de un pavimento, la cual está destinada fundamentalmente a soportar, transmitir y distribuir con uniformidad el efecto de las cargas del tránsito proveniente de las capas superiores del pavimento, de tal manera que el suelo de sub-rasante las pueda soportar, la cual debe tener el ancho, espesores y proporciones indicadas en los planos y en las Disposiciones Especiales, ajustándose a los alineamientos, niveles y pendientes longitudinales y transversales determinadas en los planos.

(b) Base Estabilizada. Es la capa formada por la combinación de piedra o grava trituradas cuando sea requerido en las Disposiciones Especiales, combinadas con material de relleno, mezclados con materiales o productos estabilizadores, preparada y construida aplicando técnicas de estabilización, para mejorar sus condiciones de estabilidad y resistencia, para constituir una base integrante de un pavimento destinada fundamentalmente a distribuir y transmitir las cargas originadas por el tránsito, a la capa de sub-base, la cual debe tener el ancho, espesores y proporciones indicadas en los planos y en las Disposiciones Especiales, ajustándose a los alineamientos, niveles y pendientes longitudinales y transversales determinadas en los planos.

307.02 DESCRIPCION. Este trabajo consiste en la obtención y explotación de canteras y bancos; la trituración cuando sea requerida de piedra o grava, combinándolas con material de relleno para formar un material clasificado; el transporte, apilamiento y almacenamiento del material a estabilizar; el aprovisionamiento, transporte, almacenamiento y aplicación de los materiales o productos estabilizadores; la mezcla en planta o en la carretera, según se indique en las Disposiciones Especiales; el transporte, colocación, tendido, conformación y compactación de la mezcla; el curado y la regulación del tránsito, así como el control de laboratorio durante todas las operaciones necesarias para construir la sub-base o base estabilizada en una o varias capas conforme lo indicado en los planos, ajustándose a los

alineamientos horizontal, vertical y secciones típicas de pavimentación, dentro de las tolerancias estipuladas, de conformidad con estas Especificaciones Generales y Disposiciones Especiales.

MATERIALES

307.03 REQUISITOS PARA LOS MATERIALES A ESTABILIZAR.

(a) Material a estabilizar para Sub-base. Si se trata de una estabilización con cal se admitirá un índice plástico hasta de 30. Para la estabilización con cemento, se admitirá un índice plástico hasta de 15 y hasta un 70% de material que pase el tamiz 75 μm (N° 200). Si se trata de una estabilización con material bituminoso, se admitirá un índice plástico hasta de 15 siempre que el producto del índice plástico por el porcentaje que pasa el tamiz 75 μm (N° 200) sea menor de 72.

(b) Material a estabilizar para Base. Los materiales a estabilizar para la capa de base deben consistir en piedra, grava o arena de río, solamente clasificadas sin triturar. Cuando así lo indiquen las Disposiciones Especiales, se puede requerir trituración parcial o total de la piedra o grava. En todo caso, los materiales pétreos pueden combinarse con material de relleno, en proporciones adecuadas, para formar un material para estabilizar; que llene los requisitos siguientes:

(1) Abrasión. La porción de material retenida en el Tamiz 4.75 mm (N° 4), no debe tener un porcentaje de desgaste por abrasión determinado por el método AASHTO T 96, mayor de 50 a 500 revoluciones. Cuando las Disposiciones Especiales lo indiquen expresamente, puede permitirse un porcentaje de desgaste mayor, de acuerdo a las características de los materiales disponibles en el sitio del proyecto.

(2) Desintegración al Sulfato de Sodio. No debe tener una pérdida de peso mayor de 15% al ser sometido a cinco ciclos, en el ensayo efectuado según AASHTO T 104.

(3) Caras Fracturadas y Partículas Planas o Alargadas. Cuando se requiera piedra o grava trituradas, no menos del 50% en peso de las partículas retenidas en el Tamiz 4.75 mm (N° 4) deben de tener por lo menos, una cara fracturada. En todo caso, no más del 20% en peso, pueden ser partículas planas o alargadas, con una longitud mayor de cinco veces el espesor promedio de dichas partículas.

(4) Impurezas. El material a estabilizar debe estar exento de materias vegetales, basura, terrones de arcilla, o sustancias que incorporadas dentro de la capa de base estabilizada con cemento puedan causar fallas en el pavimento.

(5) Graduación. Los materiales a estabilizar para la capa de base, deberán cumplir con las graduaciones establecidas en las Secciones 304 ó 305, según corresponda de acuerdo con lo indicado en las Disposiciones Especiales, con la salvedad de que el porcentaje que pasa el Tamiz 75 μm para el caso de la Sección 305 tendrá un valor máximo del 15%.

(6) Plasticidad y Equivalente de Arena. La fracción de material a estabilizar que pasa el Tamiz 4.75 mm (N° 4) incluyendo el material de relleno, no debe tener, en la porción que pasa el Tamiz 0.425 mm (N° 40), un índice de plasticidad mayor de 10, determinado por el método AASHTO T 90, ni un límite líquido mayor de 30, determinado por el método AASHTO T 89, determinados ambos sobre muestra preparada en húmedo de conformidad con el método AASHTO T 146. En el caso de estabilización con cemento, el equivalente de arena determinado por el método AASHTO T 176 no debe ser menor de 25 y no debe ser menor de 30 para la estabilización con material bituminoso.

(7) Peso. El material a estabilizar debe ser uniforme en calidad y densidad, y su peso unitario determinado según AASHTO T 19, no debe de ser menor de 80 libras/pie cúbico (1,280 kilogramos/metro cúbico).

(8) Material de Relleno. Cuando se necesite agregar material de relleno en adición al que se encuentra en forma natural en el material, para proporcionarle características adecuadas de granulometría, éste debe estar libre de impurezas y consistir en un suelo arenoso, arena pómez, polvo de roca, limo inorgánico u otro material, con alto porcentaje de partículas que pasan el Tamiz 2.00 mm (N° 10).

307.04 REQUISITOS PARA LOS MATERIALES ESTABILIZADORES. Los materiales estabilizadores pueden ser cal, cemento hidráulico, materiales bituminosos y otros productos que llenen los requisitos que se establecen en esta Sección. En los planos y en las Disposiciones Especiales se indicará el tipo de material estabilizador a usar.

(a) Cal Hidratada. Debe cumplir con los requisitos establecidos en AASHTO M 216, ASTM C 977, NGO 41018, ASTM C 206 y ASTM C 207.

(b) Lechada de Cal. Puede hacerse con cal hidratada o cal viva pulverizada y debe llenar los requisitos siguientes.

(1) Composición Química. El contenido de sólidos debe consistir de un mínimo de 87% en masa, de óxidos de calcio y magnesio.

(2) Residuo. El porcentaje por masa del residuo retenido en los tamices indicados, para el contenido de sólidos de la lechada, no debe ser mayor de los límites mostrados en la siguiente tabla.

Tabla 307-1 Requisitos de Graduación para el residuo

Tamaño del tamiz	Porcentaje retenido en masa
3.350 mm	0.2
0.600 mm	4.0

(3) Grado de la Lechada. Debe corresponder a uno de los grados siguientes:

a) Grado 1. El contenido de sólidos no debe ser mayor de 31% de la masa total de la lechada.

b) Grado 2. El contenido de sólidos no debe ser mayor de 35% de la masa total de la lechada. Con contenidos mayores de sólidos, la lechada no puede ser bombeada ni rociada.

(c) Cemento Hidráulico. Preferentemente debe usarse Cemento Pórtland Ordinario Tipo I y II, Cemento Pórtland Modificado con Puzolanas tipo IPM, Cementos Pórtland Puzolánico tipo IP, Cementos Pórtland Modificado con Escorias de Alto Horno tipo ISM y Cemento de Escorias de Altos Hornos tipo IS, todos con una clase de resistencia de 28 N/mm² o mayor, de conformidad con lo indicado en 551.04 (a).

(d) Puzolanas Naturales o Artificiales y Cenizas Volantes de Carbón. Deben cumplir con lo indicado según ASTM C 618 y en 551.03 (g). Queda terminantemente prohibido el empleo de cenizas volantes producidas por plantas que utilicen compuestos de sodio, amoníaco o azufre para controlar las emisiones de combustión.

(e) Materiales Bituminosos. Deben llenar los requisitos señalados en la siguiente tabla, a menos que lo indiquen en otra forma las Disposiciones Especiales:

TABLA 307-2 Requisitos para los Materiales Bituminosos

Tipo y grado de material bituminoso	Especificación	Temperatura de aplicación en ° C
1) Asfaltos Líquidos		
• MC 250	AASHTO M 82,	75 - 85
• SC 250	AASHTO M 141	75 - 85
• MC 800	AASHTO M 82,	95 - 100
• SC 800	AASHTO M 141	95 - 100
2) Emulsiones Asfálticas		
• SS-1	AASHTO M 140	20 - 70
• CSS-1	AASHTO M 208	20 - 70
• SS 1h	AASHTO M 140	20 - 70
• CSS 1h	AASHTO M 208	20 - 70

Nota: La tabla anterior sirve para indicar los rangos de temperatura necesarios para proporcionar la viscosidad del asfalto adecuada para su esparcimiento. Debe reconocerse que los rangos de temperatura indicados están arriba del mínimo punto de llama para los asfaltos líquidos. En realidad algunos asfaltos pueden tener puntos de llama a temperaturas inferiores de los rangos aquí indicados, es por ello que deben tomarse precauciones de seguridad adecuadas todo el tiempo cuando se trabaje con asfaltos líquidos. Estas precauciones de seguridad incluyen pero no están limitadas a lo siguiente:

1. No se debe permitir la existencia de llamas o chispas cerca de estos materiales. El control de temperatura debe efectuarse en mezcladoras, distribuidoras u otro equipo diseñado y aprobado para este propósito.
2. Nunca deben usarse llamas para examinar los tambores, tanques de asfalto u otros contenedores en los que se hayan almacenado estos materiales.
3. Todos los vehículos que transporten estos materiales deben ser ventilados adecuadamente.
4. Únicamente el personal con experiencia podrá supervisar y manipular estos materiales.

(f) Compuestos estabilizadores químicos orgánicos e inorgánicos. Podrán usarse estabilizadores químicos u otros basados en resinas sintéticas, solos o en combinación con cal, cemento o material bituminoso, como se indique en las Disposiciones Especiales, en los planos o con autorización del Delegado Residente con la aprobación del Ingeniero. El Delegado Residente debe requerir el certificado de calidad extendido por el fabricante o distribuidor, incluyendo los aspectos referentes a la dosificación, procedimientos de aplicación, resistencia y durabilidad del producto.

(g) Aditivos Retardantes del Fraguado y Endurecimiento. Para las sub-bases o bases estabilizadas con cemento, estos aditivos deben cumplir con los requisitos de 551.05 (b).

307.05 REQUISITOS PARA EL AGUA. El agua a usar en las operaciones de estabilización, debe ser clara, libre de aceites, sales, ácidos, álcalis, azúcar, materia vegetal y demás sustancias que puedan ser perjudiciales para la efectividad de la estabilización, según el tipo de producto estabilizador utilizado.

El agua debe llenar los requisitos de la norma AASHTO T 26. Si la fuente es de un sistema de abastecimiento de agua potable, puede ser utilizada sin necesidad de ensayo previo.

307.06 REQUISITOS PARA EL MATERIAL ESTABILIZADO. A menos que las Disposiciones Especiales lo indiquen de otra forma, el material estabilizado debe llenar los requisitos siguientes:

(a) Resistencia.

(1) Resistencia a Compresión no Confinada. El material de sub-base o base ya estabilizado debe tener una resistencia mínima acorde al espesor de la capa, establecidos ambos en el diseño e indicados en los planos y en las Disposiciones Especiales. Los valores obtenidos durante la construcción, determinados por el método AASHTO T 220 o ASTM D 5102

para Cal o, ASTM D 1632 y D 1633 para Cemento, según corresponda, en ningún caso podrán ser menores que los indicados en los planos y en la siguiente tabla.

Tabla 307-3 Requisitos de Resistencia a la Compresión no Confinada

Estabilizador	Resistencia mínima a la compresión		Edad en días	Especificación
	Sub-base	Base		
Cal	1.40 MPa	2.00 MPa	28	ASTM D 5102
Cal-puzolana	2.40 MPa	3.50 MPa	7	ASTM C 593
Cal-cemento-puzolana	2.40 MPa	3.50 MPa	7	ASTM D 1633
Cemento-puzolana	2.40 MPa	3.50 MPa	7	ASTM D 1633
Cemento	2.40 MPa	3.50 MPa	7	ASTM D 1633
Estabilizadores químicos	2.40 MPa	3.50 MPa	7	ASTM D 1633

(2) Resistencia a Mojado y Secado. Los especímenes de material estabilizado con cemento, al someterse a 12 ciclos de humedecimiento y secado de conformidad con AASHTO T 135, no deben tener una pérdida de peso mayor de 14% para las sub-bases estabilizadas ni mayor de 10%, para las bases estabilizadas.

(3) Estabilidad Marshall. El material de sub-base o base estabilizado con materiales bituminosos debe tener una resistencia mínima acorde al espesor de la capa, establecidos ambos en el diseño y conforme se indique en las Disposiciones Especiales y en los planos. En todo caso, el material de sub-base estabilizado deberá tener una estabilidad Marshall mayor de 2,224 Newtons (500 lb.) y el material de base ya estabilizado deberá tener una estabilidad Marshall mayor de 3,336 Newtons (750 lb.). La compactación de los especímenes para los ensayos indicados anteriormente deberá efectuarse a 50 golpes por cara para la capa de sub-base y a 75 golpes para la capa de base. Cuando se usen asfaltos líquidos el ensayo Marshall se efectuará de conformidad con AASHTO T 245 ó ASTM D 1559. Cuando se usen emulsiones asfálticas se efectuará el ensayo Marshall Modificado de conformidad con el manual MS-19 del Instituto de Asfalto.

La preparación para medir la pérdida de estabilidad por inmersión consistirá en los siguientes pasos:

- Se debe mantener los especímenes dentro del molde 24 horas a temperatura ambiente.
- Se debe mantener los especímenes 24 horas adicionales afuera del molde.
- Posteriormente se deben secar los especímenes al horno a 38 °C durante 24 horas.
- A continuación se deben sumergir en agua, en un recipiente con una presión reducida a 100 milímetros de mercurio durante una hora y luego restablecer gradualmente la presión atmosférica manteniendo el espécimen en saturación hasta completar un período de 2 horas.
- Al completar esta secuencia, se procederá a realizar el ensayo de estabilidad Marshall.

El valor de la pérdida de estabilidad por inmersión no deberá ser mayor del 30%, calculada como:

$$\text{Valor de pérdida} = 100 - \frac{\text{estabilidad saturada}}{\text{estabilidad seca}} \times 100$$

Por lo menos el 50% de las partículas de agregado deberán quedar recubiertas con material bituminoso, de conformidad con el ensayo por inmersión en agua a 60 °C de la DGC.

(b) Plasticidad. El material de sub-base o base ya estabilizado con cal o cemento, debe tener un índice de plasticidad determinado por el método AASHTO T 90, no mayor de 4.

307.07 REQUISITOS PARA MATERIALES DE CURADO.

(a) Requisitos para Emulsiones Asfálticas de Curado. El tipo, grado, y especificación para el material bituminoso, que se use para riego de curado, debe ser el correspondiente a las emulsiones SS ó CSS, a menos que lo indiquen de otra forma las Disposiciones Especiales, de acuerdo con AASHTO M 140 y AASHTO M 208, respectivamente, con temperaturas de aplicación entre 20° y 70° C.

(b) Requisitos para Otros Materiales de Curado. Si las Disposiciones Especiales así lo indican, pueden utilizarse otros materiales impermeables para riegos de curado de acuerdo con lo indicado en la Sección 551.

REQUISITOS DE CONSTRUCCION

307.08 ESPESOR DE LA SUB-BASE Y/O BASE. El espesor requerido para cada tramo correspondiente, debe ser el indicado en los planos, resultantes del diseño del pavimento.

En las Disposiciones Especiales se deben indicar los requisitos de resistencia correspondientes al tipo de estabilización y a los espesores indicados en los planos. Así mismo, al especificar el espesor total de la capa, se deberá indicar el número de capas parciales y su espesor máximo necesario para completar el espesor total de diseño.

El espesor total de la capa de sub-base o base estabilizada no podrá ser menor de 100 milímetros ni mayor de 500 milímetros.

307.09 DETERMINACION DEL PROCEDIMIENTO DE ESTABILIZACION. Previamente a la iniciación de los trabajos de construcción de la sub-base y/o base estabilizada, en forma continua, el Contratista debe someter para conocimiento del Delegado Residente, el procedimiento y la dosificación propuestas para la estabilización de acuerdo con las resistencias requeridas, las características de los materiales y el sistema de estabilización que se establezca en las Disposiciones Especiales. Así mismo debe determinar, si la aplicación del material estabilizador se va a efectuar en planta o en la carretera, a menos que las Disposiciones Especiales y/o los planos lo indiquen específicamente. En todo caso, el procedimiento debe incluir los resultados de los ensayos de laboratorio correspondientes.

Esta información debe presentarla el Contratista con 15 días de anticipación como mínimo, para que el Delegado Residente pueda hacer las verificaciones que estime convenientes para su aprobación correspondiente.

307.10 COMBINACION DE VARIOS MATERIALES A ESTABILIZAR. Si para formar el material a estabilizar, se utilizan combinaciones de materiales de varios bancos aprobados, las cantidades de dichos materiales deben ajustarse a las proporciones previamente establecidas por los ensayos de laboratorio, para formar un material a estabilizar, que llene los requisitos de estas Especificaciones Generales.

307.11 SELECCION DE LOS MATERIALES A ESTABILIZAR. Es responsabilidad del Contratista seleccionar los bancos de materiales a estabilizar y someter los materiales a la aprobación del Delegado Residente, acompañando los resultados de los ensayos de laboratorio que haya efectuado. Esta solicitud debe presentarla antes de utilizar cualquier banco, con 15 días de anticipación como mínimo, para que el Delegado Residente pueda hacer las verificaciones que estime convenientes. La aprobación de los bancos de materiales, no exime al Contratista de su responsabilidad de colocar una capa de sub-base y/o base estabilizada que se

ajuste a estas Especificaciones Generales y Disposiciones Especiales. Los bancos de materiales apropiados para uso posterior en la construcción de una capa superior, no deben ser utilizados, si en opinión del Delegado Residente es evidente su escasez. Cuando existan alternativas para el uso de varios bancos de material para estabilizar, dentro de condiciones normales de acarreo, el Contratista debe usar el material que proporcione una combinación, que económicamente requiera la menor cantidad de material estabilizador, para llenar los requisitos establecidos en 307.06.

307.12 REQUISITOS PARA ESTABILIZACION CON CAL Y CAL CON OTROS ESTABILIZADORES (PUZOLANAS O ESCORIAS DE ALTO HORNO).

(a) Cantidad de aplicación. La cantidad de cal y otros estabilizadores para estabilización, debe ser ordenada por escrito por el Delegado Residente de conformidad con lo indicado en 307.09. Las cantidades de cal pueden variar entre 2% y 6% por peso, del material a estabilizar.

(b) Mezcla. El espesor completo de la capa tendida del material a estabilizar y cal; o cal con otros estabilizadores, debe mezclarse con máquina mezcladora previamente aprobada por el Delegado Residente. La cal no puede dejarse expuesta sin mezclar por un período mayor de 6 horas, debiéndose agregar la cantidad de agua adecuada para efectuar la mezcla y para asegurar la acción química de la cal.

La mezcla del material a estabilizar y el estabilizador puede ser hecha en carretera o en planta. El material ya estabilizado para sub-base debe llenar los requisitos de graduación indicados en la Tabla 307.04.

Tabla 307-04 Requisitos de Graduación de la Mezcla Final

Tamaño del Tamiz	% mínimo en masa de grumos que pasa un tamiz de abertura cuadrada
38.1 mm (1 ½")	100 %
4.75 mm (N° 4)	50 %

(1) Mezcla en carretera. Cuando la mezcla se haga en carretera, el Contratista puede colocar el material a estabilizar de conformidad con el espesor de diseño de sub-base y/o base estabilizada, tomando en cuenta la reducción en el espesor que se producirá al ser compactado, en los tramos en que la capa anterior haya sido recibida. El material puede ser colocado por volteo en pilas, camellones o con máquina especial esparcidora.

La aplicación del material estabilizador puede hacerse con aplicación en seco o con lechada.

a) Aplicación en Seco. La cal y otros estabilizadores deben esparcirse uniformemente sobre la superficie del material a estabilizar, por medio de equipo distribuidor de tipo de tornillo, caja u otro sistema previamente aprobado por el Delegado Residente. La aplicación no debe efectuarse colocando las bolsas directamente sobre la superficie ni cuando las condiciones del viento obstaculicen su adecuada distribución en la cantidad especificada y ordenada.

El material debe ser regado con agua en cantidad adecuada para su homogeneización.

b) Aplicación en Lechada. La cal y otros estabilizadores pueden ser aplicados en forma de lechada, mezclando previamente la cal y otros aditivos con agua en camiones tanque con agitador y distribuidor, que permitan su aplicación adecuada, en forma de un riego tenue de agua con lechada en suspensión. La lechada de cal y otros estabilizadores deben llenar los requisitos estipulados en 307.04 (b).

La distribución se debe efectuar por riegos sucesivos, hasta aplicar la cantidad especificada y ordenada según el grado de lechada, de acuerdo con 307.04 (b) (3).

El material tratado debe ser esparcido, mezclado, y homogeneizado, agregándole la cantidad de agua necesaria previo a ser tendido y compactado. El material debe mezclarse por medio de recicladora, mezcladora rotativa, motoniveladora, solas o combinadas, u otro equipo previamente aprobado por el Delegado Residente, hasta desmenuzar todos los grumos.

(2) Mezcla en planta. Cuando la aplicación de la cal y otros estabilizadores se efectúa en planta, ésta debe efectuarse utilizando dosificadora-mezcladora previamente inspeccionada por el Delegado Residente, que produzca una mezcla homogénea con la humedad apropiada. La dosificadora-mezcladora deberá contar con equipo de medición para producir la mezcla en las proporciones por masa, ó volumen, de agregados o materiales a estabilizar, cal, cal y otros estabilizadores, y agua en las proporciones autorizadas por el Delegado Residente según lo establecido en el inciso 307.12 (a) anterior.

La proporción de agua a aplicar deberá ser definida para obtener, en el punto de colocación de la mezcla, una humedad del 2% al 3% mayor que la humedad óptima de la mezcla. El transporte de la mezcla deberá efectuarse en unidades que reduzcan la pérdida de humedad, la pérdida de finos y la segregación de los agregados.

(c) Tendido del material. Los materiales ya mezclados deben ser tendidos en capas no mayores de 300 milímetros ni menores de 100 milímetros, sobre la superficie subyacente previamente preparada y aceptada. Si el espesor total requerido de sub-base y/o base estabilizada es mayor de 300 milímetros, debe ser tendido en dos ó más capas nunca menores de 100 milímetros cada una, no permitiéndose tender la capa siguiente antes de comprobar la compactación de la inmediata anterior. El material de sub-base y/o base estabilizada colocado y tendido, debe corresponder en cantidad al espesor de capa requerido, en el ancho total establecido en la sección típica de pavimentación, tomando en cuenta su reducción de volumen por la compactación. Cuando las condiciones de tránsito lo requieran, puede tenderse media sección.

(d) Afinamiento y Compactación. La superficie de la capa final de sub-base y/o base estabilizada debe afinarse para ajustarse a los espesores indicados en planos y a las alineaciones horizontal y vertical y secciones típicas de pavimentación, procediéndose a la compactación inicial con compactadora liviana de llantas neumáticas no mayor de 70 kN y con rodillo liso sin vibración. Se procederá a la compactación final, con rodillo vibratorio y compactadora pesada de llantas neumáticas, debiendo quedar el nivel de la superficie ya compactada, dentro de las tolerancias establecidas en estas Especificaciones Generales, hasta lograr un mínimo del 98% de la densidad máxima determinada por el método AASHTO T 180 ó AASHTO T 134.

La compactación en el campo se debe comprobar de preferencia mediante el método AASHTO T 191. Con la aprobación escrita del Ingeniero, pueden utilizarse otros métodos técnicos, incluyendo los no destructivos.

Cuando el espesor a compactar exceda de 300 milímetros, el material debe compactarse en dos ó más capas nunca menores de 100 milímetros, permitiéndose ejecutar la compactación en media sección cuando el tránsito lo requiera.

Antes de iniciar las operaciones de construcción de la sub-base y/o base estabilizada, el Contratista debe efectuar un tramo de ensayo con las condiciones, equipo, maquinaria y materiales que utilizará para este efecto en la obra, con el objeto de que el Delegado Residente pueda determinar los parámetros que deben usarse para la evaluación de la compactación. Si durante la construcción, ocurren cambios apreciables en las características y condiciones de los materiales, que varíen dichos parámetros o se cambie de bancos de aprovisionamiento de los

materiales y/o proporciones de mezcla o del material estabilizador, se debe efectuar un nuevo tramo de ensayo.

El material de sub-base y/o base estabilizada con la compactación realmente aplicada, dentro de las tolerancias establecidas, debe llenar los requisitos estipulados en 307.06.

(e) Curado. Para el curado se deberá aplicar un sello consistente de una emulsión asfáltica de grado SS o CSS sobre la superficie de la capa final en una cantidad de 0.45 a 0.90 litros por metro cuadrado de superficie. La cantidad exacta será determinada por el Delegado Residente.

El sello de curado debe ser aplicado dentro de las 48 horas posteriores a la compactación final y en el mismo día en que se completó el afinamiento y la compactación final con rodo metálico. El material estabilizado debe tener el contenido óptimo de humedad, cuando el sello sea aplicado. Este sello no debe ser aplicado cuando la temperatura ambiente esté por debajo de los 5 °C.

No se permitirá el curado con agua, a menos que el Delegado Residente lo autorice. Los daños que sufra el sello de curado deben ser reparados inmediatamente por el Contratista, a su costa y de la manera indicada por el Delegado Residente.

La siguiente capa del pavimento se deberá colocar y compactar dentro de los 7 días de haber compactado y acabado la capa anterior, siempre que se haya alcanzado la resistencia suficiente para que no se produzcan fallas o ahuellamientos en la misma. Las capas intermedias de una sub-base y/o base estabilizada no deben sellarse.

(f) Juntas de Construcción. Para enlazar la operación de cada día con el trabajo terminado el día anterior, en bases y/o sub-bases estabilizadas con cal, se deberá volver a mezclar aproximadamente 0.5 metros de la capa completada anteriormente antes de procesar secciones adicionales. Se deberá agregar el 50% de la cantidad original de cal al material remezclado.

307.13 REQUISITOS PARA ESTABILIZACION CON CEMENTO HIDRAULICO O CON MEZCLAS DE CEMENTO HIDRAULICO Y OTROS ESTABILIZADORES (CAL, PUZOLANAS, Y ESCORIAS DE ALTO HORNO).

(a) Cantidad de aplicación. La cantidad de cemento para estabilización, debe ser ordenada por escrito por el Delegado Residente de conformidad con lo indicado en 307.09 y basándose en los resultados de los ensayos AASHTO T 134, T 135, ASTM D 1632 y D 1633.

La cantidad aproximada de cemento debe estar comprendida dentro de un 3% mínimo a un 8% máximo de cemento por peso, respecto al peso del material a estabilizar.

(b) Mezcla.

(1) Mezcla en carretera. El cemento debe aplicarse uniformemente sobre la superficie del material preparado, debiendo efectuarse estas operaciones dentro del tiempo establecido en 307.13 (d) (2). El material, en el momento de la aplicación del cemento, debe tener, para que se produzca una mezcla uniforme, un contenido de humedad adecuado, menor que el óptimo de conformidad con el método AASHTO T 134; la humedad de campo debe determinarse, secando el material o por el método usando carburo, de conformidad con AASHTO T 217.

La aplicación del cemento debe efectuarse por medio de maquinaria con equipo distribuidor de tipo de tornillo, caja u otro sistema previamente aprobado por el Delegado Residente. El cemento no debe aplicarse con operación manual, colocando las bolsas sobre la

superficie, ni cuando las condiciones del viento obstaculicen su adecuada distribución en la cantidad especificada y ordenada. El cemento que haya sido desplazado de la superficie a tratar, debe ser reemplazado antes de empezar a mezclarse. Inmediatamente después de que el cemento ha sido aplicado, debe procederse a efectuar la mezcla, utilizando máquina mezcladora pulverizadora o estabilizadora, previamente aprobadas por el Delegado Residente. La mezcla debe de continuarse sin interrupción hasta que el cemento esté homogéneo e íntimamente mezclado con el material, para prevenir la formación de grumos de cemento cuando se agregue el agua. Inmediatamente después que el material y el cemento se hayan mezclado, debe agregarse agua en cantidad adecuada y proseguir la mezcla en húmedo hasta lograr la homogeneidad y consistencia apropiadas para la compactación.

El agua debe aplicarse utilizando un distribuidor a presión o con la máquina estabilizadora; y el equipo de abastecimiento y distribución de agua, debe ser capaz de aplicar en menos de 3 horas, la cantidad total para mezclado, en un tramo en construcción.

(2) Aplicación y Mezcla en Planta. La aplicación y mezcla del cemento con el material a estabilizar, debe ser efectuada en planta, cuando las Disposiciones Especiales, así lo establezcan o cuando lo adopta el Contratista en el procedimiento de estabilización aprobado. Para la aplicación y mezcla en planta, debe utilizarse maquinaria dosificadora-mezcladora, que produzca una unión íntima y homogénea entre el material y el cemento, con la humedad apropiada, evitando la formación de grumos. A continuación se detallan los requisitos para las plantas mezcladoras.

a) Capacidad e Instalaciones. Las plantas mezcladoras deben ser de capacidad suficiente y de acuerdo a las operaciones establecidas en el procedimiento de estabilización aprobado. Las instalaciones deben proveer suficiente espacio para el almacenamiento y preparación del material a estabilizar, del cemento y para el aprovisionamiento de agua.

Los diversos tamaños de material que indica la fórmula de dosificación, deben mantenerse separados, hasta que sean transportados a la unidad dosificadora y mezcladora. El espacio de las instalaciones debe mantenerse limpio y ordenado y el almacenamiento de los materiales y el cemento, con fácil acceso para tomar muestras.

b) Silo y Dosificador de Cemento. La planta debe contar con instalación de silo y unidad dosificadora para el cemento hidráulico, de conformidad con lo establecido en la Sección 551.

c) Instalación de Agua. El suministro de agua debe ser suficiente, debiendo tener un medidor para proporcionarla por peso o por volumen, en la cantidad especificada en la fórmula de dosificación. La descarga de agua en la mezcladora, no debe iniciarse antes de que parte del material sea colocado dentro de la misma.

d) Zarandas. Deben ser de capacidad y tamaño suficiente para proporcionar material dentro de la graduación especificada.

e) Tolvas. Deben almacenar material con tal capacidad que asegure la operación de la planta, por lo menos durante 15 minutos sin alimentación a las mismas.

f) Dispositivos para Dosificar. Deben permitir la medida de cantidades de material, cemento y agua, por peso o por volumen; estos dispositivos deben permitir su fácil ajuste en cualquier momento, para adaptar el proporcionamiento a la fórmula de dosificación, dentro de las tolerancias establecidas en 307.18 (c) (4).

g) Unidad Mezcladora. Puede ser del tipo de producción continua o por batchadas, con dispositivo para el control de tiempo de mezclado.

h) Requisitos de Seguridad. En todos los lugares de acceso para el control e inspección deben proveerse escaleras seguras con baranda metálica. Todos los engranajes, poleas, cadenas, ruedas dentadas y demás partes móviles, deben ser eficientemente resguardados y protegidos. El espacio destinado a carga de camiones debe estar libre y protegido para permitir la circulación lateral. Deben proveerse todos los dispositivos e instrucciones para evitar accidentes a los operadores de la planta.

i) Calibración de la Planta. Previamente al suministro continuo de mezcla, el Contratista debe proceder, en presencia del Delegado Residente, a efectuar la calibración de la planta, haciendo los ajustes de todas las operaciones para lograr una mezcla conforme la fórmula de dosificación y dentro de las tolerancias establecidas en estas Especificaciones Generales.

La mezcla debe ser transportada de la planta al lugar de su colocación, por medio de vehículos que reduzcan la pérdida del contenido de humedad y eviten la segregación y la pérdida de material fino, según haya sido determinado en el procedimiento de estabilización aprobado y dependiendo de los requisitos de tiempo, establecidos en el inciso 307.13 (d).

(c) Tendido. Los materiales ya mezclados deben ser tendidos en capas no mayores de 300 milímetros ni menores de 150 milímetros, sobre la superficie subyacente previamente preparada y aceptada. Si el espesor total requerido de sub-base y/o base estabilizada es mayor de 300 milímetros, debe ser tendido en dos ó más capas nunca menores de 100 milímetros cada una, no permitiéndose tender la capa siguiente antes de comprobar la compactación de la inmediata anterior. El material de sub-base y/o base estabilizada colocado y tendido, debe corresponder en cantidad al espesor de capa indicado en los planos u ordenado por el Delegado Residente, en el ancho total establecido en la sección típica de pavimentación, tomando en cuenta su reducción de volumen por la compactación. Cuando las condiciones de tránsito lo requieran, puede tenderse media sección.

(d) Requisitos de tiempo para las operaciones de estabilización con cemento hidráulico.

(1) Durante el proceso de estabilización en todas sus etapas, el material estabilizado, no debe permanecer sin disturbar más de 30 minutos.

(2) Entre la aplicación del agua a la mezcla y la terminación de la conformación y la compactación inicial, no deben transcurrir más de 2 horas, para las operaciones correspondientes a un mismo tramo. Asimismo, no deben de transcurrir mas de 2 ½ horas desde la aplicación del agua a la mezcla, para completar el afinamiento y la compactación final, hasta lograr una superficie firme, con textura libre de laminaciones y material suelto.

(e) Afinamiento y Compactación. El equipo de compactación debe producir la compactación requerida dentro de los límites de tiempo establecidos en el inciso (d) anterior.

La superficie de la capa final de sub-base y/o base estabilizada debe afinarse para ajustarse a los espesores indicados en planos y a las alineaciones horizontal y vertical y secciones típicas de pavimentación. El nivel de la superficie ya compactada, debe quedar dentro de las tolerancias establecidas en estas Especificaciones Generales, hasta lograr un mínimo del 100% de la densidad máxima determinada por el método AASHTO T 134.

La compactación en el campo se debe comprobar de preferencia mediante el método AASHTO T 191. Con la aprobación escrita del Ingeniero, pueden utilizarse otros métodos técnicos, incluyendo los no destructivos.

Cuando el espesor a compactar exceda de 300 milímetros, el material debe compactarse en dos ó más capas nunca menores de 150 milímetros, permitiéndose ejecutar la compactación en media sección cuando el tránsito lo requiera.

Antes de iniciar las operaciones de construcción de la sub-base y/o base estabilizada con cemento hidráulico, el Contratista debe efectuar un tramo de ensayo con las condiciones, equipo, maquinaria y materiales que utilizará para este efecto en la obra, con el objeto de que el Delegado Residente pueda determinar los parámetros que deben usarse para la evaluación de la compactación. Si durante la construcción, ocurren cambios apreciables en las características y condiciones de los materiales, que varíen dichos parámetros o se cambie de bancos de aprovisionamiento de los materiales y/o proporciones de mezcla o del material estabilizador, se debe efectuar un nuevo tramo de ensayo.

El material de sub-base y/o base estabilizada con la compactación realmente aplicada, dentro de las tolerancias establecidas, debe llenar los requisitos de resistencia a la compresión no confinada estipulados en 307.06.

(f) Curado. La sub-base y/o base estabilizada con cemento debe ser cubierta con un sello de emulsión asfáltica, grado SS-1 ó CSS-1.

La emulsión asfáltica para el sello debe ser diluida y completamente mezclada con agua adicional a una razón de una parte de agua por cada parte de emulsión asfáltica. El agua adicionada debe ser de tal calidad que no cause separación prematura de la emulsión. El sello de emulsión asfáltica diluida debe aplicarse en una cantidad de 0.9 a 1.4 litros por metro cuadrado de superficie. La cantidad exacta debe ser determinada por el Delegado Residente.

El sello de curado debe ser aplicado el mismo día que se ejecutó la compactación final y tan pronto como sea posible después de terminada dicha compactación final. Se debe mantener húmeda la superficie hasta que se aplique el sello de curado.

Los daños que sufra el sello de curado o la sub-base y/o base estabilizada con cemento deben ser reparados inmediatamente por el Contratista, a su costa y de acuerdo con las indicaciones dadas por el Delegado Residente. Se debe remover todo el material suelto existente en la superficie de la capa antes de colocar la siguiente capa del pavimento.

(g) Juntas de Construcción. Por razones del fraguado del cemento, deben tratarse y construirse especialmente las juntas, debiéndose efectuar junta longitudinal, cuando por las condiciones del tránsito no puede construirse el ancho completo de la base estabilizada y junta transversal en la unión, del final y principio de las operaciones de cada día de trabajo. Estas juntas deben tratarse cortando verticalmente y tallando la orilla, o bien usando formaletas de madera o metálicas.

Antes de iniciar las operaciones de cada capa adyacente, debe humedecerse la superficie de la junta, para mejorar la adherencia entre las capas.

307.14 REQUISITOS PARA ESTABILIZACION CON MATERIAL BITUMINOSO.

(a) Cantidad de Aplicación. La cantidad de material bituminoso que debe aplicarse, debe ser indicada por orden escrita del Delegado Residente de conformidad con lo indicado en 307.09. La cantidad de emulsión asfáltica puede variar entre 4 y 8% y, al utilizar asfaltos rebajados, entre 3.5 a 7.5% con respecto al peso seco del material a estabilizar, a menos que se indique de otra forma en las Disposiciones Especiales.

Cuando se utiliza el sistema de riegos, indicado en 307.14 (b) (1), cada aplicación no debe exceder de 2 litros (0.53 galones) por metro cuadrado.

(b) Mezcla del Material Bituminoso. La mezcla del material a estabilizar y el estabilizador bituminoso puede ser hecha en carretera o en planta.

(1) Aplicación y Mezcla en la Carretera por Riegos. En el caso que las Disposiciones Especiales autoricen expresamente la mezcla en carretera, el espesor total de diseño de la capa de sub-base y/o base estabilizada indicado en los planos deberá ser trabajado en capas no mayores de 150 milímetros ni menores de dos veces el tamaño máximo del agregado. Cada capa se trabajará en dos o tres sub-capas en un número acorde al espesor de la misma como se indica a continuación.

Cuando se usen emulsiones asfálticas como material estabilizador, la aplicación de la misma debe ser efectuada después de que el material a estabilizar haya sido preparado con un contenido de humedad ligeramente mayor al requerido en el diseño de la mezcla. El material una vez humedecido será colocado en un camellón a un lado del área de trabajo.

Los materiales a estabilizar serán trabajados en las sub-capas mencionadas anteriormente, extendiendo una parte del material del camellón colocado a un lado del área de trabajo, y efectuando el riego a presión del material bituminoso con camión distribuidor a la temperatura que corresponda al tipo de estabilizador empleado, en la fracción que corresponda según el número de sub-capas que se vayan a trabajar. En cada riego de material bituminoso, la motoniveladora debe voltear completamente el material hasta que la mezcla sea uniforme, procediéndose a continuación a efectuar un nuevo riego, hasta completar la dosificación requerida. Seguidamente se deberá extender la siguiente sub-capa procediendo en la forma descrita anteriormente, hasta completar el espesor de la capa.

Completadas estas operaciones, se procederá a la mezcla del espesor completo de la capa hasta que dicha mezcla tenga una apariencia uniforme. El proceso de estabilización de cada capa deberá de ser completado, incluyendo su compactación, antes de iniciar los trabajos correspondientes a la siguiente capa, si ese fuere el caso.

(2) Aplicación y Mezcla en la Carretera por Mezcladora Móvil o Estabilizadora. La aplicación del material bituminoso, puede ser efectuada por medio de planta mezcladora móvil o máquina estabilizadora, equipadas con sistema acoplado de tanque alimentador de material bituminoso; efectuándose previamente, el esparcimiento del material en capas de espesor uniforme. El espesor total de diseño de la capa de sub-base y/o base estabilizada indicado en los planos deberá ser trabajado en capas no mayores de 150 milímetros ni menores de dos veces el tamaño máximo del agregado. En este caso no se requerirá la mezcla de material bituminoso en sub-capas.

(3) Aplicación y Mezcla en Planta. El material bituminoso puede ser aplicado en planta, si así lo establece el procedimiento de estabilización determinado según 307.09 ó lo autorice el Delegado Residente. La aplicación debe efectuarse utilizando máquina dosificadora y mezcladora estacionaria que tenga equipo para controlar de una manera exacta el peso o volumen del material que se introduzca en la mezcladora. Los controles de alimentación del material a estabilizar, del material bituminoso y del agua, en el caso de utilizar emulsiones asfálticas, deben estar interconectados para asegurar una introducción uniforme de los mismos dentro de la mezcladora.

El material a estabilizar y el agua, si se utilizan emulsiones asfálticas, deben ser introducidos en la mezcladora antes que el material bituminoso. En éste caso, el contenido líquido total (emulsión asfáltica y agua) debe ser ajustado de manera que a la hora de compactar, el mismo esté dentro del 2 por ciento del contenido óptimo de humedad. Al haber completado la aplicación de la proporción correspondiente de asfalto líquido o emulsión y agua, las partículas deben ser mezcladas hasta que queden uniformemente recubiertas. Sin embargo

la mezcla no deberá exceder de lo necesario para evitar el desvestimiento de las partículas o la rotura prematura de la emulsión asfáltica en su caso.

El material ya mezclado debe ser transportado en camiones de volteo adecuados y ser colocado en camellones o montones o por medio de máquina esparcidora sobre la superficie de la capa inferior previamente preparada que corresponda.

(c) Aireación. Cuando la fracción del material a estabilizar que pasa el tamiz 200 sea mayor de 2%, se requerirá la aireación de la mezcla. Esto se podrá efectuar como parte del proceso de mezcla en carretera o previo al tendido y compactación de las mezclas elaboradas en planta.

Cuando se utilicen asfaltos rebajados, según el tipo y grado del material, debe airearse la mezcla hasta lograr la evaporación de por lo menos el 80% de los solventes, antes de proceder a la conformación final y compactación de la mezcla. En éste caso la mezcla puede dejarse depositada en la planta, en un lugar previamente aprobado o transportarse para la carretera hasta obtener la condición necesaria para su compactación.

El tiempo de aireación es variable según las características de los materiales y condiciones del clima, por lo que éste debe ser determinado previamente, por medio de ensayos de laboratorio y de campo, sometidos a la aprobación del Delegado Residente.

Las mezclas deberán de ser sometidas a un proceso de aireación moviendo lateralmente con la cuchilla de la motoniveladora los camellones del material estabilizado, o usando cualquier otro método autorizado por el Delegado Residente.

En el caso de estabilización con emulsiones asfálticas, esto se deberá hacer hasta que el contenido de humedad total se haya reducido entre el 2% y el 5% del usado durante la mezcla, o que la emulsión empiece a romper, lo cual se evidencia por un notorio cambio de color, de marrón a negro. En éste momento se deberá comenzar en forma inmediata el proceso de compactación.

Cuando la fracción del material a estabilizar que pasa el tamiz 200 sea menor de 2%, no se requerirá la aireación.

(d) Tendido. Los materiales, ya mezclados y aireados, deben ser tendidos en capas no mayores de 150 milímetros, sobre la superficie subyacente previamente preparada y aceptada. Si el espesor total requerido de sub-base y/o base estabilizada es mayor de 150 milímetros, debe ser tendido en dos ó más capas no permitiéndose tender la capa siguiente antes de comprobar la compactación de la inmediata anterior. El material de sub-base y/o base estabilizada colocado y tendido, debe corresponder en cantidad al espesor de capa indicado en los planos u ordenado por el Delegado Residente, en el ancho total establecido en la sección típica de pavimentación, tomando en cuenta su reducción de volumen por la compactación. Cuando las condiciones de tránsito lo requieran, puede tenderse media sección.

(e) Afinamiento y Compactación. La superficie final de la capa de sub-base y/o base estabilizada debe afinarse para ajustarse al espesor indicado en planos y a las alineaciones horizontal y vertical y secciones típicas de pavimentación. El nivel de la superficie ya compactada, debe quedar dentro de las tolerancias establecidas en estas Especificaciones Generales, hasta lograr el 100% de la densidad máxima determinada por el método AASHTO T 180. La compactación se deberá efectuar desde los lados hacia el centro, en dirección paralela a la línea central de la carretera.

La compactación en el campo se debe comprobar de preferencia mediante el método AASHTO T 191. Con la aprobación escrita del Ingeniero, pueden utilizarse otros métodos técnicos, incluyendo los no destructivos.

Cuando el espesor a compactar exceda de 300 milímetros, el material debe compactarse en dos ó más capas nunca menores de 150 milímetros, permitiéndose ejecutar la compactación en media sección cuando el tránsito lo requiera.

Antes de iniciar las operaciones de construcción de la sub-base y/o base estabilizada, el Contratista debe efectuar un tramo de ensayo con las condiciones, equipo, maquinaria y materiales que utilizará para este efecto en la obra, con el objeto de que el Delegado Residente pueda determinar los parámetros que deben usarse para la evaluación de la compactación. Si durante la construcción, ocurren cambios apreciables en las características y condiciones de los materiales, que varíen dichos parámetros o se cambie de bancos de aprovisionamiento de los materiales y/o proporciones de mezcla o del material estabilizador, se debe efectuar un nuevo tramo de ensayo.

El material de sub-base y/o base estabilizada con la compactación realmente aplicada, dentro de las tolerancias establecidas, debe llenar los requisitos de estabilidad Marshall y pérdida de estabilidad por inmersión estipulados en 307.06.

(f) Curado de la mezcla. Según el tipo y grado de material bituminoso utilizado, la superficie de cada capa compactada debe dejarse descubierta durante un período de entre 2 y 5 días antes de proceder a la colocación de la siguiente capa. Cuando sea necesario mantener el tránsito sobre la capa se deberá efectuar un riego de material secante consistente en una arena de río o arena volcánica secas con una graduación de 100% pasa tamiz 4.75 mm (No. 4) en una proporción de entre 3 y 5 Kg/m².

307.15 ESTABILIZACIÓN CON PRODUCTOS QUÍMICOS ORGANICOS E INORGANICOS. Cuando de conformidad con 307.04 (f) se haya aprobado el uso de éste tipo de estabilizadores en sustitución o como complemento de los productos estabilizadores (cal, cemento o materiales bituminosos), su uso estará regido por los mismos procedimientos, requerimientos y especificaciones de resistencia establecidos para los materiales estabilizados correspondientes a los productos estabilizadores que sustituyan o complementen.

Se admitirán modificaciones en los procedimientos de aplicación del producto estabilizador y mezclado cuando de acuerdo a las características de dicho producto estabilizador y de conformidad con las especificaciones del fabricante sea necesario aplicar técnicas especiales, las cuales deben de ser aprobadas por el Delegado Residente.

307.16 REQUISITOS DE CLIMA. Para todos los procedimientos de estabilización, no se permite efectuar aplicación de material estabilizador en la carretera ni el esparcimiento de la mezcla efectuada en planta, cuando la temperatura sea menor de 10 °C, cuando esté lloviendo o cuando la humedad excesiva de los suelos altere la efectividad del material estabilizador o la uniformidad de la mezcla.

307.17 CONTROL DE TRÁNSITO Y MANTENIMIENTO.

(a) Control de Tránsito. Durante todas las operaciones de construcción de la sub-base y/o base estabilizada, el Contratista debe de controlar el tránsito, señalizando, dirigiendo y controlando la velocidad para evitar accidentes y deterioro del trabajo efectuado, de acuerdo con lo estipulado en la Sección 155.

(b) Mantenimiento. El Contratista debe de mantener la sub-base y/o base estabilizada, hasta que se coloque sobre ésta la capa inmediata superior de la estructura del pavimento. El mantenimiento incluye la limpieza y las correcciones de todos los desperfectos, baches, grietas, descascarados y laminaciones que se produzcan en la superficie.

307.18 CONTROL DE CALIDAD, TOLERANCIAS Y ACEPTACION. El control de calidad de los materiales y el proceso de construcción, debe llenar los requisitos estipulados en la Sección 106.

(a) Control de Calidad en Características de los Materiales.

(1) Compresión no Confinada. Se debe tomar una muestra para ensayo por cada 500 metros cúbicos de los primeros 5,000 metros cúbicos de mezcla de sub-base y/o base estabilizada con cal o cemento colocada. Seguidamente, un ensayo por cada 1,000 metros cúbicos para mezcla en planta o en carretera o cuando cambien las características de los materiales.

(2) Estabilidad Marshall. Se debe tomar una muestra para ensayo por cada 400 metros cúbicos de los primeros 4,000 metros cúbicos de mezcla de sub-base y/o base estabilizada con material bituminoso colocada. Seguidamente, un ensayo por cada 800 metros cúbicos para mezcla en planta o en carretera o cuando cambien las características de los materiales.

(3) Cal Hidratada, Cemento, puzolanas y escorias de alto horno. El Contratista debe presentar certificado de calidad y resultado de ensayos de laboratorio de los productos que utiliza, por cada 750,000 kilogramos.

(5) Material Bituminoso. Se debe tomar una muestra según AASHTO T 40 por cada 100,000 galones, para controlar si cumple con los requisitos especificados del tipo y grado correspondiente.

(6) Agua. Se debe tomar una muestra para ensayo cada vez que se cambie de fuente de aprovisionamiento.

(7) Contenido de Material Estabilizador. Se debe mantener un control constante durante el proceso de estabilización, que las cantidades de material estabilizador correspondan con la dosificación aprobada por el Delegado Residente conforme se establece en 307.09 y se deberán efectuar comprobaciones diarias o por tramo trabajado que la cantidad total de material estabilizador corresponda con el volumen total trabajado.

(b) Tolerancias en las Características de los Materiales. Si los ensayos efectuados a los materiales que se utilizan en todo el proceso de construcción de la sub-base y/o base estabilizada, no llenan los valores especificados, para cada una de las características indicadas, según el caso, para 307.03, 307.04, 307.05, 307.06 y 307.07; después de efectuar las verificaciones necesarias, si esta condición persiste en más del 25% de los ensayos realizados, el Contratista debe hacer las correcciones necesarias a su costa, o el material será rechazado.

(c) Control de Calidad y Tolerancias en los Requisitos de Construcción.

(1) Tolerancias en Compactación. El Contratista debe de controlar por medio de ensayos de laboratorio y de campo, la compactación que debe dar al material según el equipo de que dispone, para lograr la densidad especificada. Se establece una tolerancia en menos, del 3% respecto al porcentaje de compactación estipulado para cada tipo de estabilizador de que se trate, para la aceptación de la capa de base y/ o sub-base estabilizada. Se deben efectuar ensayos representativos por cada 400 metros cuadrados de cada una de las capas que se compacten. Las densidades de campo no deben ser efectuadas a una distancia menor de 20 metros en sentido longitudinal, sobre la superficie compactada que se está controlando, a menos que se trate de áreas delimitadas para correcciones.

De preferencia el control de compactación se debe hacer entre las orillas interiores de la capa de sub-base y/o base estabilizada, a una distancia no menor de 1 metro del borde y siguiendo un orden alternado de derecha, centro e izquierda del eje.

(2) Tolerancias de Superficie. No se aceptan irregularidades mayores de 15 milímetros en exceso de la cota de superficie ordenada para la sub-base y/o base estabilizada. No se aceptan tolerancias en defecto, a menos que el Contratista las llene a su costa, con el material de la capa inmediata superior.

(3) Tolerancias en la Deflexión. El Contratista debe de controlar la deflexión de la capa de sub-base y/o base estabilizada, de acuerdo con la carga e intensidad de tránsito de diseño del pavimento, indicada en las Disposiciones Especiales. Debe utilizarse el método de la Viga Benkelman de conformidad con AASHTO T 256 u otro método equivalente aprobado por el Delegado Residente, a menos que lo indiquen de otra forma las Disposiciones Especiales.

El Contratista debe efectuar un ensayo de deflexión por cada 400 metros cuadrados en la superficie de la capa de sub-base y/o base estabilizada, previamente a su aceptación.

La deflexión máxima de la sub-base estabilizada con cal, cemento o material bituminoso, no debe ser mayor de 1.8 milímetros, y para la base estabilizada con cal, cemento o material bituminoso, no debe ser mayor de 1.3 milímetros, ambas con respecto a un punto dado a una distancia no mayor de 3.68 metros en cualquier dirección, a menos que se establezca de otra manera en las Disposiciones Especiales.

De preferencia el ensayo de deflexión se debe hacer en la franja de mayor circulación del tránsito previsto y siguiendo un orden alternado de derecha e izquierda del eje.

El Contratista debe contar con la maquinaria y equipo necesarios para efectuar este control, con el método anteriormente indicado o el que corresponda según las Disposiciones Especiales.

(4) Tolerancias en la Aplicación del Material Estabilizador. Para efectos de pago, solo se aceptan variaciones no mayores del 5.0 % de la cantidad ordenada, para estabilizaciones con cal, cemento, material bituminoso u otros productos químicos orgánicos e inorgánicos, aprobada por el Delegado Residente, según lo establecido en 307.09.

(d) Aceptación. La aceptación de la capa de sub-base y/o base estabilizada se debe efectuar hasta que ésta se encuentre, en el ancho total indicado en las secciones típicas de pavimentación, debidamente cubierta con la capa inmediata superior de la estructura del pavimento.

No se permite que la capa de sub-base y/o base estabilizada, quede sin cubrir, en una longitud mayor de 2 kilómetros.

307.19 CORRECCIONES. Cuando sea necesario corregir la capa de sub-base y/o base estabilizada, por defectos de construcción o variaciones de diseño, se debe proceder en la forma siguiente:

(a) Correcciones por Defectos de Construcción Imputables al Contratista. Cuando sea necesario corregir áreas de la capa de sub-base y/o base estabilizada, por no cumplir con los requisitos de estas Especificaciones Generales y Disposiciones Especiales dentro de las tolerancias establecidas, el Contratista, a su costa, debe proceder a eliminar el material en el área delimitada, en el espesor total de capa correspondiente y sustituirlo por material estabilizado que llene estas Especificaciones Generales. El material adyacente al área corregida, debe permanecer llenando los requisitos de estas Especificaciones Generales.

(b) Correcciones por Variaciones de Diseño o Causas No Imputables al Contratista. Cuando sea necesario efectuar correcciones a la capa de sub-base y/o base estabilizada, por variaciones de diseño o causas no imputables al Contratista, el Delegado Residente debe proceder a delimitar el área afectada, ordenando las correcciones necesarias, por cuyo trabajo se pagará al Contratista ya sea a los precios unitarios de contrato, o en su defecto, por medio de un Acuerdo de Trabajo Extra.

307.20 MEDIDA.

(a) Capa de Sub-base y/o base Estabilizada. La medida se debe hacer del número de metros cúbicos, con aproximación de dos decimales, medidos ya compactados en su posición final, de capa de sub-base y/o base estabilizada, realmente incorporados a la obra y aceptados dentro de las tolerancias establecidas de acuerdo con estas Especificaciones Generales y Disposiciones Especiales. El volumen debe determinarse por procedimientos analíticos basándose en el espesor promedio efectivamente colocado y dentro de los límites y ancho indicados en las secciones típicas de pavimentación y alineaciones horizontal y vertical mostrados en los planos. La longitud debe medirse sobre la línea central de la carretera en proyección horizontal.

(b) Material Estabilizador.

(1) Cal, Cemento, Puzolanas y Escorias de Altos Hornos. La medida de éstos materiales estabilizadores, se debe hacer del número de kilogramos, con aproximación de dos decimales, ordenados, realmente incorporados a la obra y aceptados dentro de las tolerancias establecidas de acuerdo con estas Especificaciones Generales y Disposiciones Especiales.

(2) Material Bituminoso. La medida se debe hacer del número de galones (USA) tipo de los Estados Unidos de América a la temperatura de 15.6° C, con aproximación de dos decimales, de material bituminoso para estabilización, ordenados, realmente incorporados a la obra y aceptados dentro de las tolerancias establecidas de acuerdo con estas Especificaciones Generales y Disposiciones Especiales.

(3) Compuestos estabilizadores químicos orgánicos e inorgánicos. Para el caso de los estabilizadores suministrados en estado líquido, la medida se debe hacer del número de galones (USA), tipo de los Estados Unidos de América, suministrados en forma de concentrado sin diluir, y para el caso de los estabilizadores suministrados en estado sólido, la medida se debe hacer del número de kilogramos con aproximación de dos decimales. En ambos casos, ésta medida corresponderá a la cantidad de material estabilizador ordenada, realmente incorporada a la obra y aceptada dentro de las tolerancias establecidas de acuerdo con estas Especificaciones Generales y Disposiciones Especiales.

(c) Materiales para Curado.

(1) Material Bituminoso. Cuando se utilicen materiales bituminosos, la medida se debe hacer del número de galones (USA), tipo de los Estados Unidos de América, a la temperatura de 15.6° C, con aproximación de dos decimales, de material bituminoso para curado, ordenados, realmente aplicados a la obra y aceptados dentro de las tolerancias y requisitos estipulados en la Sección 551.

(2) Otros Materiales para Curado. Cuando de conformidad con 307.07 (b), se utilicen otros materiales impermeables para curado, la medida se debe hacer, tal como se indique en las Disposiciones Especiales.

307.21 PAGO.

(a) Capa de Sub-base y/o base Estabilizada. El pago se debe hacer por el número de metros cúbicos, medidos como se indica en 307.20 (a) satisfactoriamente construidos como lo establecen estas Especificaciones Generales y debidamente cubiertos con la capa inmediata superior de la estructura del pavimento, al precio unitario de contrato, correspondiente a la Capa de Sub-base Estabilizada 307.01 (a) y/o Base Estabilizada 307.01 (b).

(b) Material Estabilizador.

(1) Cal, Cemento, puzolanas y escorias de alto horno. El pago de éstos materiales estabilizadores se debe hacer del número de kilogramos, medidos como se indica en 307.20 (b) (1) ordenados y realmente incorporados en la capa de sub-base y/o base estabilizada, dentro de las tolerancias estipuladas en 307.18 (c) (4), como lo establecen estas Especificaciones Generales, a los precios unitarios de contrato, correspondiente a Cal, Cemento, Puzolanas o Escorias de Alto Horno, según el caso.

(2) Material Bituminoso. El pago se debe hacer del número de galones (USA), tipo de los Estados Unidos de América, a la temperatura de 15.6° C, medidos como se indica en 307.20 (b) (2), ordenados y realmente incorporados en la capa de sub-base y/o base estabilizada dentro de las tolerancias estipuladas en 307.18 (c) (4), como lo establecen estas Especificaciones Generales, al precio unitario de contrato, correspondiente a Material Bituminoso.

(3) Compuestos estabilizadores químicos orgánicos e inorgánicos. Para el caso de los estabilizadores suministrados en estado líquido, el pago se debe hacer del número de galones (USA), tipo de los Estados Unidos de América, y para el caso de los estabilizadores suministrados en estado sólido, el pago se debe hacer del número de kilogramos, ambos medidos como se indica en 307.20 (b) (3) ordenados y realmente incorporados en la capa de sub-base y/o base estabilizada, dentro de las tolerancias estipuladas en 307.18 (c) (4), como lo establecen estas Especificaciones Generales, al precio unitario de contrato, correspondiente a Estabilizadores Químicos Orgánicos e Inorgánicos.

(c) Materiales para Curado.

(1) Material Bituminoso. El pago se debe hacer por el número de galones (USA), tipo de los Estados Unidos de América, a la temperatura de 15.6°C, medidos como se indica en 307.20 (c) (1) ordenados y realmente aplicados sobre la capa de sub-base y/o base estabilizada, dentro de las tolerancias estipuladas en la Sección 551, como lo establecen estas Especificaciones Generales y al precio unitario de contrato, correspondiente a Material Bituminoso para Curado.

(2) Otros Materiales para Curado. El pago se debe hacer de conformidad con la medida indicada en 307.20 (c) (2), ordenados y realmente aplicados sobre la capa de sub-base y/o base estabilizada, dentro de las tolerancias y demás requisitos que se establezcan en las Disposiciones Especiales y al precio unitario de contrato, correspondiente a Otros Materiales para Curado.

Estos precios incluyen el trabajo estipulado en esta Sección de conformidad con lo indicado en 110.02.

No se reconoce ningún pago adicional por todos los materiales que sea necesario utilizar, ya sea solos o combinados, para construir la capa de sub-base y/o base estabilizada, de conformidad con estas Especificaciones Generales, ni por el acarreo de los mismos; no se reconoce pago adicional por el suministro, acarreo y aplicación de agua en todas las operaciones de estabilización incluyendo el curado. Tampoco se reconocerá el pago por el suministro, acarreo y aplicación de los acelerantes o los retardantes del fraguado; ni por las operaciones que sea necesario efectuar para la obtención y utilización de los materiales. Tampoco se reconoce

pago extra por la maquinaria, equipo y personal necesarios para efectuar el control de las deflexiones, ni por las correcciones de defectos imputables al Contratista. Todos estos gastos deben estar incluidos en los correspondientes precios unitarios de Contrato.

RESUMEN DE NORMAS

<u>Ensayos</u>			<u>Materiales</u>
Graduación	AASHTO T 27 y AASHTO T 11	Clasificación de de suelos	AASHTO M 145
Límite Líquido	AASHTO T 89	Cal	AASHTO M 216
Índice plástico	AASHTO T 90	Cemento Hidráulico	AASHTO M 85
Equivalente de arena	AASHTO T 176	Asfalto MC	AASHTO M 82
Compactación	AASHTO T 180, AASHTO T 134 y AASHTO T 191	Asfalto SC	AASHTO M 141
Resistencia a compresión, suelo-cal	AASHTO T 220	Emulsiones Aniónicas	AASHTO M 140
Resistencia a compresión, sub-base y/o base estabilizada estabilizada con cemento	ASTM D 1632 ASTM D 1633	Emulsiones Catiónicas	AASHTO M 208
Estabilidad Marshall	AASHTO T 245	Agua	307.05*
Agua	AASHTO T 26		
Humedad de campo, usando carburo	AASHTO T 217		
Mojado y secado, sub-base y/o base estabilizada con cemento	AASHTO T 135		
Deflexión Viga Benkelman	AASHTO T 256		

* Se refiere a estas Especificaciones Generales.

SECCION 308 CAPA DE BASE DE SUELO CEMENTO

- 308.01 Definición.
- 308.02 Descripción.
- 308.03 Requisitos para los Suelos a Estabilizar.
- 308.04 Requisitos para el Cemento Hidráulico y otros materiales.
- 308.05 Requisitos para el Agua.
- 308.06 Requisitos para el Suelo Cemento.
- 308.07 Requisitos para Materiales de Curado.
- 308.08 Espesor de la Base de Suelo Cemento.
- 308.09 Determinación del Procedimiento de Estabilización.
- 308.10 Combinación de Varios Materiales a Estabilizar.
- 308.11 Selección de los Materiales a Estabilizar.
- 308.12 Requisitos para la Estabilización de la Capa de Suelo Cemento.
- 308.13 Uso de Productos Químicos Orgánicos e Inorgánicos.
- 308.14 Requisitos del Clima.
- 308.15 Control de Tránsito y Mantenimiento.
- 308.16 Control de Calidad, Tolerancias y Aceptación.
- 308.17 Correcciones.
- 308.18 Medida.
- 308.19 Pago.

308.01 DEFINICION.

(a) Base de Suelo Cemento. Es la capa formada por la combinación de suelos selectos generalmente de origen volcánico compuestos por pómez o arenas de río, incluyendo gravas en estado natural existentes en dichos suelos y cemento hidráulico, preparada y construida aplicando técnicas de estabilización, para mejorar sus condiciones de estabilidad y resistencia, para constituir una base integrante de un pavimento destinada fundamentalmente a distribuir y transmitir las cargas originadas por el tránsito, a la capa de sub-base, la cual debe tener el ancho, espesores y proporciones indicadas en los planos y en las Disposiciones Especiales, ajustándose a los alineamientos, niveles y pendientes longitudinales y transversales determinadas en los planos.

308.02 DESCRIPCION. Este trabajo consiste en la obtención y explotación de bancos; el cribado de piedra o grava, cuando sea necesario, para formar un material clasificado; el transporte, apilamiento y almacenamiento del suelo a estabilizar; el aprovisionamiento, transporte, almacenamiento y aplicación del cemento; la mezcla en planta o en la carretera, según se indique en las Disposiciones Especiales; el transporte, colocación, tendido, conformación y compactación de la mezcla; el curado y la regulación del tránsito, así como el control de laboratorio durante todas las operaciones necesarias para construir base de suelo cemento en una o varias capas conforme lo indicado en los planos, ajustándose a los alineamientos horizontal, vertical y secciones típicas de pavimentación, dentro de las tolerancias estipuladas, de conformidad con estas Especificaciones Generales y Disposiciones Especiales.

MATERIALES

308.03 REQUISITOS PARA LOS SUELOS A ESTABILIZAR. Los suelos a estabilizar deberán ser materiales seleccionados provenientes de bancos aprobados por el Delegado Residente para ser utilizados, ya sea en su estado natural o mezclando varios de ellos. Los suelos o la combinación de éstos que integren el material a estabilizar, deben llenar los requisitos siguientes:

(a) Plasticidad. El suelo a estabilizar, debe tener un límite líquido no mayor de 40, un índice plástico no mayor de 15.

(c) Impurezas. El suelo para base de suelo de cemento debe estar exento de materias vegetales, basura, terrones de arcilla, o sustancias que incorporadas dentro de la capa de base de suelo cemento puedan causar fallas en el pavimento.

(d) Graduación. El tamaño máximo de las piedras que contenga el suelo a estabilizar no debe exceder de 50 milímetros. El material no debe tener más del 50% en peso de partículas retenidas en el tamiz de 4.75 mm (N° 4) y hasta un 35% de material que pase el tamiz de 75 μm (N° 200).

(e) Peso. El material a estabilizar debe ser uniforme en calidad y densidad, y su peso unitario determinado según AASHTO T 19, no debe de ser menor de 1,040 Kg./m^3 (65 lb./pie^3).

308.04 REQUISITOS PARA EL CEMENTO HIDRÁULICO Y OTROS MATERIALES. Preferentemente debe usarse Cemento Pórtland Ordinario Tipo I y II, Cemento Pórtland Modificado con Puzolanas tipo IPM, Cementos Pórtland Puzolánico tipo IP, Cementos Pórtland Modificado con Escorias de Alto Horno tipo ISM y Cemento de Escorias de Altos Hornos tipo IS, todos con una clase de resistencia de 28 N/mm^2 o mayor, de conformidad con lo indicado en 551.04 (a). Adicionalmente, bajo las siguientes condiciones, se podrán también usar los siguientes materiales con el cemento:

(a) Compuestos estabilizadores químicos orgánicos e inorgánicos. Podrán usarse estabilizadores químicos u otros basados en resinas sintéticas, en combinación con el cemento, como se indique en las Disposiciones Especiales, en los planos o con autorización del Delegado Residente con la aprobación del Ingeniero. El Delegado Residente debe requerir el certificado de calidad extendido por el fabricante o distribuidor, incluyendo los aspectos referentes a la dosificación, procedimientos de aplicación, resistencia y durabilidad del producto.

(b) Aditivos Retardantes del Fraguado y Endurecimiento. Para las bases de suelo cemento, estos aditivos deben cumplir con los requisitos de 551.05 (b).

308.05 REQUISITOS PARA EL AGUA. El agua a usar en las operaciones de estabilización, debe ser clara, libre de aceites, sales, ácidos, álcalis, azúcar, materia vegetal y demás sustancias que puedan ser perjudiciales para la efectividad de la estabilización, según el tipo de producto estabilizador utilizado.

El agua debe llenar los requisitos de la norma AASHTO T 26. Si la fuente es de un sistema de abastecimiento de agua potable, puede ser utilizada sin necesidad de ensayo previo.

308.06 REQUISITOS PARA LA MEZCLA DEL SUELO CEMENTO. A menos que las Disposiciones Especiales lo indiquen de otra forma, el suelo cemento debe llenar los requisitos siguientes:

(a) Resistencia.

(1) Resistencia a Compresión no Confinada. El material de base de suelo cemento debe tener una resistencia mínima acorde al espesor de la capa, establecidos ambos en el diseño e indicados en los planos y en las Disposiciones Especiales. Los valores obtenidos durante la construcción, determinados por los métodos ASTM D 1632 y D 1633, no podrán ser menores que los indicados en los planos ni de, en su defecto, de 3.50 MPa para la Base de Suelo Cemento.

(2) Resistencia a Mojado y Secado. Los especímenes de suelo cemento, al someterse a 12 ciclos de humedecimiento y secado de conformidad con AASHTO T 135, no deben de tener una pérdida de peso mayor de 10%, para la Base de Suelo Cemento.

(b) Plasticidad. El material de Base de Suelo Cemento debe tener un índice de plasticidad determinado por el método AASHTO T 90, no mayor de 4.

308.07 REQUISITOS PARA MATERIALES DE CURADO. Deberán cumplir con todo lo establecido en 307.07.

REQUISITOS DE CONSTRUCCION

308.08 ESPESOR DE LA BASE DE SUELO CEMENTO. Se deberá cumplir con todo lo establecido en 307.08.

308.09 DETERMINACION DEL PROCEDIMIENTO DE ESTABILIZACION. Se deberá cumplir con todo lo establecido en 307.09.

308.10 COMBINACION DE VARIOS MATERIALES A ESTABILIZAR. Se deberá cumplir con todo lo establecido en 307.10.

308.11 SELECCION DE LOS MATERIALES A ESTABILIZAR. Se deberá cumplir con todo lo establecido en 307.11, para llenar los requisitos establecidos en 308.06.

308.12 REQUISITOS PARA LA ESTABILIZACIÓN DE LA CAPA DE BASE DE SUELO CEMENTO. Se debe cumplir con todos los requisitos establecidos en 307.13.

308.13 USO DE PRODUCTOS QUÍMICOS ORGANICOS E INORGANICOS. Cuando de conformidad con 308.04(a) se haya aprobado el uso de éste tipo de estabilizadores como complemento del cemento, no se efectuará ninguna modificación a los requerimientos indicados en 308.06.

Se admitirán modificaciones en los procedimientos de aplicación del producto estabilizador y mezclado cuando de acuerdo a las características de dicho producto estabilizador y de conformidad con las especificaciones del fabricante sea necesario aplicar técnicas especiales, las cuales deben de ser aprobadas por el Delegado Residente.

308.14 REQUISITOS DE CLIMA. Se debe cumplir con todos los requisitos establecidos en 307.15.

308.15 CONTROL DE TRÁNSITO Y MANTENIMIENTO. Se deberá cumplir con todo lo establecido en 307.19.

308.16 CONTROL DE CALIDAD, TOLERANCIAS Y ACEPTACION. El control de calidad de los materiales y el proceso de construcción, debe llenar los requisitos estipulados en la Sección 106.

(a) Control de Calidad en Características de los Materiales.

(1) Compresión no Confinada. Se debe tomar una muestra para ensayo por cada 500 metros cúbicos de los primeros 5,000 metros cúbicos de mezcla de Base de Suelo Cemento colocada. Seguidamente, un ensayo por cada 1,000 metros cúbicos para mezcla en planta o en carretera o cuando cambien las características de los materiales.

(2) Cemento. El Contratista debe presentar certificado de calidad y resultado de ensayos de laboratorio de los productos que utiliza, por cada 750,000 kilogramos.

(3) Agua. Se debe tomar una muestra para ensayo cada vez que se cambie de fuente de aprovisionamiento.

(4) Contenido del Cemento. Se debe mantener un control constante durante el proceso de estabilización, que las cantidades de cemento correspondan con la dosificación aprobada por el Delegado Residente conforme se establece en 308.09 y se deberán efectuar comprobaciones diarias o por tramo trabajado que la cantidad total de cemento corresponda con el volumen total trabajado.

(b) Tolerancias en las Características de los Materiales. Si los ensayos efectuados a los materiales que se utilizan en todo el proceso de construcción de la base de suelo cemento, no llenan los valores especificados, para cada una de las características indicadas, según 308.06; después de efectuar las verificaciones necesarias, si esta condición persiste en más del 25% de los ensayos realizados, el Contratista debe hacer las correcciones necesarias a su costa, o el material será rechazado.

(c) Control de Calidad y Tolerancias en los Requisitos de Construcción. Se deberá de cumplir con todos los requisitos establecidos en 307.18 (c), exceptuando que se establece una tolerancia máxima en la Deflexión de la capa de suelo cemento de 1.5 milímetros.

(d) Aceptación. Estará sujeta a que se cumpla con todo lo establecido en 307.20 (d).

308.17 CORRECCIONES. Cuando sea necesario corregir la capa de base de suelo cemento, por defectos de construcción o variaciones de diseño, se debe proceder en la forma indicada en 307.19.

308.18 MEDIDA.

(a) Capa de Base de Suelo Cemento. La medida se debe hacer del número de metros cúbicos, con aproximación de dos decimales, medidos ya compactados en su posición final, de capa de Base de Suelo Cemento, realmente incorporados a la obra y aceptados dentro de las tolerancias establecidas en 308.16 de acuerdo con estas Especificaciones Generales y las Disposiciones Especiales. El volumen debe determinarse por procedimientos analíticos basándose en el espesor promedio efectivamente colocado y dentro de los límites y ancho indicados en las secciones típicas de pavimentación y alineaciones horizontal y vertical mostrados en los planos. La longitud debe medirse sobre la línea central de la carretera en proyección horizontal.

(b) Cemento. La medida se debe hacer del número de kilogramos, con aproximación de dos decimales, ordenados, realmente incorporados a la obra y aceptados dentro de las tolerancias establecidas en 308.16 de acuerdo con estas Especificaciones Generales y las Disposiciones Especiales.

(c) Compuestos estabilizadores químicos orgánicos e inorgánicos. Para el caso de los estabilizadores suministrados en estado líquido, la medida se debe hacer del número de galones (USA), tipo de los Estados Unidos de América, suministrados en forma de concentrado sin diluir, y para el caso de los estabilizadores suministrados en estado sólido, la medida se debe hacer del número de kilogramos con aproximación de dos decimales. En ambos casos, ésta medida corresponderá a la cantidad de material estabilizador ordenada, realmente incorporada a la obra y aceptada dentro de las tolerancias establecidas de acuerdo con estas Especificaciones Generales y Disposiciones Especiales.

(d) Materiales para Curado.

(1) Material Bituminoso. Cuando se utilicen materiales bituminosos, la medida se debe hacer del número de galones (USA), tipo de los Estados Unidos de América, a la temperatura de 15.6° C, con aproximación de dos decimales, de material bituminoso para curado, ordenados, realmente aplicados a la obra y aceptados dentro de las tolerancias y requisitos estipulados en la Sección 551.

(2) Otros Materiales para Curado. Cuando de conformidad con 308.07 (b), se utilicen otros materiales impermeables para curado, la medida se debe hacer, tal como se indique en las Disposiciones Especiales.

308.19 PAGO.

(a) Capa de Base de Suelo Cemento. El pago se debe hacer por el número de metros cúbicos, medidos como se indica en 308.18 (a) satisfactoriamente construidos como lo establecen estas Especificaciones Generales y debidamente cubiertos con la capa inmediata superior de la estructura del pavimento, al precio unitario de contrato, correspondiente a la Capa de Base de Suelo Cemento.

(b) Cemento. El pago del cemento se debe hacer del número de kilogramos, medidos como se indica en 308.18 (b) ordenados y realmente incorporados en la capa de Base de Suelo Cemento, dentro de las tolerancias estipuladas en 308.16, como lo establecen estas Especificaciones Generales, a los precios unitarios de contrato, correspondiente a Cemento.

(c) Compuestos estabilizadores químicos orgánicos e inorgánicos. Para el caso de los estabilizadores suministrados en estado líquido sin diluir, el pago se debe hacer del número de galones (USA), tipo de los Estados Unidos de América, y para el caso de los estabilizadores suministrados en estado sólido, el pago se debe hacer del número de kilogramos, ambos medidos como se indica en 308.18 (c) ordenados y realmente incorporados en la capa de base de suelo cemento, dentro de las tolerancias estipuladas en 308.16, como lo establecen estas Especificaciones Generales, al precio unitario de contrato, correspondiente a Estabilizadores Químicos Orgánicos e Inorgánicos.

(d) Materiales para Curado.

(1) Material Bituminoso. El pago se debe hacer por el número de galones (USA), tipo de los Estados Unidos de América, a la temperatura de 15.6°C, medidos como se indica en 308.18 (d) (1) ordenados y realmente aplicados sobre la capa de Base de suelo cemento, dentro de las tolerancias estipuladas en la Sección 551, como lo establecen estas Especificaciones Generales y al precio unitario de contrato, correspondiente a Material Bituminoso para Curado.

(2) Otros Materiales para Curado. El pago se debe hacer de conformidad con la medida indicada en 308.18 (d) (2), ordenados y realmente aplicados sobre la capa Base de suelo cemento, dentro de las tolerancias y demás requisitos que se establezcan en las Disposiciones Especiales y al precio unitario de contrato, correspondiente a Otros Materiales para Curado.

Estos precios incluyen el trabajo estipulado en esta Sección de conformidad con lo indicado en 110.02.

No se reconoce ningún pago adicional por todos los materiales que sea necesario utilizar, ya sea solos o combinados, para construir la capa de Base de Suelo Cemento, de conformidad con estas Especificaciones Generales, ni por el acarreo de los mismos; no se reconoce pago adicional por el suministro, acarreo y aplicación de agua en todas las operaciones de estabilización incluyendo el curado. Tampoco se reconocerá el pago por el suministro, acarreo y aplicación de los acelerantes o los retardantes del fraguado; ni por las operaciones que sea necesario efectuar para la obtención y utilización de los materiales. Tampoco se reconoce pago extra por la maquinaria, equipo y personal necesarios para efectuar el control de las deflexiones, ni por las correcciones de defectos imputables al Contratista. Todos estos gastos deben estar incluidos en los correspondientes precios unitarios de Contrato.

RESUMEN DE NORMAS

<u>Ensayos</u>			<u>Materiales</u>
Graduación	AASHTO T 27 y AASHTO T 11	Clasificación de de suelos	AASHTO M 145
Límite Líquido	AASHTO T 89	Cemento Hidráulico	AASHTO M 85
Índice plástico	AASHTO T 90		
Compactación	AASHTO T 180, AASHTO T 134 y AASHTO T 191		
Resistencia a compresión, sub-base y/o base estabilizada estabilizada con cemento	ASTM D 1632 ASTM D 1633		
Agua	AASHTO T 26		
Humedad de campo, usando carburo	AASHTO T 217		
Mojado y secado, sub-base y/o base estabilizada con cemento	AASHTO T 135		
Deflexión Viga Benkelman	AASHTO T 256		

* Se refiere a estas Especificaciones Generales.

SECCION 309 CAPA DE BASE NEGRA

- 309.01 Definición.
- 309.02 Descripción.
- 309.03 Requisitos para los Materiales.
- 309.04 Determinación del Procedimiento de Construcción.
- 309.05 Producción del Material Pétreo.
- 309.06 Preparación del Material Pétreo para Mezcla en Planta.
- 309.07 Preparación del Cemento Asfáltico.
- 309.08 Mezcla.
- 309.09 Cantidad de Cemento Asfáltico.
- 309.10 Transporte de la Mezcla.
- 309.11 Preparación de la Superficie.
- 309.12 Colocación y Tendido.
- 309.13 Compactación.
- 309.14 Juntas.
- 309.15 Trabajos Nocturnos.
- 309.16 Control de Calidad, Tolerancias y Aceptación.
- 309.17 Correcciones.
- 309.18 Medida.
- 309.19 Pago.

309.01 DEFINICION. Base Negra. Es la capa de base, constituida de materiales granulares pétreos, recubiertos con Cemento Asfáltico, elaborada en planta en caliente, con el objeto de mejorar sus condiciones de resistencia a la humedad y estabilidad, proporcionando una mejor distribución de las cargas de tránsito a las capas subyacentes de la estructura del pavimento.

309.02 DESCRIPCION. Este trabajo consiste en la obtención y explotación de canteras y bancos; la trituración de piedra o grava, combinándolas con arena de río, polvo de trituración y material de relleno para formar un material clasificado; el apilamiento y almacenamiento, acarreo del material a mezclar; el suministro, transporte, almacenamiento, calentamiento y aplicación del Cemento Asfáltico; el acarreo, colocación, tendido, conformación y compactación de la mezcla asfáltica; la regulación del tránsito; así como el control de laboratorio durante todas las operaciones necesarias, para construir una capa de Base Negra con material pétreo mezclado en planta, la cual debe tener el ancho, espesores y proporciones indicadas en los planos y en las Disposiciones Especiales, y ajustándose a los alineamientos horizontal y vertical y secciones típicas de pavimentación, dentro de las tolerancias estipuladas, de conformidad con estas Especificaciones Generales y Disposiciones Especiales.

MATERIALES

309.03 REQUISITOS PARA LOS MATERIALES.

(a) Requisito para el Material Pétreo. Debe consistir en piedra o grava de buena calidad, clasificadas y trituradas total o parcialmente, combinadas con arena de río y/o polvo de trituración y material de relleno, para formar un material pétreo que llene los requisitos siguientes:

(1) Abrasión. La porción de material retenida en el Tamiz 4.75 mm (N° 4) no debe tener un porcentaje de desgaste por abrasión determinado por el método AASHTO T 96, mayor de 50 a 500 revoluciones.

(2) Desintegración al Sulfato de Sodio. No debe tener una pérdida de peso mayor del 15%, al ser sometido a cinco ciclos, en el ensayo AASHTO T 104.

(3) Caras Fracturadas y Partículas Planas o Alargadas. No menos del 50% en peso de las partículas retenidas en el Tamiz 4.75 mm (N° 4), deben tener por lo menos una cara fracturada. En todo caso, no más del 20% en peso, pueden ser partículas delgadas o alargadas, con una longitud mayor de cinco veces el espesor promedio de dichas partículas.

(4) Impurezas. El material no debe contener materias vegetales, basura, terrones de arcilla, suelos absorbentes o sustancias que incorporadas dentro de la capa de Base Negra, que pueden causar fallas en el pavimento.

(5) Graduación. El material debe cumplir con los requisitos de graduación, determinada según AASHTO T 27 y T 11, para uno de los tipos establecidos en la siguiente tabla, según lo indiquen las Disposiciones Especiales.

Tabla 309-1 Tipos de Graduación para material pétreo de capa de Base Negra

Estándar mm	Tamiz N°	Porcentaje por peso que pasa un tamiz de abertura cuadrada (AASHTO T 27)			
		TIPO "A" 50 mm (2") máximo	TIPO "B" 38.1 mm (1 ½") máximo	TIPO "C" 25 mm (1") máximo	TIPO "D" 19.1 mm (¾") máximo
50.0	2"	100			
38.1	1 ½"	-	100		
25.0	1"	65-90	70-100	100	
19.0	¾"	-	60-90	70-100	100
12.5	½"	-	-	-	80-100
9.50	⅜"	-	45-75	-	70-90
4.75	N°4	25-60	30-60	35-65	45-70
2.36	N° 8	-	-	-	30-55
2.00	N° 10	-	20-50	-	-
0.425	N° 40	10-30	10-30	12-30	-
0.075	N° 200	3-12	5-15	5-15	4-8

(6) Plasticidad. La porción de material que pasa el Tamiz 4.75 mm (N° 4) incluyendo el material de relleno, debe tener un índice de plasticidad no mayor de 4, determinado por el método AASHTO T 90 y un límite líquido no mayor de 25, determinado por el método AASHTO T 89, determinados ambos sobre muestra preparada en húmedo, de conformidad con AASHTO T 146.

El equivalente de arena no debe ser menor de 25, según AASHTO T 176.

(7) Peso. El material debe ser uniforme en calidad y densidad y su peso unitario, según AASHTO T 19, no debe ser menor de 1,600 Kg./m³ (100 lb./pie³).

(8) Resistencia al Desvestimiento. Las partículas de material deben ser de tal naturaleza, que al recubrirlas completamente con Cemento Asfáltico del tipo y grado a usarse en la capa de Base Negra, no presenten evidencia de desvestimiento, permaneciendo más del 70% de las partículas perfectamente cubiertas con Cemento Asfáltico al efectuar el ensayo por inmersión en agua a 60° C (ensayo de la Dirección General de Caminos). El uso de aditivos como agentes antidesvestimiento, está condicionado a los resultados positivos del ensayo anteriormente indicado, usando los productos propuestos en las proporciones mínimas que satisfacen el mismo.

(b) Requisitos para el Material de Relleno. Cuando se necesite agregar material de relleno en adición al que se encuentra naturalmente en el material, éste debe estar libre de impurezas y consistir en polvo de roca, cal hidratada, cemento hidráulico u otro material mineral

inerte cuyas partículas pasen en su totalidad el Tamiz 0.600 mm. El material de relleno en el momento de su uso no deberá formar grumos.

(c) Requisitos para el Cemento Asfáltico. El tipo, grado, y especificación del cemento asfáltico a usar, debe ser uno de los establecidos en la tabla siguiente, según lo indiquen las Disposiciones Especiales. Para el caso de asfaltos con graduación PG, el grado se indicará en las Disposiciones Especiales de acuerdo con el rango comprendido entre los promedios de las temperaturas máximas durante siete días ó durante los siete días más calurosos del año y la temperatura mínima donde se localice el proyecto, pudiéndose fijar grados intermedios de la tabla siguiente:

Tabla 309-2 Graduación del Cemento Asfáltico para Base Negra

TIPO Y GRADO DEL CEMENTO ASFALTICO	ESPECIFICACION
Graduación por viscosidad: <ul style="list-style-type: none"> • AC-10 • AC-20 • AC-40 	AASHTO M 20
Graduación por penetración: <ul style="list-style-type: none"> • 40-50 • 60-70 • 85-100 • 120-150 	AASHTO M 226
Graduación PG: <ul style="list-style-type: none"> • 64-22 • 70-22 • 76-22 	AASHTO MP 1

El rango de las temperaturas de la mezcla será el correspondiente para producir una viscosidad cinemática entre 0.15 y 0.19 Pascales segundo (Pa-s) (150 y 190 centi Stokes cS).

(d) Requisitos para la Mezcla. La mezcla de material pétreo y Cemento Asfáltico, debe llenar los requisitos del método de diseño establecido en la tabla siguiente, ó según lo indiquen las Disposiciones Especiales.

Tabla 309-3 Requisitos para la Mezcla

METODO DE DISEÑO	VALORES LÍMITES	
	MINIMO	MAXIMO
1) <u>MARSHALL</u> (ASTM D 1559)		
<ul style="list-style-type: none"> • Temperatura de compactación de pastilla para producir una viscosidad de 	0.25 Pa-s (250 cS)	0.31 Pa-s (310 cS)
<ul style="list-style-type: none"> • Número de golpes de compactación en cada extremo del espécimen 	75	75
<ul style="list-style-type: none"> • Estabilidad 	454 Kg (1,000 Libras)	-----
<ul style="list-style-type: none"> • Fluencia en 0.25 mm (0.01 de pulgada) 	8	16
<ul style="list-style-type: none"> • Porcentaje vacíos de la mezcla compactada 	3	8
<ul style="list-style-type: none"> • Porcentaje de vacíos rellenos con asfalto 	60	75
<ul style="list-style-type: none"> • Relación Estabilidad/Fluencia(lb./0.01 pulg.) 	70	-----
<ul style="list-style-type: none"> • Relación finos/bitumen 	0.6	1.6

Cuando de conformidad con las Disposiciones Especiales se utilicen mezclas Superpave, se aplicarán las normas correspondientes contenidas en la sección 401 Pavimento de Concreto Asfáltico.

REQUISITOS DE CONSTRUCCION

309.04 DETERMINACION DEL PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION. Previamente a la iniciación de los trabajos de construcción de Base Negra, o cuando se cambien algunos de los materiales, el Contratista debe informar al Delegado Residente, el procedimiento, incluyendo maquinaria, equipo y materiales que utilizará para las operaciones de construcción de la Base Negra, principalmente en lo referente a la producción, acarreo, tendido y compactación de la mezcla asfáltica de acuerdo con las características de los materiales y los requisitos que establezcan las Disposiciones Especiales. El procedimiento debe determinar la localización de las plantas de producción de materiales, mezcla asfáltica, el tipo y grado del Cemento Asfáltico a utilizar de conformidad con las Disposiciones Especiales, la forma de su almacenamiento y calentamiento, la producción y preparación del material pétreo, incluyendo el material de relleno, las características de la planta de mezcla, ya sea fija o móvil, los resultados de los ensayos de laboratorio y la fórmula de trabajo, dentro de las tolerancias que se establecen en 309.16, así como los rangos de las temperaturas de mezcla y compactación acordes al tipo y grado del Cemento Asfáltico a usar, para obtener una mezcla que llene los requisitos de estas Especificaciones Generales, Disposiciones Especiales y planos correspondientes.

Esta información debe presentarla el Contratista antes de iniciar la producción de mezcla, con 15 días de anticipación como mínimo, para que el Delegado Residente pueda hacer las verificaciones y rectificaciones que estime convenientes y aprobar la fórmula de trabajo, ordenando la cantidad de Cemento Asfáltico que se debe usar.

La aprobación del procedimiento de construcción, incluyendo maquinaria y equipo a utilizar no exime al Contratista de su responsabilidad de colocar una capa de Base Negra, que se ajuste a estas Especificaciones Generales, Disposiciones Especiales y planos correspondientes.

309.05 PRODUCCION DEL MATERIAL PETREO. Previamente a la explotación, clasificación y trituración del material, debe efectuarse la limpia correspondiente en el banco, eliminar la vegetación, capa de materia orgánica, basura y arcilla que puedan contaminar el material pétreo. La trituración debe ser efectuada en planta, en circuito cerrado de repaso, evitando la laminación del material. La graduación del material debe lograrse en la planta de producción. Dicha planta debe estar acondicionada con un sistema de clasificación adecuado, con el número y tipo de zarandas necesarias para lograr la granulometría especificada.

El Contratista debe efectuar el control continuo de laboratorios sobre la calidad y características del material producido y efectuar las correcciones necesarias para obtener un agregado de conformidad con estas Especificaciones Generales, Disposiciones Especiales y planos correspondientes.

El material pétreo producido puede apilarse y almacenarse en el área de la planta o ser acarreado para apilarse y almacenarse en lugares estratégicamente localizados, debiendo ajustarse a lo establecido en la Sección 313.

309.06 PREPARACION DEL MATERIAL PETREO PARA MEZCLA EN PLANTA. El material inmediatamente antes de introducirlo en la planta mezcladora, debe ser secado y calentado a la temperatura establecida en la fórmula de trabajo, dentro de las tolerancias indicadas en 309.16 (c) (3), a menos que sea indicado en otra forma en las Disposiciones Especiales.

La temperatura máxima y variación de calentamiento debe de ser tal, que no produzca daño en los materiales. La temperatura del material pétreo, puede ser mayor que la temperatura de aplicación del cemento asfáltico siempre que no se produzcan daños en este material.

El material debe ser tamizado, y con la graduación especificada, separado en tolvas, de acuerdo a la fórmula de trabajo, antes de introducirlo en la cámara mezcladora.

309.07 PREPARACION DEL CEMENTO ASFÁLTICO.

(a) Tanques de Almacenamiento y Equipo. El Contratista debe de contar con equipo de transporte, instalaciones adecuadas y tanques de almacenamiento con un sistema adecuado que permita mantener el contenido del tanque a una temperatura uniforme. Los tanques deben estar localizados en lugares estratégicos de fácil acceso y protegidos contra incendio.

(b) Calentamiento del Cemento Asfáltico. El equipo de calentamiento, para la inyección a la mezcla debe tener la capacidad para calentar el material a utilizar a la temperatura especificada, sin dañarlo, debiendo tener sistema circulante con serpentines, evitándose el contacto directo de las llamas del quemador, con la superficie de los serpentines, tubería o ductos por donde circula el cemento asfáltico. No se debe calentar el cemento asfáltico a temperaturas mayores de 170°C.

Si la fórmula de trabajo requiere del uso de un aditivo antidesvestimiento líquido estable al calor, éste debe ser agregado dentro de las líneas de transferencia del cemento asfáltico en la terminal a granel o en la planta mezcladora. El aditivo debe ser inyectado durante por lo menos el 80 por ciento del tiempo de transferencia o de mezclado para obtener una mezcla uniforme.

309.08 MEZCLA. El rango de temperaturas a las que el material pétreo debe de mezclarse con el cemento asfáltico debe ser las que correspondan a una viscosidad cinemática del Cemento Asfáltico entre 0.15 y 0.19 Pascales segundo Pa-s (150 y 190 centi Stokes cS), pero en ningún caso la temperatura de la mezcla a la salida de la planta deberá de exceder de 165 °C ó de la temperatura especificada en el diseño aprobado de la mezcla.

(a) Requisitos para las Plantas Mezcladoras. Las plantas mezcladoras deben cumplir con lo especificado en AASHTO M 156 y con lo siguiente:

(1) Capacidad e Instalación. Las plantas mezcladoras deben ser de capacidad suficiente y estar de acuerdo a las operaciones correspondientes al procedimiento de construcción establecido o según se haya sido determinado en las Disposiciones Especiales.

Las instalaciones deben tener suficiente espacio para el almacenamiento y preparación del material pétreo y del Cemento Asfáltico. Los diversos tamaños de material pétreo deben mantenerse separados, hasta que sean transportados por el elevador en frío a la secadora. El espacio de las instalaciones debe de mantenerse limpio y ordenado y el almacenamiento de los materiales con fácil acceso para tomar muestras.

(2) Secador. Las plantas de bachada deben tener secador con inclinación variable, colocado antes de las zarandas clasificadoras y con capacidad suficiente para secar una cantidad de material pétreo igual o mayor que la capacidad de producción de mezcla de la planta. A la salida del secador debe haber un termómetro indicador que registre automáticamente la temperatura del material pétreo. Las plantas de producción continua deberán de tener un sistema eficiente de control de la humedad de los agregados para asegurar que se mantengan las proporciones de mezcla constantes en unidades de peso seco a diferentes volúmenes de producción.

(3) Zarandas. Las plantas de bachada deben de tener zarandas de capacidad y tamaño suficiente para proporcionar material pétreo, dentro de la graduación especificada.

(4) Tolvas. Para almacenar el material pétreo éstas deben ser de tal capacidad que asegure la operación de la planta, por lo menos durante 15 minutos, sin alimentación a las mismas.

(5) Dispositivos para Dosificar. Que permitan medir las cantidades de material pétreo y Cemento Asfáltico por peso. Estos dispositivos deben permitir fácil ajuste en cualquier momento, para adaptar el proporcionamiento a la fórmula de trabajo, dentro de las tolerancias establecidas.

(6) Alimentación de Combustible y Aire. Esta alimentación deberá efectuarse en forma balanceada para asegurar una combustión completa y eficiente que elimine el riesgo de contaminación de la superficie de los agregados con combustible sin quemar y que afecte su recubrimiento con Cemento Asfáltico, ó produzca excesivas emanaciones que contaminen el ambiente.

(7) Colectores de Polvo. Las plantas deberán estar equipadas con sistemas de recolección de polvo mecánicos, húmedos o mediante filtros, solos o en combinación, que impidan la contaminación ambiental.

(8) Silo de Almacenamiento. Las plantas de producción continua que utilicen silos de almacenamiento deberán estar provistas de mecanismos que eviten la segregación de la mezcla y preferentemente deberán estar equipados para mantener la temperatura de la mezcla durante el período de almacenamiento.

(9) Unidad Mezcladora. Pueden ser del tipo de producción continua o por bachadas con dispositivo para el control del tiempo de mezclado. Cuando se requiera el uso de aditivos para el Cemento Asfáltico, las plantas deberán estar equipadas con los dispositivos que permitan mantener una dosificación adecuada de los mismos.

(10) Básculas para Pesar la Mezcla Producida. Si la medida y pago se efectúa por el sistema de peso de la mezcla, la planta debe contar con básculas para pesar los vehículos que acarrean la mezcla, con sensibilidad del 5% respecto a la capacidad de la misma; el indicador debe ser claro y visible para el control del peso y la báscula estar calibrada y aceptada por el Delegado Residente.

(11) Requisitos de Seguridad. En todos los lugares de acceso para control e inspección, debe proveerse escaleras con baranda metálica. Todos los engranajes, poleas, cadenas, ruedas dentadas y demás partes móviles, deben ser eficientemente resguardadas y protegidas. El espacio destinado a la carga de camiones, debe estar libre y protegido para permitir la circulación lateral.

Deben instalarse extinguidores contra incendio y proveer todos los dispositivos e instrucciones para evitar accidentes a los operadores de la planta. Deberá también equiparse la planta con fosas para contener cualquier posible derrame de combustible o Cemento Asfáltico.

(b) Calibración de la Planta. Previamente al suministro continuo de la mezcla, el Contratista debe proceder, en presencia del Delegado Residente, a efectuar la calibración de la planta haciendo los ajustes de todas las operaciones, para lograr una mezcla conforme a la fórmula de trabajo aprobada y dentro de las tolerancias establecidas en 309.16 (c) (3).

(c) Requisitos de Clima. No se permite el esparcimiento de la mezcla, cuando esté lloviendo o cuando la humedad de la superficie a recubrir, sea perjudicial, y pueda ocasionar fallas en el pavimento.

309.09 CANTIDAD DE CEMENTO ASFALTICO. La cantidad de Cemento Asfáltico que debe aplicarse en la mezcla, debe ser indicada por orden escrita del Delegado Residente, de acuerdo a los resultados de los ensayos de laboratorio y la fórmula de trabajo aprobada. La cantidad de Cemento Asfáltico es variable, según las características de los materiales, entre un mínimo de 3% y un máximo de 8% en peso total de la mezcla, a menos que lo indiquen de otra forma las Disposiciones Especiales. La cantidad de aplicación debe mantenerse dentro de las tolerancias establecidas en la fórmula de trabajo y se debe comprobar por medio del ensayo AASHTO T 164.

309.10 CARGA Y TRANSPORTE DE LA MEZCLA. Durante el proceso de carga de la mezcla, se deberá evitar la segregación de los agregados debido a una excesiva altura de la compuerta de descarga respecto al camión de transporte o a una apertura parcial de las compuertas de descarga. La carga de los camiones deberá ser distribuida uniformemente evitando la formación de un solo cono de material que permita el desplazamiento del agregado grueso hacia el frente y la parte posterior de la palangana de volteo para lo cual, de preferencia, las operaciones de carga se deberán efectuar en tres partes moviendo el camión hacia adelante y hacia atrás.

La mezcla debe ser transportada de la planta al lugar de su colocación, por medio de camiones de volteo con palanganas metálicas limpias y lisas, cubiertos con lona u otro material que preserve la mezcla del polvo y la lluvia, disminuyendo la pérdida de temperatura durante el trayecto. Para la limpieza de las palanganas no se deberán usar derivados del petróleo que puedan contaminar la mezcla. La palangana debe ser drenada antes de cargar la mezcla.

309.11 PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE. Antes de proceder a la colocación de la mezcla, se debe preparar la superficie y colocar un riego de liga de acuerdo con lo indicado en la Sección 408 cuando la capa inferior haya sido abierta al tránsito antes de ser cubierta con otra capa.

309.12 COLOCACION Y TENDIDO. La mezcla transportada a la carretera, debe colocarse y tenderse con máquina pavimentadora autopropulsada especial para este trabajo, que permita ajustar el espesor y el ancho, asegurando su esparcimiento uniforme en una sola operación, en un ancho no menor de 3 metros. El espesor de cada capa no debe ser mayor de 15 centímetros. La temperatura de colocación y tendido no deberá ser menor de 140 °C.

309.13 COMPACTACION. La mezcla debe ser uniformemente compactada, hasta lograr el 98% de compactación, respecto a la densidad máxima de laboratorio conforme el método indicado en 309.03 (d). La compactación de campo se debe comprobar de preferencia según el método nuclear ASTM D 2950. Con la aprobación del Delegado Residente se puede utilizar el método AASHTO T 230.

La compactación en el campo se debe de iniciar en cuanto la temperatura de la mezcla se lo permita al equipo de compactación, pero nunca a una temperatura menor de 140 °C. La compactación se deberá completar antes que la temperatura de la capa alcance los 85 °C. Cuando el espesor de la Base Negra exceda de 15 centímetros, la mezcla debe ser tendida y compactada en dos ó más capas, nunca mayores de 15 centímetros.

La capacidad del equipo de compactación debe adecuarse al volumen de colocación de la mezcla de manera que las operaciones de compactación se completen en forma continua dentro del rango de temperatura establecido en la fórmula de trabajo de acuerdo con el tipo y grado del Cemento Asfáltico o como se indique en las Disposiciones Especiales.

309.14 JUNTAS. La construcción de los carriles de tráfico adyacentes debe completarse, al mismo nivel, dentro de 24 horas. Si se dejan desniveles durante la noche y éstos son mayores de 50 milímetros, se debe colocar la señalización correspondiente y si son mayores de 100 milímetros, se deben construir filetes con un talud de 3 h a 1 v.

Las juntas transversales con capas colocadas previamente, deben ser verticales y del mismo espesor para lo cual, a la finalización del trabajo diario, se deberá proceder a cortar la junta vertical y construir un filete para desvanecer el desnivel. Dicho filete deberá estar separado de la capa de Base Negra compactada mediante una regla de madera o papel de suficiente resistencia y espesor. Al re iniciar los trabajos de colocación de Base Negra, se procederá a remover el filete, a efectuar la limpieza de la cara de la junta y a aplicar un riego de liga en la misma de acuerdo con lo indicado en la Sección 408.

La mezcla capa de Base Negra debe ser colocada lo más continuo posible. No se debe pasar el rodillo sobre los extremos desprotegidos de la mezcla fresca recién colocada.

309.15 TRABAJO NOCTURNO. En adición a lo indicado en 155.09, el Contratista deberá instalar unidades de iluminación independientes de suficiente altura e intensidad que puedan ser movilizadas en el área de trabajo para cubrir las actividades que se realicen en la planta de mezclado, en el área de carga de la mezcla, en la zona de descarga y colocación de la misma y a todo lo largo del área de donde se efectúen los trabajos de compactación y texturizado. El Contratista también deberá instalar señales luminosas a lo largo de la zona de trabajo para prevenir a los usuarios.

309.16 CONTROL DE CALIDAD, TOLERANCIAS Y ACEPTACION. El control de calidad de los materiales y el proceso de construcción debe llenar los requisitos estipulados en 106.03.

(a) Control de Calidad de los Materiales.

(1) Abrasión. En cada banco se debe efectuar tres ensayos del material en su estado original. Durante la producción se debe efectuar un ensayo por cada 2,000 metros cúbicos de material triturado hasta alcanzar los 10,000 metros cúbicos y seguidamente uno cada 10,000 metros cúbicos o cuando cambien las características del banco.

(2) Caras Fracturadas y Partículas Planas y Alargadas. Se debe efectuar un ensayo cada 100 metros cúbicos de los primeros 1,000 metros cúbicos producidos de cada banco y seguidamente uno por cada 5,000 metros cúbicos.

(3) Granulometría. Se debe efectuar un ensayo por cada 200 metros cúbicos de los primeros 1,000 metros cúbicos producidos, y seguidamente un ensayo cada 400 metros cúbicos.

(4) Plasticidad y Equivalente de Arena. Se debe efectuar un ensayo cada 2,000 metros cúbicos de agregado producido.

(5) Cemento Asfáltico. Se debe tomar una muestra según AASHTO T 40 por cada 100,000 galones.

(6) Mezcla Asfáltica. El Contratista debe efectuar ensayos completos de las características volumétricas de la mezcla y ensayos de estabilidad Marshall cuando éste sea el método de diseño utilizado, para determinar si llena los requisitos de 309.03 (d), incluyendo porcentaje de asfalto, por cada 400 metros cúbicos de mezcla colocada y compactada. La condición anterior no excluye los controles de temperatura, proporciones de agregados mezclados y contenido de asfalto que se deberán verificar en forma continua en los indicadores de los dispositivos de control de la planta de producción del concreto asfáltico.

(b) Tolerancias en las Características de los Materiales. Si los ensayos efectuados a los materiales que se utilicen en todo el proceso de construcción de la Base Negra, no llenan los valores especificados, para cada una de las características indicadas en 309.03; después de efectuadas las verificaciones necesarias, y si esta condición persiste en más del 20% de los ensayos verificados, el Contratista debe hacer las correcciones necesarias a su costa o el material será rechazado.

(c) Tolerancias en los Requisitos de Construcción.

(1) Compactación. Se establece una tolerancia de un 2% en menos, respecto al porcentaje de compactación estipulada en 309.12, para aceptación de capa de Base Negra.

Se debe efectuar un ensayo representativo por cada 400 metros cuadrados de base, de cada una de las capas que se compacten.

Las densidades no deben ser efectuadas a una distancia menor de 20 metros en sentido longitudinal sobre la superficie compactada que se está controlando, a menos que se trate de áreas delimitadas para corrección.

(2) Superficie. La conformación de la superficie terminada de la capa de Base Negra debe ser verificada mediante la utilización de un cordel delgado, atado en ambos extremos a la punta de dos varillas de igual altura, cada una de las cuales se coloca directamente sobre trompos de construcción contiguos, transversal y longitudinalmente; a continuación con una regla graduada, se verifica si la altura del cordel es constante sobre la superficie de la base en sentido transversal y longitudinal. No se permiten irregularidades mayores de ± 5 milímetros.

(3) Tolerancias en la Fórmula de Trabajo. La mezcla suministrada debe llenar los requisitos de la fórmula de trabajo, dentro de las tolerancias siguientes:

Requisitos de la Fórmula de Trabajo	Tolerancia en más o en menos
▪ Agregado retenido en Tamiz N°4 (4.750 mm)	➤ 7 % en peso del material pétreo
▪ Agregado retenido en Tamiz N°40 (0.425 mm)	➤ 5 % en peso del material pétreo
▪ Agregado retenido en Tamiz N°200 (0.075 mm)	➤ 2 % en peso del material pétreo
▪ Contenido de Cemento Asfáltico	➤ 0.5 % en peso de la mezcla total
▪ Temperatura para mezclar y tender	➤ 5° Centígrados

(4) Espesor. El espesor de capa de Base Negra, se debe verificar al efectuar cada ensayo de control de compactación según AASHTO T 230, a menos que se hayan autorizado métodos no destructivos, en cuyo caso se deben efectuar perforaciones cada 200 metros, para verificación del espesor. Se establece una tolerancia de ± 1.0 centímetros, pero el promedio aritmético de los espesores determinados cada kilómetro, no debe diferir en más de 0.5 centímetros del espesor estipulado en los planos.

(5) Deflexión. El Contratista debe controlar, por medio de la Viga Benkelman método AASHTO T 256, o por la aplicación de otro método técnico, reconocido y aceptado profesionalmente y establecido en las Disposiciones Especiales, si la deflexión de la capa de Base Negra conformada y compactada, no sobrepasa el valor de deflexión máxima aceptable para dicha capa, de acuerdo con la carga e intensidad de tránsito de diseño del pavimento, indicado en las Disposiciones Especiales.

El valor máximo de deflexión aceptable para la capa de Base Negra es de 1.0 mm (0.04 pulgadas) respecto a un punto dado, a una distancia no mayor de 3.68 metros en cualquier

dirección a menos que sea establecido de otra forma en las Disposiciones Especiales. El Contratista debe efectuar una prueba de campo para determinar la deflexión, por cada 400 metros cuadrados, en la superficie de la capa de Base Negra compactada, previamente a su aceptación.

De preferencia la prueba de deflexión se debe hacer en la franja de mayor circulación del tránsito previsto, y siguiendo un orden alternado de: derecha e izquierda del eje.

El Contratista debe contar con la maquinaria y equipo necesarios para efectuar este control con el método AASHTO T 256 anteriormente indicado, o el que corresponda según las Disposiciones Especiales.

(d) Aceptación. La aceptación de la capa de Base Negra se debe efectuar hasta que ésta se encuentre debidamente compactada, en el ancho total de la Base Negra, indicada en las secciones típicas de pavimentación.

309.17 CORRECCIONES. Cuando sea necesario corregir la capa de Base Negra por defectos de construcción o variaciones de diseño, se procederá en la forma siguiente:

(a) Correcciones por Defectos de Construcción o Causas Imputables al Contratista. Defectos en la Superficie, Espesor Deficiente, Baches, Grietas, Segregación y Laminación. El área previamente delimitada por el Delegado Residente, debe excavarse en forma rectangular y con paredes verticales, en el espesor total de la capa, colocar un riego de liga en el fondo expuesto y en las paredes de los bordes laterales y sustituirse por una mezcla que esté dentro de especificaciones. Después de sustituir el material, se debe proceder a compactarla de nuevo, hasta que tanto el área delimitada como la superficie adyacente, cumplan con los requisitos de estas Especificaciones Generales, Disposiciones Especiales y planos correspondientes.

(b) Correcciones por Variaciones de Diseño o Causas no Imputables al Contratista. Cuando sea necesario efectuar correcciones de la capa de Base Negra, por variaciones de diseño o causas no imputables al Contratista, el Delegado Residente debe proceder a delimitar el área afectada, ordenando las correcciones necesarias, por cuyo trabajo se debe pagar al Contratista a los precios unitarios de contrato, o en su defecto, por medio de un Acuerdo de Trabajo Extra.

309.18 MEDIDA.

(a) Capa de Base Negra, por volumen. La medida se debe hacer del número de metros cúbicos de capa de Base Negra, con aproximación de dos decimales, medidos ya compactados en su posición final en la carretera, satisfactoriamente construidos y aceptados de acuerdo con estas Especificaciones Generales, Disposiciones Especiales y planos correspondientes. El volumen se debe determinar por procedimientos analíticos y dentro de los límites y dimensiones indicados en las secciones típicas de pavimentación y de acuerdo a los alineamientos horizontal y vertical mostrados en los planos. La longitud debe medirse sobre la línea central de la carretera en proyección horizontal.

(b) Capa de Base Negra, por Peso. Salvo que en las Disposiciones Especiales se establezca de otra forma, la medida se debe hacer del número de toneladas de 2,000 libras (907.18 Kg), con aproximación de dos decimales de Capa de Base Negra, satisfactoriamente construida, colocada dentro de los límites de la sección típica de pavimentación o conforme lo autorice el Delegado Residente y aceptada de acuerdo con estas Especificaciones Generales, Disposiciones Especiales y planos correspondientes. El peso se debe determinar, por medio de básculas que llenen los requisitos estipulados en 309.08 (a) (10), debiéndose efectuar cada medida del peso neto de la mezcla en presencia del Inspector que controla el peso por parte de la Supervisora, quien debe firmar el vale correspondiente, comprobándose la colocación y aceptación en la carretera, con la firma del Inspector de campo de la misma Supervisora.

El Delegado Residente debe llevar un control diario del número de toneladas producidas, aceptadas y rechazadas, que corresponden a cada tramo y efectuar las deducciones por rechazos posteriores.

No se debe hacer ninguna deducción por el peso del cemento asfáltico contenido en la mezcla.

(c) Cemento Asfáltico. La medida se debe hacer del número de galones (USA), tipo de los Estados Unidos de América a la temperatura de 15.6°C, con aproximación de dos decimales, de Cemento Asfáltico para Base Negra, ordenados, satisfactoriamente aplicados y aceptados dentro de las tolerancias establecidas y de acuerdo con estas Especificaciones Generales, Disposiciones Especiales y planos correspondientes.

La medida del Cemento Asfáltico se debe determinar por diferencia de lecturas del indicador de la mezcladora en la planta, de conformidad con la cantidad ordenada y temperatura real de aplicación. La cantidad realmente aplicada en cada tramo, se debe comprobar por medio de ensayos de extracción para determinar el contenido de bitumen en la mezcla, según AASHTO T 164. Con aprobación escrita del Ingeniero, pueden usarse otros métodos técnicos para el ensayo del contenido de bitumen en la mezcla.

309.19 PAGO.

(a) Capa de Base Negra, por Volumen. El pago se debe hacer por el número de metros cúbicos, medidos como se indica en 309.18 (a), satisfactoriamente construidos como lo establecen los planos, estas Especificaciones Generales y Disposiciones Especiales, al precio unitario de contrato, correspondiente a Capa de Base Negra.

(b) Capa de Base Negra, por Peso. Cuando las Disposiciones Especiales así lo estipulen expresamente, el pago se debe hacer por el número de toneladas, medidas como se indica en 309.18 (b), satisfactoriamente construidas y aceptadas como lo establecen los planos, Especificaciones Generales y Disposiciones Especiales, al precio unitario de contrato correspondiente a Capa de Base Negra.

(c) Cemento Asfáltico. El pago se debe hacer por el número de galones (USA), tipo de los Estados Unidos de América, medidos como se indica en 309.18 (c), ordenados y satisfactoriamente aplicados dentro de las tolerancias establecidas en 309.16 (c) (3) y de acuerdo con los planos, estas Especificaciones Generales y Disposiciones Especiales, al precio unitario de contrato, correspondiente a Cemento Asfáltico para Capa de Base Negra.

Estos precios incluyen el trabajo estipulado en esta Sección, de conformidad con lo indicado en 110.02.

No se reconoce ningún pago adicional por el suministro de todos los materiales, incluyendo el agua, aditivos del Cemento Asfáltico y material de relleno, ni por el acarreo de materiales y mezcla asfáltica, ni por las operaciones necesarias para la obtención y utilización, apilamiento y almacenamiento del material pétreo. Tampoco se reconoce pago adicional por la maquinaria, equipo y personal necesarios para efectuar el control de laboratorio, ni por las correcciones de defectos imputables al Contratista. Todos estos gastos y los demás implícitos para ejecutar el trabajo deben estar incluidos en los precios unitarios correspondientes a esta Sección.

RESUMEN DE NORMAS

<u>Ensayos</u>			<u>Materiales</u>
Abrasión	AASHTO T 96	Cemento Asfáltico	AASHTO M 20 AASHTO M 226
Desintegración al sulfato de sodio	AASHTO T 104	Asfalto MC	AASHTO M 82
Graduación	AASHTO T 27 y AASHTO T 11	Asfalto SC	AASHTO M 141
Preparación de muestra en húmedo	AASHTO T 146	Emulsiones Aniónicas	AASHTO M 140
Índice Plástico	AASHTO T 90	Emulsiones Catiónicas	AASHTO M 208
Límite Líquido	AASHTO T 89		
Equivalente de arena	AASHTO T 176		
Peso Unitario	AASHTO T 19		
Desvestimiento	Método de la DGC		
Marshall	ASTM D 1559		
Gravedad específica	AASHTO T 84 AASHTO T 85		
Contenido de asfalto en la mezcla (extracción)	AASHTO T 164		
Compactación	AASHTO T 230		
Deflexión Viga Benkelman	AASHTO T 256		
Densidad máxima de la mezcla	ASTM D 2041		

SECCION 310 RECUPERACIÓN Y ESTABILIZACIÓN DEL PAVIMENTO EXISTENTE

- 310.01 Definición.
- 310.02 Descripción.
- 310.03 Materiales.
- 310.04 Determinación del Procedimiento de Estabilización.
- 310.05 Selección de los Bancos de Materiales para Material de Aporte.
- 310.06 Escarificación, Pulverización y Estabilización del Pavimento Existente.
- 310.07 Conformación y Compactación.
- 310.08 Requisitos para Estabilización con Cal y Cal con otros Estabilizadores (Puzolanas o Escorias de Alto Horno).
- 310.09 Requisitos para Estabilización con Cemento Hidráulico con Mezclas de Cemento Hidráulico y otros Estabilizadores (Cal, Puzolanas y Escorias de Alto Horno).
- 310.10 Requisitos para Estabilización con Material Bituminoso.
- 310.11 Estabilización con Productos Químicos Orgánicos e Inorgánicos.
- 310.12 Requisitos del Clima.
- 310.13 Control del Tránsito y Mantenimiento.
- 310.14 Control de Calidad, Tolerancias y Aceptación.
- 310.15 Correcciones.
- 310.16 Medida.
- 310.17 Pago.

310.01 DEFINICIÓN. Es la capa de sub-base, base o capa de rodadura obtenida de la recuperación y estabilización de la capa de rodadura y de la base del pavimento existente en combinación con material de aporte si así se establece en las Disposiciones Especiales, la cual debe tener el ancho, profundidades, espesores y proporciones indicadas en los planos, ajustándose a los alineamientos, niveles y pendientes longitudinales y transversales determinadas en los planos.

310.02 DESCRIPCIÓN. Este trabajo consiste en la pulverización, homogeneización, humedecimiento, estabilización, conformación y compactación del material recuperado. Este trabajo también incluye el suministro, transporte y colocación del material de aporte y materiales estabilizadores conforme se establezca en las Disposiciones Especiales.

REQUISITOS DE LOS MATERIALES

310.03 MATERIALES.

(a) **Material de Aporte.** El material de aporte deberá cumplir con los requisitos establecidos en las Secciones 303, 304 o 305, según corresponda y como se establezca en las Disposiciones Especiales.

(b) **Materiales a estabilizar.** Los materiales obtenidos de la recuperación del pavimento existente, en su estado original o combinados con material de aporte, deben cumplir con lo establecido en 307.03.

(c) **Materiales estabilizadores.** Los materiales estabilizadores según el procedimiento establecido en las Disposiciones Especiales o en los planos, deben cumplir con los requerimientos establecidos en 307.04.

(d) **Mezcla del material recuperado con el de aporte.** El Contratista debe dimensionar y graduar el material de aporte y combinarlo en forma homogénea con los materiales estabilizadores y con el material recuperado, en las proporciones indicadas en los planos o en las Disposiciones Especiales, de conformidad con la aprobación del Delegado Residente con autorización del Ingeniero. La mezcla debe cumplir con todos los requisitos

correspondientes a 307.03 a menos que en las Disposiciones Especiales se establezca de otra manera.

- (e) Agua. El agua debe cumplir con lo establecido en 307.05.
- (f) Material estabilizado. Debe cumplir con lo establecido en 307.06.
- (g) Materiales de curado. Deben cumplir con lo establecido en 307.07.

REQUISITOS DE CONSTRUCCIÓN

310.04 DETERMINACION DEL PROCEDIMIENTO DE ESTABILIZACION. El Contratista debe someter para conocimiento del Delegado Residente, el procedimiento y la dosificación propuestas para la estabilización de acuerdo con las resistencias requeridas, las características de los materiales y el sistema de estabilización que se establezca en las Disposiciones Especiales. El procedimiento debe incluir los resultados de los ensayos de laboratorio correspondientes.

Esta información debe presentarla el Contratista con 15 días de anticipación como mínimo, para que el Delegado Residente pueda hacer las verificaciones que estime convenientes para su aprobación correspondiente.

310.05 SELECCION DE LOS BANCOS PARA MATERIAL DE APORTE. La selección de los bancos del material de aporte se efectuará conforme se establece en las secciones 303, 304 o 305, según corresponda. La aprobación de éstos bancos de materiales, no exime al Contratista de su responsabilidad de colocar una capa estabilizada de recuperación del pavimento existente que se ajuste a estas Especificaciones Generales y Disposiciones Especiales.

310.06 ESCARIFICACIÓN, PULVERIZACIÓN Y ESTABILIZACIÓN DEL PAVIMENTO EXISTENTE. El Contratista debe escarificar, pulverizar y estabilizar el pavimento existente, en combinación con el material de aporte, si así estuviese especificado, hasta la profundidad y espesores indicados en los planos o autorizados por el Delegado Residente, utilizando los procedimientos descritos en 306.03, 306.04, 306.05, 306.06 y cumpliendo con lo establecido en 307.08 y 307.09, en lo que le sea aplicable.

310.07 CONFORMACIÓN Y COMPACTACIÓN. La capa estabilizada de recuperación del pavimento existente se debe conformar ajustándose a los alineamientos y secciones típicas de pavimentación. Debe compactarse en su totalidad, hasta lograr el 100% de la densidad máxima determinada por el método AASHTO T 180. Ambas operaciones deben efectuarse dentro de las tolerancias establecidas en 310.14.

La determinación de la densidad máxima, debe efectuarse por cada 3,000 metros cúbicos de material de capa estabilizada de recuperación del pavimento existente con el material de aporte ya incorporado.

La compactación en el campo se debe comprobar de preferencia mediante el método AASHTO T 191. Con la aprobación escrita del Ingeniero, pueden utilizarse otros métodos técnicos, incluyendo los no destructivos.

El material de capa estabilizada de recuperación del pavimento existente con la compactación realmente aplicada, dentro de las tolerancias establecidas, debe llenar los requisitos establecidos en 307.06, según le corresponda de conformidad con los planos y Disposiciones Especiales.

Cuando el espesor de la capa a compactar, exceda de 300 milímetros, el material debe ser conformado y compactado en dos o más capas nunca menores de 100 milímetros.

Antes de iniciar las operaciones de construcción de capa estabilizada de recuperación del pavimento existente, en forma continua, el Contratista debe efectuar un tramo de prueba en el ancho total de la misma, indicado en las secciones típicas de pavimentación, con las condiciones, maquinaria y equipo que utilizará para este efecto en la obra, con el objeto de que el Delegado Residente pueda determinar si el procedimiento y el equipo utilizado son los adecuados para alcanzar el porcentaje de compactación especificado. Si durante la construcción ocurren cambios apreciables en las características y condiciones de los materiales o se cambie de banco de aprovisionamiento del material de aporte, se debe efectuar un nuevo tramo de prueba.

Si los resultados del tramo de prueba son satisfactorios para el Delegado Residente, la determinación de la densidad máxima, puede efectuarse por cada 10,000 metros cúbicos de material de capa estabilizada de recuperación del pavimento existente, siempre que la compactación se efectúe en idénticas condiciones que en el tramo de prueba.

310.08 REQUISITOS PARA ESTABILIZACION CON CAL Y CAL CON OTROS ESTABILIZADORES (PUZOLANAS O ESCORIAS DE ALTO HORNO). Se deberá cumplir con lo establecido en 307.12 (a), (b) (1), (e), y (f).

310.09 REQUISITOS PARA ESTABILIZACION CON CEMENTO HIDRAULICO O CON MEZCLAS DE CEMENTO HIDRAULICO Y OTROS ESTABILIZADORES (CAL, PUZOLANAS, Y ESCORIAS DE ALTO HORNO). Se deberá cumplir con lo establecido en 307.13 (a), (b) (1), (d),(f) y (g).

310.10 REQUISITOS PARA ESTABILIZACION CON MATERIAL BITUMINOSO. Se deberá cumplir con lo establecido en 307.14 (a), (b) (1) y (2), para las mezclas en carretera, (c) y (f).

310.11 ESTABILIZACIÓN CON PRODUCTOS QUÍMICOS ORGANICOS E INORGANICOS. Se debe cumplir con lo establecido en 307.15.

310.12 REQUISITOS DE CLIMA. Se debe cumplir con lo establecido en 307.16 para mezclas en carretera.

310.13 CONTROL DE TRÁNSITO Y MANTENIMIENTO. Se debe cumplir con lo establecido en 307.17.

310.14 CONTROL DE CALIDAD, TOLERANCIAS Y ACEPTACION. El control de calidad de los materiales y el proceso de construcción, debe llenar los requisitos estipulados en la Sección 106. Se debe de cumplir con todo lo establecido 307.18.

310.15 CORRECCIONES. Se debe cumplir con todo lo establecido en 307.19.

310.16 MEDIDA.

(a) Material Recuperado del Pavimento Existente. La medida se debe hacer del número de metros cuadrados del espesor de recuperación especificado, con aproximación de dos decimales, correspondiente al ancho promedio de la sección típica a construir indicada en los planos del proyecto, satisfactoriamente construidos de acuerdo con estas Especificaciones Generales y Disposiciones Especiales. El área del material recuperado se debe determinar como el producto del ancho promedio por la longitud del tramo a recuperar y debe estar dentro de los límites y dimensiones indicados en las secciones típicas de pavimentación, de acuerdo con los alineamientos horizontal y vertical mostrados en los planos u ordenados por el Delegado

Residente. La longitud se debe medir sobre la línea central de la carretera, en proyección horizontal.

(b) Material de Aporte. El suministro y la colocación del material de aporte serán medidos por el número de metros cúbicos, con aproximación de dos decimales, determinado por métodos analíticos sobre la base del área neta comprendida entre la sección típica de pavimentación al nivel de la capa recuperada y las secciones originales del pavimento existente. Para el efecto, a las áreas que requieran material de aporte se les debe deducir las áreas del pavimento existente que estén afuera de los límites de la sección típica de construcción al nivel de la capa recuperada. Las secciones originales del pavimento existente serán medidas por medio de secciones transversales como se indica en 152.04 (b) usando para el cálculo del volumen el método del promedio de áreas extremas u otro como ahí se indica.

(c) Material Estabilizador.

(1) Cal, Cemento, Puzolanas y Escorias de Altos Hornos. La medida de éstos materiales estabilizadores, se debe hacer del número de kilogramos, con aproximación de dos decimales, ordenados, realmente incorporados a la obra y aceptados dentro de las tolerancias establecidas de acuerdo con estas Especificaciones Generales y Disposiciones Especiales.

(2) Material Bituminoso. La medida se debe hacer del número de galones (USA), tipo de los Estados Unidos de América a la temperatura de 15.6° C, con aproximación de dos decimales, de material bituminoso para estabilización, ordenados, realmente incorporados a la obra y aceptados dentro de las tolerancias establecidas de acuerdo con estas Especificaciones Generales y Disposiciones Especiales.

(3) Compuestos estabilizadores químicos orgánicos e inorgánicos. Para el caso de los estabilizadores suministrados en estado líquido, la medida se debe hacer del número de galones (USA), tipo de los Estados Unidos de América, suministrados en forma de concentrado sin diluir, y para el caso de los estabilizadores suministrados en estado sólido, la medida se debe hacer del número de kilogramos con aproximación de dos decimales. En ambos casos, ésta medida corresponderá a la cantidad de material estabilizador ordenada, realmente incorporada a la obra y aceptada dentro de las tolerancias establecidas de acuerdo con estas Especificaciones Generales y Disposiciones Especiales.

(d) Materiales para Curado.

(1) Material Bituminoso. Cuando se utilicen materiales bituminosos, la medida se debe hacer del número de galones (USA), tipo de los Estados Unidos de América, a la temperatura de 15.6° C, con aproximación de dos decimales, de material bituminoso para curado, ordenados, realmente aplicados a la obra y aceptados dentro de las tolerancias y requisitos estipulados en la Sección 551.

(2) Otros Materiales para Curado. Cuando de conformidad con 307.07 (b), se utilicen otros materiales impermeables para curado, la medida se debe hacer, tal como se indique en las Disposiciones Especiales.

310.17 PAGO.

(a) Material Recuperado del Pavimento Existente. El pago de la operación de recuperación se debe hacer por el número de metros cuadrados medidos como se indica en 310.16 (a) y cubrirá todas las operaciones de escarificación, pulverización, mezcla del material de aporte, humidificación, homogeneización, conformación y compactación y que estén debidamente cubiertos por la capa de base en el caso de la sub-base recuperada o imprimados

en el caso de la base recuperada, al precio unitario de contrato, correspondiente a Capa de Sub-base o Capa de Base Recuperada.

(b) Material de Aporte. El pago del suministro y colocación del material de aporte se debe hacer por el número de metros cúbicos medidos como se indica en 310.16 (b) al precio unitario de contrato del renglón correspondiente. El costo de las operaciones de mezcla, humidificación, homogeneización, conformación y compactación del material de aporte se debe considerar incluido en 310.17 (a).

(c) Material Estabilizador.

(1) Cal, Cemento, puzolanas o escorias de alto horno. El pago de éstos materiales estabilizadores se debe hacer del número de kilogramos, medidos como se indica en 310.16 (c) (1) ordenados y realmente incorporados en la capa estabilizada de recuperación del pavimento existente, dentro de las tolerancias estipuladas en 310.14, como lo establecen estas Especificaciones Generales, a los precios unitarios de contrato, correspondiente a Cal, Cemento, Puzolanas o Escorias de Alto Horno, según el caso.

(2) Material Bituminoso. El pago se debe hacer del número de galones (USA), tipo de los Estados Unidos de América, a la temperatura de 15.6° C, medidos como se indica en 310.16 (c) (2), ordenados y realmente incorporados en la capa estabilizada de recuperación del pavimento existente dentro de las tolerancias estipuladas en 310.14, como lo establecen estas Especificaciones Generales, al precio unitario de contrato, correspondiente a Material Bituminoso.

(3) Compuestos estabilizadores químicos orgánicos e inorgánicos. Para el caso de los estabilizadores suministrados en estado líquido, el pago se debe hacer del número de galones (USA), tipo de los Estados Unidos de América, y para el caso de los estabilizadores suministrados en estado sólido, el pago se debe hacer del número de kilogramos, ambos medidos como se indica en 310.16 (c) (3) ordenados y realmente incorporados en la capa estabilizada de recuperación del pavimento existente, dentro de las tolerancias estipuladas en 310.14, como lo establecen estas Especificaciones Generales, al precio unitario de contrato, correspondiente a Estabilizadores Químicos Orgánicos e Inorgánicos.

(d) Materiales para Curado.

(1) Material Bituminoso. El pago se debe hacer por el número de galones (USA), tipo de los Estados Unidos de América, a la temperatura de 15.6° C, medidos como se indica en 310.16 (d) (1) ordenados y realmente aplicados sobre la capa estabilizada de recuperación del pavimento existente, dentro de las tolerancias estipuladas en la Sección 551, como lo establecen estas Especificaciones Generales y al precio unitario de contrato, correspondiente a Material Bituminoso para Curado.

(2) Otros Materiales para Curado. El pago se debe hacer de conformidad con la medida indicada en 310.16 (d) (2), ordenados y realmente aplicados sobre la capa estabilizada de recuperación del pavimento existente, dentro de las tolerancias y demás requisitos que se establezcan en las Disposiciones Especiales y al precio unitario de contrato, correspondiente a Otros Materiales para Curado.

Estos precios incluyen el trabajo estipulado en esta Sección de conformidad con lo indicado en 110.02.

No se reconoce ningún pago adicional por todos los materiales que sea necesario utilizar, ya sea solos o combinados, para construir la capa estabilizada de recuperación del pavimento existente, de conformidad con estas Especificaciones Generales, ni por el acarreo de los mismos; no se reconoce pago adicional por el suministro, acarreo y aplicación de agua en

todas las operaciones de estabilización incluyendo el curado. Tampoco se reconocerá el pago por el suministro, acarreo y aplicación de los acelerantes o los retardantes del fraguado; ni por las operaciones que sea necesario efectuar para la obtención y utilización de los materiales. Tampoco se reconoce pago extra por la maquinaria, equipo y personal necesarios para efectuar el control de las deflexiones, ni por las correcciones de defectos imputables al Contratista. Todos estos gastos deben estar incluidos en los correspondientes precios unitarios de Contrato.

RESUMEN DE NORMAS

<u>Ensayos</u>			<u>Materiales</u>
Graduación	AASHTO T 27 y AASHTO T 11	Clasificación de de suelos	AASHTO M 145
Límite Líquido	AASHTO T 89	Cal	AASHTO M 216
Índice plástico	AASHTO T 90	Cemento Hidráulico	AASHTO M 85
Equivalente de arena	AASHTO T 176	Asfalto MC	AASHTO M 82
Compactación	AASHTO T 180, AASHTO T 134 y AASHTO T 191	Asfalto SC	AASHTO M 141
Resistencia a compresión, suelo-cal	AASHTO T 220	Emulsiones Aniónicas	AASHTO M 140
Resistencia a compresión, sub-base y/o base estabilizada estabilizada con cemento	ASTM D 1632 ASTM D 1633	Emulsiones Catiónicas	AASHTO M 208
Estabilidad Marshall	AASHTO T 245	Agua	307.05*
Agua	AASHTO T 26		
Humedad de campo, usando carburo	AASHTO T 217		
Mojado y secado, sub-base y/o base estabilizada con cemento	AASHTO T 135		
Deflexión Viga Benkelman	AASHTO T 256		

* Se refiere a estas Especificaciones Generales.

SECCION 311 FRESADO DEL PAVIMENTO

- 311.01 Definición.
- 311.02 Descripción.
- 311.03 Equipo.
- 311.04 Fresado.
- 311.05 Tolerancias.
- 311.06 Medida.
- 311.07 Pago.

311.01 DEFINICIÓN. Fresado. Es la operación de remoción y/o recuperación de la capa superior de la superficie del pavimento, a la profundidad máxima indicada en los planos y en las Disposiciones Especiales, o conforme lo autorice el Delegado Residente, para proporcionar una superficie uniforme de conformidad con las elevaciones y pendientes longitudinales y transversales establecidas en la sección típica. La superficie resultante no debe presentar irregularidades mayores que las establecidas en esta Sección.

311.02 DESCRIPCION. Este trabajo consiste en la remoción de la capa superior de pavimentos flexibles o rígidos por medio de un proceso de fresado, utilizando equipos especializados para este tipo de trabajos, conforme se establece en la presente Sección.

311.03 EQUIPO. El Contratista debe suministrar equipo para fresado que cumpla con las siguientes características:

(a) Debe ser autopropulsado, con potencia, tracción y estabilidad suficientes para mantener con exactitud los niveles de la superficie del fresado. El ancho de corte del equipo debe ser igual a por lo menos un tercio del ancho del carril.

(b) Debe ser capaz de remover el espesor requerido del pavimento, en una o varias pasadas, mediante el uso de puntas o cuchillas de alta resistencia. El equipo debe estar provisto de un sistema automático para controlar el corte a los niveles requeridos mediante un esquí o sensores laterales acoplados a guías colocadas por referencias topográficas, con otro sistema automático para mantener la pendiente transversal.

(c) Sistema de carga o equipo de soporte adecuado para recuperar o disponer del material fresado de acuerdo con su volumen de producción.

(d) Adicionalmente, se podrá utilizar equipo de pre-calentamiento para el fresado de pavimentos asfálticos, siempre que no exista contacto directo de llama sobre la superficie existente cuando los materiales obtenidos del fresado vayan a ser reutilizados como componentes de una nueva carpeta asfáltica.

REQUISITOS DE CONSTRUCCION

311.04 FRESADO. Se debe utilizar guías laterales colocadas topográficamente para definir las pendientes longitudinales y transversales de la superficie fresada de acuerdo con los niveles, rasantes y pendientes indicadas en los planos. Las operaciones de fresado se deben de realizar en el sentido longitudinal de la carretera.

Cuando se requieran variaciones en la profundidad máxima de fresado, la transición entre las mismas deberá efectuarse con una pendiente uniforme máxima de 0.2%. Cuando la superficie fresada deba permanecer abierta al tránsito, al inicio y al final del tramo fresado se debe proveer una transición hacia la superficie original con la pendiente antes indicada. Cuando los trabajos de fresado no se completen en todo el ancho de la superficie de rodadura de la sección típica, se deberán efectuar las operaciones de prevención y control del tránsito como se indica en la sección 155.

Se debe utilizar una escoba giratoria inmediatamente detrás de las operaciones de fresado para remover todo el material suelto que no haya sido retirado por el equipo indicado en 311.03 (c). Se debe minimizar el escape de polvo al aire.

311.05 TOLERANCIAS. La conformación de la superficie terminada de la capa fresada debe ser verificada mediante la utilización de una regla recta rodante ó una regla o varilla de 3 metros de longitud graduada, determinándose si la altura es constante sobre la superficie en sentido transversal y longitudinal. No se permiten irregularidades mayores de 6 milímetros tanto en el sentido longitudinal como en el transversal respecto al eje de la carretera.

311.06 MEDIDA. La medida se debe hacer del número de metros cuadrados del espesor de fresado especificado, con aproximación de dos decimales, correspondiente al ancho promedio de la sección típica a fresar indicada en los planos del proyecto, satisfactoriamente ejecutados de acuerdo con estas Especificaciones Generales y Disposiciones Especiales. El área del pavimento fresado se debe determinar como el producto del ancho promedio por la longitud del tramo a fresar y debe estar dentro de los límites y dimensiones indicados en las secciones típicas, de acuerdo con los alineamientos horizontal y vertical mostrados en los planos u ordenados por el Delegado Residente. La longitud se debe medir sobre la línea central de la carretera, en proyección horizontal.

311.07 PAGO. El pago de la operación de fresado se debe hacer por el número de metros cuadrados medidos como se indica en 311.06 al precio unitario de contrato, correspondiente a Fresado del Pavimento y cubrirá todas las operaciones necesarias de movilización y uso del equipo de fresado y equipo auxiliar necesario para la realización de estos trabajos y la carga del material proveniente de estas operaciones, su transporte o acarreo y disposición en las áreas designadas por el Delegado Residente, cuyo precio incluye el trabajo estipulado en esta Sección, incluyendo los trabajos topográficos, referenciación y mantenimiento del tránsito, todo de conformidad con lo indicado en 110.02.

SECCION 312 PALIATIVOS DEL POLVO

- 312.01 Definición.
- 312.02 Descripción.
- 312.03 Requisitos de los materiales.
- 312.04 Generalidades.
- 312.05 Preparación y aplicación.
- 312.06 Medida.
- 312.07 Pago.

312.01 DEFINICION. Paliativo del polvo. Es la aplicación de uno o más riegos de un material sobre una superficie preparada de una carretera para aplacar el polvo.

312.02 DESCRIPCION. Este trabajo consiste en el suministro de los materiales a usar como paliativos del polvo y la aplicación de los mismos sobre la superficie de la carretera, de conformidad con estas Especificaciones Generales y/o las Disposiciones Especiales.

MATERIALES312.03 REQUISITOS DE LOS MATERIALES.

(a) Cloruro de Calcio. Debe cumplir con los requisitos establecidos en AASHTO M 144, tipo S para el grado y clase especificados.

(b) Emulsión Asfáltica. Las emulsiones asfálticas, según su tipo, cumplirán con las siguientes características:

(1) Emulsiones Aniónicas. Deben cumplir con los requisitos establecidos en AASHTO M 140.

(2) Emulsiones Catiónicas. Deben cumplir con los requisitos establecidos en AASHTO M 208.

Además, las emulsiones asfálticas deben cumplir con los requisitos de temperatura indicados en la siguiente tabla.

Tabla 312-1 Rango de Temperaturas de Aplicación

Tipo y Grado de la Emulsión Asfáltica	Rangos de temperaturas de rociado Mínima-Máxima en °C
SS-1, SS-1h	20-70
CSS-1, CSS-1h	20-70

(c) Sulfonato de Lignina. El Contratista debe suministrar una solución de agua con una base catiónica de amoniaco, calcio o sodio. Debe cumplir con lo siguiente

- | | | |
|-----|------------------------|------------|
| (1) | Sólidos | 50% |
| (2) | Gravedad específica | 1.25 |
| (3) | pH, según AASHTO T 210 | 4.5 mínimo |

(d) Cloruro de magnesio. El Contratista debe suministrar una solución en salmuera que cumpla con lo siguiente:

- | | | |
|-----|----------------------------------|-------------|
| (1) | Cloruro de magnesio, por masa | 28 a 35% |
| (2) | Agua, por masa | 65 a 72% |
| (3) | Gravedad específica, ASTM D 1298 | 1.29 a 1.33 |

(e) Agua. El Contratista debe suministrar agua libre de sustancias nocivas para los materiales a ser utilizados en la ejecución de los trabajos.

REQUISITOS DE CONSTRUCCION

312.04 GENERALIDADES. El distribuidor debe ser capaz de calentar el paliativo de manera uniforme. Debe tener una barra de rociado de circulación ajustable a un ancho de 4.6 metros y una manguera con boquilla para poder trabajar las áreas inaccesibles al distribuidor y para los trabajos de acabado. El distribuidor deberá tener un tacómetro, un calibrador de presiones, un dispositivo para medición de volúmenes o un tanque calibrado para depositar uniformemente el paliativo sobre todo el ancho con una tolerancia de 0.08 litros por metro cuadrado de la razón de aplicación requerida. Deberá tener además un termómetro para medir la temperatura del paliativo en el tanque.

No se debe aplicar el paliativo del polvo cuando el clima esté nublado o lluvioso o cuando se esperen lluvias dentro de las 24 horas de la aplicación. El paliativo debe ser aplicado cuando la temperatura ambiente sea mayor de 4 °C.

Las superficies de las estructuras y de los árboles deben ser protegidas durante la aplicación del paliativo para protegerlos de las salpicaduras u otros daños. Se deben usar varias aplicaciones en una cantidad reducida, si es necesario, para prevenir escurrimientos. Se prohíbe verter paliativos del polvo en las fuentes de agua.

312.05 PREPARACION Y APLICACIÓN.

(a) Emulsión asfáltica. La superficie debe ser preparada de acuerdo con lo indicado en la Sección 301.

Las emulsiones se deben diluir en 5 o más partes, en volumen, de agua. El material diluido se debe regar con el distribuidor de asfalto en repetidas aplicaciones ligeras, según se requiera, de acuerdo con lo indicado en 404.09. La cantidad de aplicación debe variar entre 0.45 y 2.3 litros por metro cuadrado o en la cantidad aprobada por el Delegado Residente.

(b) Sulfonato de lignina, cloruro de calcio o cloruro de magnesio. El lecho de la carretera debe ser preparado y conformado con la sección de planos hasta dejar de 25 a 50 milímetros de material relativamente suelto sobre la superficie. Se debe humedecer el material suelto hasta que esté visiblemente húmedo.

Cuando se utilice sulfonato de lignina, éste debe ser diluido con agua hasta que la mezcla contenga 40 ± 10 por ciento de sulfonato de lignina en volumen. Al suministrar el sulfonato de lignina, el Contratista debe presentar un certificado de calidad la fecha de compra, número de identificación del vehículo que lo transporta, masa neta, volumen neto a 15 °C, gravedad específica a 15 °C, porcentaje de sólidos por peso, pH, base catiónica y nombre de la marca. Cuando se utilice cloruro de calcio, se debe preparar una solución con agua que contenga 32 ± 5 por ciento de cloruro en masa.

Cuando se utilice cloruro de magnesio, la salmuera debe ser aplicada cuando la temperatura ambiente sea mayor de 15 °C.

La aplicación se debe hacer en una cantidad de 1.4 a 2.7 litros por metro cuadrado o en la cantidad aprobada por el Delegado Residente. La superficie debe ser compactada.

312.06 MEDIDA.

(a) Emulsión Asfáltica. La medida se debe hacer del número de galones, con aproximación de dos decimales, de Emulsión Asfáltica antes de diluir para Paliativo del Polvo, satisfactoriamente aplicados de acuerdo con estas Especificaciones Generales y Disposiciones Especiales.

(b) Sulfonato de lignina, cloruro de calcio o cloruro de magnesio. La medida se debe hacer del número de galones, con aproximación de dos decimales, de mezcla ya preparada para Paliativo del Polvo, satisfactoriamente aplicada de acuerdo con estas Especificaciones Generales y Disposiciones Especiales.

312.07 PAGO.

(a) Emulsión Asfáltica. El pago se debe hacer del número de galones, con aproximación de dos decimales, de Emulsión Asfáltica antes de diluir para Paliativo del Polvo, medidos como se indica en 312.06 (a), satisfactoriamente aplicados de acuerdo con estas Especificaciones Generales y Disposiciones Especiales al precio unitario de contrato correspondiente a Paliativos del Polvo con Emulsión Asfáltica.

(b) Sulfonato de lignina, cloruro de calcio o cloruro de magnesio. El pago se debe hacer del número de galones, con aproximación de dos decimales, de mezcla ya preparada para Paliativo del Polvo, medidos como se indica en 312.06 (b), satisfactoriamente aplicada de acuerdo con estas Especificaciones Generales y Disposiciones Especiales.

No se debe hacer ningún pago por separado por el suministro de la mano de obra, materiales, herramientas, equipo y por el agua, el mezclado y la aplicación en la carretera.

Estos precios incluyen todo el trabajo estipulado en esta Sección de conformidad con lo indicado en 110.02.

RESUMEN DE NORMAS

<u>Ensayos</u>			<u>Materiales</u>
Gravedad específica	ASTM D 1298	Cloruro de calcio	AASHTO M 144
pH	AASHTO T 210	Emulsiones asfálticas Aniónicas	AASHTO M 140
		Emulsiones asfálticas Catiónicas	AASHTO M 208

SECCION 313 APILAMIENTO Y ALMACENAMIENTO DE AGREGADOS

- 313.01 Definiciones.
- 313.02 Descripción
- 313.03 Materiales.
- 313.04 Selección de los lugares para apilamiento y almacenamiento.
- 313.05 Preparación de los lugares para apilamiento y almacenamiento.
- 313.06 Apilamiento de agregados.
- 313.07 Protección de los agregados.
- 313.08 Disponibilidad de los agregados.
- 313.09 Medida.
- 313.10 Pago.

313.01 DEFINICIONES.

Apilamiento de Agregados. Es la acción y efecto de poner en pilas o montones, los agregados que se utilizan en la construcción.

Almacenamiento de Agregados. Es la acción y efecto de guardar los agregados destinados a la construcción de la obra, protegiéndolos adecuadamente en los sitios o lugares seleccionados, en forma tal que puedan conservarse sin contaminación y sin perder sus propiedades.

313.02 DESCRIPCION. Este trabajo consiste en la selección de los sitios o lugares para colocar los materiales; la limpieza y preparación de dichos lugares; la carga, transporte y descarga del agregado, distribuyéndolo en montones o pilas; la protección adecuada y el cuidado necesario de los agregados correspondientes; todo de acuerdo con estas Especificaciones Generales y lo indicado en los planos y Disposiciones Especiales.

313.03 MATERIALES. Los agregados depositados y almacenados, deben mantener todos los requisitos especificados para el tipo y características de los materiales a utilizar según el caso, evitando especialmente la segregación y contaminación, todo de acuerdo con estas Especificaciones Generales y Disposiciones Especiales.

313.04 SELECCION DE LOS LUGARES PARA APILAMIENTO Y ALMACENAMIENTO. El Contratista debe proceder a seleccionar los lugares más adecuados según la posición más favorable para la ejecución de los trabajos, de conformidad con los planos y Disposiciones Especiales. La selección de estos lugares es responsabilidad absoluta del Contratista y no se reconoce ningún pago por acarreo o sobreacarreo, ni tampoco compensación alguna, si el material se pierde o se daña por cualquier causa.

313.05 PREPARACION DE LOS LUGARES PARA APILAMIENTO Y ALMACENAMIENTO. Los lugares destinados a estas operaciones, deben prepararse, limpiándolos de toda materia vegetal, árboles, troncos, malezas, así como de los residuos y basura, en forma tal que se evite la contaminación del material de acuerdo con lo indicado en la Sección 202. Los sitios o lugares escogidos, deben ser nivelados, conformados y compactados hasta lograr una sección transversal razonablemente uniforme que drene satisfactoriamente, y de preferencia con una pendiente no mayor del 8%. Se tiene que compactar la superficie en todo su ancho, con un mínimo de tres pasadas completas con equipo de compactación aprobado por el Delegado Residente.

Después de que el sitio haya sido nivelado y compactado, se tiene que colocar y compactar una capa de agregado u otro material granular adecuado sobre toda el área de las pilas y las vías de acceso. La profundidad del agregado o material granular colocado debe ser suficiente para estabilizar el suelo del sitio o lugar de la pila y las vías de acceso, para prevenir la contaminación de las pilas con suelo natural u otros materiales perjudiciales.

313.06 APILAMIENTO DE AGREGADOS. Las pilas o montones aislados deben de tener una forma geométrica regular, no permitiéndose alturas inferiores a 5 metros, ni mayores de 20 metros, con una pendiente lateral no mayor a la del ángulo de reposo de los materiales, pero en ningún caso la pendiente podrá ser más plana que 1:1½.

Para formar las pilas, los agregados se deben depositar en capas uniformes de espesores no mayores de 1 metro. Los agregados se deben colocar por medio de camiones, volquetes, u otro sistema de transporte por volteo con llantas neumáticas. No se permite el uso de correas o bandas transportadoras, ni maquinaria empujadora ni de equipos o medios de apilado que causen degradación o segregación de los agregados.

No se debe verter el agregado de manera que parte de éste se escurra hacia abajo sobre las capas inferiores de la pila. No se deben verter agregados utilizando cubetas o canaletas en un lugar específico para formar una pila con forma de cono.

No se debe apilar agregados en los sitios en los que el tráfico pase a través de las pilas. Cuando se operen camiones sobre las pilas, se deben colocar planchas de paso, cuando sea requerido por el Delegado Residente, para evitar que el lodo de las llantas o cualquier otro material penetre en el material apilado.

Las pilas deben colocarse lo suficientemente separadas o deben ser separadas por medio de paredes o particiones para evitar que se mezclen las distintas graduaciones de agregados.

Después de medir y aceptar una pila de agregados que será utilizada en un futuro, ésta debe ser cubierta con un cobertor protector contra el medio ambiente.

313.07 PROTECCION DE LOS AGREGADOS. Las pilas se deben ubicar y formar de tal manera que no se produzca mezcla de agregados de diferente tipo o segregación en los mismos; alejando lo más posible las pilas de los lugares de paso de vehículos, para evitar su contaminación con el polvo. Cuando los materiales tengan que estar depositados al aire libre y las condiciones de intemperie sean desfavorables, es obligación del Contratista cubrirlos, utilizando cubiertas de polietileno, de lona o de otro material adecuado.

La cubierta debe de colocarse directamente encima de los agregados, fijándola adecuadamente y cubriendo toda la superficie de las pilas, para asegurar su protección contra la acción de los elementos naturales.

313.08 DISPONIBILIDAD DE LOS AGREGADOS. Cuando el Contratista tenga almacenada una cantidad de agregados menor que la requerida para terminar la obra de que se trate, éste está obligado a completarla, aún cuando tenga que adquirirla de otra fuente que llene los mismos requisitos especificados. Cuando disponga de una cantidad mayor de agregados, sin que así se le haya requerido, si el Gobierno tiene interés o no en comprar dicho excedente, así se lo hará saber al Contratista, dentro de los 30 días siguientes a partir del día que se compruebe que se produjo un excedente, para que en caso negativo, el Contratista pueda disponer libremente del material.

313.09 MEDIDA. La medida se debe hacer del número de metros cúbicos con aproximación de dos decimales, de agregados apilados y almacenados en los lugares seleccionados. El volumen se debe determinar, utilizando métodos analíticos por medición directa de las pilas formadas. No se reconocen diferencias por concepto de asentamiento o contracción. La medida también puede hacerse si así lo aprueba el Ingeniero, por toneladas métricas ordenadas y colocadas en las pilas de almacenaje autorizadas.

313.10 PAGO. El pago se debe hacer, únicamente cuando en el contrato correspondiente se estipule expresamente este renglón por separado, del número de metros

cúbicos o de toneladas métricas de agregados apilados y almacenados, medidos como se indica en 313.09 al precio unitario de contrato, correspondiente a Apilamiento y Almacenamiento de Agregados, cuyo precio incluye el trabajo estipulado en esta Sección, de acuerdo con lo indicado en 110.02.

No se reconoce ningún pago adicional por la adquisición o arrendamiento de terrenos, limpia, chapeo y destronque de los mismos, construcción de caminos de acceso, agregados y materiales de recubrimiento del terreno, cubiertas de protección de las pilas, cercas, vigilancia, y pérdida de materiales por erosión, robo o cualquier otra causa.

DIVISION 400PAVIMENTOS ASFÁLTICOSSECCION 401 PAVIMENTO DE CONCRETO ASFÁLTICO EN CALIENTE

- 401.01 Definiciones.
- 401.02 Descripción.
- 401.03 Requisitos de los Materiales.
- 401.04 Determinación del Procedimiento de Construcción.
- 401.05 Producción del Material Pétreo.
- 401.06 Preparación del Material Pétreo para Mezcla en Planta.
- 401.07 Preparación del Cemento Asfáltico.
- 401.08 Mezcla.
- 401.09 Cantidad del Cemento Asfáltico.
- 401.10 Carga y Transporte de la Mezcla.
- 401.11 Requisitos del Clima.
- 401.12 Pavimentadoras.
- 401.13 Preparación de la Superficie.
- 401.14 Colocación y Tendido.
- 401.15 Compactación.
- 401.16 Juntas.
- 401.17 Trabajos Nocturnos.
- 401.18 Control de Calidad, Tolerancias y Aceptación.
- 401.19 Correcciones.
- 401.20 Medida.
- 401.21 Pago.

401.01 DEFINICIONES.

Concreto Asfáltico. Es el sistema de construcción asfáltica, que consiste en la elaboración en planta, en caliente, de una mezcla de proporciones estrictamente controladas de materiales pétreos, polvo mineral, cemento asfáltico y aditivos, para obtener un producto de alta resistencia y duración, con características de calidad uniformes, que se puede tender y compactar de inmediato en la carretera, en una o en varias capas, de ser requerido, para proporcionar las características de resistencia y textura a las capas de soporte o de superficie, según se establezca en los planos y en las Disposiciones Especiales.

En los planos de sección típica de pavimentación, se deberá indicar el año base utilizado para el diseño del pavimento, el período de diseño, el total de ejes equivalentes de 80 kN (ESAL) en el carril de diseño durante el período correspondiente, los espesores de las capas de concreto asfáltico con sus respectivas graduaciones y tipo de cemento asfáltico.

Mezcla tradicional. Sistema usado tradicionalmente en los proyectos de pavimentación en Guatemala para definir las propiedades del concreto asfáltico y los procedimientos para el diseño de mezclas de concreto asfáltico usando el método Marshall.

SUPERPAVE® (SUPERior PERforming Asphalt PAVement). Sistema para definir y medir las propiedades del asfalto y de los procedimientos para el diseño de mezclas de concreto asfáltico y su desempeño, desarrollada por el SHRP (Strategic Highway Research Program) de la FHWA (Federal Highway Administration).

Clasificación del cemento asfáltico por Desempeño (PG - Performance Grade). Sistema de clasificación del cemento asfáltico basado en las temperaturas máxima y mínima de trabajo a las que se desempeñará la mezcla asfáltica. Dicha clasificación se indica en la norma AASHTO

MP-1. Esta clasificación tiende a substituir a las anteriores en las que se clasificaba por penetración o viscosidad.

401.02 DESCRIPCIÓN. Este trabajo consiste en la obtención y explotación de canteras y bancos; la trituración de piedra o grava, combinándolas con arena de río y/o polvo mineral de trituración y material de relleno para formar un material clasificado que cumpla con las especificaciones definidas en esta Sección; así como el apilamiento, almacenamiento y acarreo del material a mezclar; el suministro, transporte, almacenamiento, calentamiento y aplicación del material bituminoso; el acarreo, colocación, tendido, conformación y compactación de la mezcla asfáltica; la regulación del tránsito; así como el control de laboratorio durante todas las operaciones necesarias, para construir el concreto asfáltico en una o varias capas, la cual debe tener el ancho, espesores y proporciones indicadas en los planos y en las Disposiciones Especiales, ajustándose a los alineamientos horizontal y vertical y secciones típicas de pavimentación, dentro de las tolerancias estipuladas, de conformidad con estas Especificaciones Generales y Disposiciones Especiales.

En las Disposiciones Especiales se deberá de indicar el sistema a utilizar para el diseño de las mezclas de concreto asfáltico, ya sea tradicional o Superpave. Cuando no se indique en las Disposiciones Especiales, se deberá aplicar todas las especificaciones contenidas en esta Sección referentes a mezclas tradicionales.

MATERIALES

401.03 REQUISITOS DE LOS MATERIALES.

(a) Agregados para mezclas tradicionales.

(1) Agregado Grueso (Retenido en el Tamiz de 4.75 milímetros). El Contratista debe suministrar partículas de roca, piedra o grava trituradas que cumplan con lo siguiente:

a)	Abrasión, AASHTO T 96	35% máximo
b)	Desintegración al sulfato de sodio (5 ciclos), AASHTO T 104	12% máximo
c)	Caras fracturadas:	
	1 cara fracturada	90% mínimo
	2 caras fracturadas	75% mínimo
d)	Partículas planas o alargadas, ASTM D 4791	8% máximo

(2) Agregado fino (100 % Pasa el tamiz de 4.75 milímetros). El Contratista debe suministrar arena, piedra triturada, grava tamizada, o una combinación de éstas que cumpla con los siguientes requisitos:

a)	Equivalente de arena, AASHTO T 176	35 mínimo
b)	Índice Plástico, AASHTO T 90	4% máximo
c)	Graduación N° 2 o N° 3 de AASHTO M 29	

(3) Mezcla compuesta de agregados. El Contratista debe dimensionar, graduar, y combinar las fracciones de agregados en proporciones mixtas de acuerdo con lo siguiente:

a) Graduación. Las fracciones de agregado deben ser dimensionadas, graduadas y combinadas en proporciones dosificadas que resulten en una mezcla compuesta con una curva granulométrica continua, sin quiebres bruscos, situada dentro de los límites para el tamaño máximo nominal apropiado del agregado indicado en la tabla 401-1, correspondiente a graduaciones densas. Las graduaciones finas de mezclas asfálticas utilizadas

para arena asfalto y lámina asfáltica están especificadas en la Sección 410. Cuando en las Disposiciones Especiales se especifiquen mezclas abiertas para capa de superficie o de base, en las mismas también se debe de indicar el rango admisible para cada tamiz estándar que regirá para la graduación a ser utilizada.

b) Libre de materia vegetal, basura, terrones de arcilla o sustancias que puedan causar fallas en el pavimento.

c) La mezcla de agregados debe ser uniforme en calidad y densidad y su peso unitario AASHTO T 19 no debe ser menor de 1360 kilogramos por metro cúbico.

d) La mezcla de agregados o de agregados y polvo mineral debe tener un índice plástico determinado según el método AASHTO T 90, menor del 4%, excepto cuando el polvo mineral esté constituido por cal hidratada o cemento hidráulico.

Tabla 401-1 Graduación de Agregados para Pavimento de Concreto Asfáltico (ASTM D 3515)

Tamaño del Tamiz	Porcentaje en Masa que Pasa el Tamiz designado (AASHTO T 27 y T 11)					
	Graduación Designada y Tamaño Máximo Nominal ⁽¹⁾					
	A (50.8 mm)	B (38.1 mm)	C (25.4 mm)	D (19 mm)	E (12.5 mm)	F (9.5 mm)
	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"
63.00 mm	100					
50.00 mm	90-100	100				
38.10 mm	-	90-100	100			
25.00 mm	60-80	-	90-100	100		
19.00 mm	-	56-80	-	90-100	100	
12.50 mm	35-65	-	56-80	-	90-100	100
9.50 mm	-	-	-	56-80	-	90-100
4.75 mm	17-47	23-53	29-59	35-65	44-74	55-85
2.36 mm	10-36	15-41	19-45	23-49	28-58	32-67
0.30 mm	3-15	4-16	5-17	5-19	5-21	7-23
0.075 mm	0-5	0-6	1-7	2-8	2-10	2-10

⁽¹⁾ El tamaño máximo nominal es el tamaño del tamiz mayor siguiente al tamaño del primer tamiz que retenga más del 10% del agregado combinado. El tamaño máximo es el del tamiz mayor al correspondiente al tamaño máximo nominal.

(b) Polvo mineral. Cuando se necesite agregar polvo mineral como ingrediente separado, en adición al que contiene el agregado pétreo después de su trituración, éste debe consistir en: polvo de roca, cemento hidráulico, cal hidratada u otro material inerte no absorbente, que llene, según AASHTO M 17, los requisitos siguientes:

El polvo mineral debe llenar los requisitos de graduación, determinada según AASHTO T 37, de la siguiente tabla:

Tabla 401-2 Requisitos de graduación para el Polvo Mineral

Estándar mm	Tamiz N°	Porcentaje total que pasa un tamiz de abertura cuadrada (AASHTO T 37)
0.600	30	100 %
0.300	50	95-100 %
0.075	200	70-100 %

(c) Agregados para Mezclas SUPERPAVE.

En adición a los requisitos establecidos en (a) y (b) para los agregados para mezclas tradicionales, los agregados para mezclas Superpave, deben cumplir con los requisitos siguientes:

- (1) Caras fracturadas en el material retenido en el tamiz de 4.75 mm, de acuerdo con la Tabla 401-3.
- (2) Angularidad del agregado fino, AASHTO TP 33, Método A, de acuerdo con la Tabla 401-4.
- (3) Equivalente de arena, AASHTO T 176, de acuerdo con la Tabla 401-5.
- (4) Graduación. Las fracciones de agregado deben ser dimensionadas, graduadas y combinadas en proporciones dosificadas que resulten en una mezcla compuesta con una curva granulométrica continua, sin quiebres bruscos, situada dentro de los puntos de control para el tamaño máximo nominal apropiado del agregado indicado en las Tablas 401-6 a 401-10.

El tamaño máximo nominal es el tamaño del tamiz mayor siguiente al tamaño del primer tamiz que retenga más del 10% del agregado combinado. El tamaño máximo es el del tamiz mayor al correspondiente al tamaño máximo nominal.

El tamaño máximo nominal del agregado de la graduación especificada para la capa de superficie deberá estar comprendido entre 9.5 mm y 19.0 mm y para las capas de soporte o inferiores deberá estar comprendido entre 19.0 mm y 38.1 mm, siempre y cuando el tamaño máximo nominal sea menor que un medio del espesor de la capa que se esté trabajando.

No es recomendable el uso de mezclas con graduaciones que crucen o se ubiquen en las zonas restringidas indicadas en las tablas 401-6 a 401-10. Preferentemente la graduación deberá ubicarse por debajo de la zona restringida. La graduación se verificará de acuerdo con el ensayo especificado en AASHTO T 11 y AASHTO T 27.

TABLA 401-3 Requisitos de Caras Fracturadas (100 % retenido en el Tamiz 4.75 mm)

Tráfico, en Millones de ESAL	Profundidad desde la Superficie	
	< 100 mm	≥ 100 mm
>3-10	90/80	-/-
>10-30	95/90	90/75
>30-100	100/100	95/90
>100	100/100	100/100

Nota: "90/80" significa que 90% del agregado grueso tiene una cara fracturada y 80% tiene dos caras fracturadas.

TABLA 401-4 Angularidad del Agregado Fino

Tráfico, en Millones de ESAL	Profundidad desde la Superficie	
	< 100 mm	≥ 100 mm
≤0.3	-	-
>0.3-1	40 min.	-
>1-3	40 min.	40 min.
>3-30	45 min.	40 min.
>30	45 min.	45 min.

TABLA 401-5 Requisito de Equivalente de Arena

Tráfico, en Millones de ESAL	Equivalente de Arena (Mínimo)
≤ 3	40
> 3-30	45
> 30	50

TABLA 401-6 Graduación Superpave para Agregado con Tamaño Máximo Nominal de 9.5 mm

Tamiz (mm)	Puntos de Control		Gráfica de 0.45 Densidad Máxima.	Zona Restringida	
	Máx.	Min.		Límite Mínimo	Límite Máximo
12.50		100	100.0		
9.50	100	90	88.4		
4.75	90		64.7		
2.36	32	67	47.1	47.2	47.2
1.18			34.6	31.6	37.6
0.600			25.3	23.5	27.5
0.300			18.6	18.7	18.7
0.150			13.7		
0.075	10	2	10.0		

TABLA 401-7 Graduación Superpave para Agregado con Tamaño Máximo Nominal de 12.5 mm

Tamiz (mm)	Puntos de Control		Gráfica de 0.45 Densidad Máxima.	Zona Restringida	
	Máx.	Min.		Límite Mínimo	Límite Máximo
19.00		100	100.0		
12.50	100	90	82.8		
9.50	90		73.2		
4.75			53.6		
2.36	58	28	39.1	39.1	39.1
1.18			28.6	25.6	31.6
0.600			21.1	19.1	23.1
0.300			15.5	15.5	15.5
0.150			11.3		
0.075	10	2	8.3		

TABLA 401-8 Graduación Superpave para Agregado con Tamaño Máximo Nominal de 19 mm

Tamiz (mm)	Puntos de Control		Gráfica de 0.45 Densidad Máxima.	Zona Restringida	
	Máx.	Min.		Límite Mínimo	Límite Máximo
25.00		100	100.0		
19.00	100	90	88.4		
12.50	90		73.2		
9.50			64.7		
4.75			47.4		
2.36	49	23	34.6	34.6	34.6
1.18			25.3	22.3	28.3
0.600			18.7	16.7	20.7
0.300			13.7	13.7	13.7
0.150			10.0		
0.075	8	2	7.3		

TABLA 401-9 Graduación Superpave para Agregado con Tamaño Máximo Nominal de 25 mm

Tamiz (mm)	Puntos de Control		Gráfica de 0.45 Densidad Máxima.	Zona Restringida	
	Máx.	Min.		Límite Mínimo	Límite Máximo
38.10		100	100.0		
25.00	100	90	83.3		
19.00	90		73.6		
12.50			61.0		
9.50			53.9		
4.75			39.5	39.5	39.5
2.36	45	19	28.8	26.8	30.8
1.18			21.1	18.1	24.1
0.600			15.6	13.6	17.6
0.300			11.4	11.4	11.4
0.150			8.3		
0.075	7	1	6.1		

TABLA 401-10 Graduación Superpave para Agregado con Tamaño Máximo Nominal de 38.1 mm

Tamiz (mm)	Puntos de Control		Gráfica de 0.45 Densidad Máxima.	Zona Restringida	
	Máx.	Min.		Límite Mínimo	Límite Máximo
50.00		100	100.0		
38.10	100	90	87.9		
25.00	90		73.2		
19.00			64.7		
12.50			53.6		
9.50			47.4		
4.75			34.7	34.7	34.7
2.36	41	15	25.3	23.3	27.3
1.18			18.5	15.5	21.5
0.600			13.7	11.7	15.7
0.300			10.0	10	10
0.150			7.3		
0.075	6	0	5.4		

(d) Requisitos para el Cemento Asfáltico. El tipo, grado, y especificación del cemento asfáltico o del cemento asfáltico modificado con polímeros a usar, debe ser uno de los establecidos en la tabla 401-11, según lo indiquen las Disposiciones Especiales.

Para el caso de asfaltos con clasificación PG, el grado se indicará en las Disposiciones Especiales de acuerdo con el rango comprendido entre el promedio de las temperaturas máximas durante los siete días más calurosos del año y la temperatura mínima donde se localice el proyecto incrementando el valor de temperatura alta un grado de conformidad con el manual SP-2 del Instituto de Asfalto para tránsito lento y un grado adicional si el tránsito esperado excede un ESAL de 30×10^6 en el carril de diseño, pudiéndose fijar grados intermedios para los rangos de temperaturas indicados en la tabla 401-11 o grados mayores que los indicados cuando así se requiera.

El rango de las temperaturas del cemento asfáltico para la preparación de la mezcla de los especímenes en el laboratorio, será el correspondiente para producir una viscosidad cinemática entre 0.15 y 0.19 Pascales segundo (Pa-s) (150 y 190 centiStokes cS).

Para el diseño de mezcla asfáltica con el procedimiento Superpave, sólo se podrán usar los grados con graduación PG.

Tabla 401-11 Especificaciones del Cemento Asfáltico

TIPO Y GRADO DEL CEMENTO ASFALTICO	ESPECIFICACION
Graduación por viscosidad: <ul style="list-style-type: none"> • AC-10 • AC-20 • AC-40 	AASHTO M 226
Graduación por penetración: <ul style="list-style-type: none"> • 40-50 • 60-70 • 85-100 • 120-150 	AASHTO M 20
Graduación PG: <ul style="list-style-type: none"> • 64-22 • 70-22 • 76-22 • 82-22 	AASHTO MP 1

(e) Requisitos para la Mezcla. La mezcla de material pétreo y material bituminoso, debe llenar los requisitos del método de diseño establecido en las Tablas 401-12 y 401-13 ó según corresponda de conformidad con las Disposiciones Especiales.

Tabla 401-12 Requisitos para la Mezcla de Concreto Asfáltico

METODO DE DISEÑO ⁽¹⁾	VALORES LÍMITES	
	MINIMO	MAXIMO
1) <u>MARSHALL</u> (AASHTO T 245)		
• Temperatura de compactación de pastilla para producir una viscosidad de	0.25 Pa-s (250 cS)	0.31 Pa-s (310 cS)
• Número de golpes de compactación en cada extremo del espécimen ⁽²⁾	75	75
• Estabilidad	5,338 N (1,200 libras)	
• Fluencia en 0.25 mm (0.01 pulg.)		
• Tránsito < 10 ⁶ ESAL	8	16
• Tránsito > 10 ⁶ ESAL	8	14
• Relación Estabilidad/Fluencia (lb./0.01 pulg.)	120	275
• Porcentaje de vacíos de la mezcla compactada ⁽³⁾	3	5
• Porcentaje de vacíos en agregado mineral (VAM)	Tabla 401-13	
• Porcentaje de vacíos rellenos con asfalto		
• Tránsito < 10 ⁶ ESAL	65	78
• Tránsito > 10 ⁶ ESAL	65	75
• Relación finos/bitumen ⁽⁴⁾	0.6	1.6
• Sensibilidad a la humedad AASHTO T 283		
Resistencia retenida	80 %	
• Partículas recubiertas con bitumen, para definir tiempo de mezclado, AASHTO T 195	95 %	

METODO DE DISEÑO	VALORES LÍMITES		
2) <u>SUPERPAVE</u> (AASHTO MP-2) <ul style="list-style-type: none"> • Temperatura de compactación de pastilla para producir una viscosidad de • Porcentaje de vacíos de la mezcla compactada⁽³⁾ • Porcentaje óptimo de vacíos • Porcentaje de vacíos en agregado mineral (VAM) • Porcentaje de vacíos rellenos con asfalto <ul style="list-style-type: none"> • ESAL < 3x10⁶ • ESAL > 3x10⁶ • Relación finos/bitumen⁽⁴⁾ • Sensibilidad a la humedad AASHTO T 283 • Resistencia retenida • Partículas recubiertas con bitumen, para definir tiempo de mezclado, AASHTO T 195 <ul style="list-style-type: none"> • Capas de base • Capa de superficie 	<u>MINIMO</u>	<u>MAXIMO</u>	
	0.25 Pa-s (250 cS)	0.31 Pa-s (310 cS)	
	3	5	
	4	4	
	Tabla 401-13		
	65	78	
	65	75	
	0.6	1.6	
	80%		
	90 %		
95 %			

⁽¹⁾ El porcentaje de vacíos con aire se basa en AASHTO T 166, AASHTO T 209 y AASHTO T 269.

⁽²⁾ Cuando se establezca en las Disposiciones Especiales, los especímenes podrán ser preparados usando el compactador giratorio aplicando las mismas especificaciones de compactación indicadas más adelante para mezclas Superpave.

⁽³⁾ Este valor deberá calcularse en función de la gravedad específica máxima de la mezcla compactada determinada directamente conforme el ensayo Rice-AASHTO T 209.

⁽⁴⁾ La razón polvo-asfalto se define como el porcentaje de material que pasa el tamiz de 75 micrómetros dividido por el contenido efectivo de asfalto calculado por masa de mezcla.

Tabla 401-13 Vacíos en el Agregado Mineral (VAM)

Tamaño nominal máximo del agregado en mm	Porcentaje de vacíos del agregado mineral (VAM)			
	Marshall			Superpave
	3% ⁽¹⁾	4% ⁽¹⁾	5% ⁽¹⁾	4% ⁽¹⁾
9.50	14	15	16	15
12.50	13	14	15	14
19.00	12	13	14	13
25.00	11	12	13	12
37.50	10	11	12	11
50.00	9.5	10.5	11.5	No aplicable

⁽¹⁾ **Porcentaje de vacíos con aire de la mezcla compactada.**

(f) Requisitos Adicionales para mezclas Superpave.

(1) Compactación. Para el diseño de las mezclas Superpave, éstas deben compactarse a los esfuerzos de compactación y dentro de los límites que se establecen en las Tablas 401-14 y 401-15.

(2) Ensayos de desempeño. Para evaluar la durabilidad y el desempeño de las mezclas asfálticas Superpave, cuando así se indique en las Disposiciones Especiales, en las mismas se deberán definir los rangos de aceptación de los ensayos de deformación volumétrica, deformación uniaxial, corte simple, corte repetitivo, agrietamiento a baja temperatura y agrietamiento por fatiga efectuados en los equipos de ensayo de corte (SST) y en el de tensión indirecta (IDT) de Superpave de conformidad con el manual SP-2 del Instituto de Asfalto y los métodos de ensayo TP 7 y TP 9 definidos por AASHTO.

Tabla 401-14 Esfuerzo de Compactación de Diseño en el Compactador Giratorio

ESAL de diseño ⁽¹⁾ (Millones)	Número de giros		
	N _{inicial}	N _{diseño}	N _{máximo}
< 0.3	6	50	75
0.3 a < 3	7	75	115
3 a < 30	8	100	160
> 30	9	125	205

Notas:

1. Nivel de tráfico para un período de diseño del pavimento de 20 años. Para períodos menores, se deberán proyectar los ESAL a 20 años.
2. Para capas en las cuales su superficie está a más de 100 mm debajo de la superficie del pavimento o cuando menos del 25% de su espesor está dentro de los 100 mm de la superficie, el esfuerzo de compactación de diseño de la mezcla para esa capa debe reducirse en un nivel.
3. Cuando sólo se efectúe diseño volumétrico, las mezclas de diseño deben ser envejecidas a la temperatura de compactación durante 2 horas.
4. Para el diseño en laboratorio, las propiedades volumétricas deben ser medidas directamente sobre especímenes compactados a N_{diseño} y no estimadas basándose en el N_{máximo}.

Tabla 401-15 Densidad Máxima de Diseño

Ejes equivalentes de Diseño (ESAL)	Porcentaje de la densidad máxima AASHTO T 209
<ul style="list-style-type: none"> • < 0.3×10^6 • $0.3 \times 10^6 - 3.0 \times 10^6$ • > 3.0×10^6 	Al número máximo inicial de giros, N _{inic} 91.5 % máximo 90.5 % máximo 89.0 % máximo
<ul style="list-style-type: none"> • En todos los rangos anteriores 	Al número de giros de diseño N _{dis} , 96.0 % máximo Al número máximo de giros N _{max} , 98.0 % máximo

(g) Aditivos antidesvestimiento. Las partículas de agregado deben ser de tal naturaleza que al recubrirlas completamente con el cemento asfáltico del tipo y grado a usarse en la capa de concreto asfáltico, no presenten evidencia de desvestimiento, permaneciendo más del 70% de las partículas perfectamente cubiertas con material bituminoso, al efectuar el ensayo de la DGC por inmersión en agua a 60° C. El uso de aditivos antidesvestimiento está condicionado a los resultados positivos del ensayo anteriormente indicado.

Los aditivos antidesvestimiento, sirven para mejorar la resistencia de las mezclas al daño por humedad que puede producir el desprendimiento de la capa asfáltica del agregado pétreo. Cuando en las Disposiciones Especiales no se indique el tipo de aditivo a utilizar, se podrá usar cualquiera de los tipos indicados más adelante, en dosificaciones mayores que las mínimas recomendadas por el fabricante, que aseguren el adecuado recubrimiento de las partículas de agregados conforme los requerimientos establecidos en el párrafo anterior.

Tipo 1. Productos líquidos. El Contratista debe suministrar productos líquidos fabricados comercialmente, estables al calor que, al ser agregados durante la producción de la mezcla asfáltica, tengan las propiedades químicas y físicas necesarias para prevenir la separación del asfalto y los agregados.

Tipo 2. Cemento y ceniza fina. Deben cumplir con lo indicado en la Sección 551.

Tipo 3. Cal. Debe cumplir con lo indicado en la Sección 551.

REQUISITOS DE CONSTRUCCION

401.04 DETERMINACION DEL PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION. Previamente a la iniciación de los trabajos de construcción de concreto asfáltico, o cuando se cambien algunos de los materiales, el Contratista debe informar al Delegado Residente, el procedimiento, incluyendo maquinaria, equipo y materiales que utilizará para las operaciones de construcción del concreto asfáltico, principalmente en lo referente a la producción, acarreo, tendido y compactación de la mezcla asfáltica de acuerdo con las características de los materiales y los requisitos que establezcan las Disposiciones Especiales.

El procedimiento debe determinar la localización de las plantas de producción de agregados y concreto asfáltico, el tipo y grado del material bituminoso a utilizar de conformidad con las Disposiciones Especiales, la forma de su almacenamiento y calentamiento, la producción y preparación del material pétreo en sus diferentes tamaños, incluyendo el material de relleno, las características de la planta de mezcla, ya sea fija o móvil, los resultados de los ensayos de laboratorio y la fórmula de trabajo, dentro de las tolerancias que se establecen en 401.18, así como los rangos de las temperaturas de mezcla y compactación acordes al tipo y grado del material bituminoso a usar, para obtener una mezcla que llene los requisitos de estas Especificaciones Generales, Disposiciones Especiales y planos correspondientes.

La fórmula de trabajo deberá incluir la graduación de la mezcla, las proporciones que se usarán de los agregados de diferente tamaño y material de relleno, el contenido de cemento asfáltico y aditivos antidesvestimiento, si así se requiriere, el tiempo de mezclado establecido de conformidad con AASHTO T 195, el porcentaje de absorción de agua de los agregados y el porcentaje de absorción de cemento asfáltico de la mezcla, la relación entre estos dos últimos valores y los resultados de los ensayos de la mezcla según el método de diseño definido en las Disposiciones Especiales y conforme lo indicado en 401.03 (e).

Esta información debe presentarla el Contratista antes de iniciar la producción de la mezcla, con 15 días de anticipación como mínimo, para que el Delegado Residente pueda hacer las verificaciones y rectificaciones que estime convenientes y aprobar la fórmula de trabajo, ordenando la cantidad de cemento asfáltico que se debe usar.

La aprobación del procedimiento de construcción, incluyendo maquinaria y equipo a utilizar no exime al Contratista de su responsabilidad de colocar una capa de concreto asfáltico, que se ajuste a estas Especificaciones Generales, Disposiciones Especiales y planos correspondientes.

401.05 PRODUCCION DEL MATERIAL PETREO. Previamente a la explotación, clasificación y trituración del material, debe efectuarse la limpia correspondiente en el banco, eliminar la vegetación, capa de materia orgánica, y la basura ó arcilla que puedan contaminar el material pétreo. La trituración debe ser efectuada en planta, en circuito cerrado de repaso, evitando la laminación del material. La graduación de cada uno de los tamaños en los que se separarán los agregados debe lograrse en la planta de producción. Dicha planta debe estar acondicionada con un sistema de clasificación adecuado que a su vez permita el lavado efectivo de los agregados mediante un sistema de rociadores a presión, con el número y tipo de zarandas necesarias para lograr el apilamiento clasificado de materiales por tamaño que al ser combinados en la planta de concreto asfáltico proporcionen la graduación especificada de los agregados para la mezcla. La separación y apilamiento de los agregados se deberá efectuar por lo menos en tres tamaños.

El Contratista debe efectuar el control continuo de laboratorio sobre la calidad y características del material producido y efectuar las correcciones necesarias para obtener un agregado de conformidad con estas Especificaciones Generales, Disposiciones Especiales y planos correspondientes.

Cada fracción del material pétreo producido puede apilarse y almacenarse en el área de la planta de trituración o ser acarreado para apilarse y almacenarse en lugares estratégicamente elegidos ubicados en el área de la planta de mezclado, debiendo ajustarse a lo establecido en la Sección 313.

401.06 PREPARACION DEL MATERIAL PETREO PARA MEZCLA EN PLANTA. El material inmediatamente antes de introducirlo en la planta mezcladora, debe ser secado y calentado a la temperatura indicada más adelante, dentro de las tolerancias establecidas en 401.18 (c) (3), a menos que se disponga en otra forma en las Disposiciones Especiales.

La temperatura máxima y variación de calentamiento debe de ser tal, que no produzca daño en los materiales. La temperatura del material pétreo, puede ser mayor que la temperatura de aplicación del cemento asfáltico en un máximo de 15 °C siempre que no se produzcan daños en este material.

El material debe ser tamizado, y con la graduación especificada, y separado en tolvas, de acuerdo a la fórmula de trabajo, antes de introducirlo en la cámara mezcladora.

Si se utiliza un aditivo antidesvestimiento en polvo, éste debe ser inyectado paralelo a la inyección del cemento asfáltico y a través del conducto específicamente instalado en las plantas asfálticas. Se deben utilizar dispositivos calibrados para medir o pesar la cantidad de los aditivos así como de la humedad adicionada al agregado, cuando este sea el caso.

401.07 PREPARACION DEL CEMENTO ASFALTICO.

(a) Tanques de Almacenamiento y Equipo. El Contratista debe de contar con equipo de transporte, instalaciones adecuadas y tanques de almacenamiento con un sistema adecuado que permita mantener el contenido del tanque a una temperatura uniforme. Los tanques deben estar localizados en lugares estratégicos de fácil acceso y protegidos contra incendio.

(b) Calentamiento del Cemento Asfáltico. El equipo de calentamiento, para la inyección a la mezcla debe tener la capacidad para calentar el cemento asfáltico a utilizar a la temperatura de mezcla correspondiente al grado especificado sin dañarlo, debiendo tener sistema circulante con serpentines, evitándose el contacto directo de las llamas del quemador, con la superficie de los serpentines, tubería o ductos por donde circula el material bituminoso. No se debe calentar el cemento asfáltico a temperaturas mayores que las especificadas para el grado correspondiente, pero nunca mayores de 170 °C.

Si la fórmula de trabajo requiere del uso de un aditivo antidesvestimiento líquido estable al calor, éste debe ser agregado dentro de las líneas de transferencia del cemento asfáltico en la terminal a granel o en la planta mezcladora. El aditivo debe ser inyectado durante por lo menos el 80 por ciento del tiempo de transferencia o de mezclado para obtener una mezcla uniforme.

401.08 MEZCLA. La temperatura a la que se debe aplicar el cemento asfáltico debe ser la que corresponda a una viscosidad cinemática del mismo entre 0.15 y 0.19 Pascales segundo Pa-s (150 y 190 centi Stokes cS), pero en ningún caso la temperatura de la mezcla a la salida de la planta deberá de exceder de 165 °C ó de la temperatura especificada en el diseño aprobado de la mezcla.

(a) Requisitos para las Plantas Mezcladoras. Las plantas mezcladoras deben cumplir con lo especificado en AASHTO M 156 y con lo siguiente:

(1) Capacidad e Instalación. Las plantas mezcladoras deben ser de capacidad suficiente y estar de acuerdo a las operaciones correspondientes al procedimiento de construcción establecido o según se haya sido determinado en las Disposiciones Especiales.

Las instalaciones deben tener suficiente espacio para el almacenamiento y preparación del material pétreo y del cemento asfáltico. Los diversos tamaños de material pétreo deben mantenerse separados, hasta que sean transportados por el elevador en frío a la secadora. El espacio de las instalaciones debe de mantenerse limpio y ordenado y el almacenamiento de los materiales con fácil acceso para tomar muestras.

(2) Secador. Las plantas de bachada deben tener secador con inclinación variable, colocado antes de las zarandas clasificadoras y con capacidad suficiente para secar una cantidad de material pétreo igual o mayor que la capacidad de producción de mezcla de la planta. A la salida del secador debe haber un termómetro indicador que registre automáticamente la temperatura del material pétreo. Las plantas de producción continua deberán de tener un sistema eficiente de control de la humedad de los agregados para asegurar que se mantengan las proporciones de mezcla constantes en unidades de peso seco a diferentes volúmenes de producción. El secador debe tener la capacidad y operar de tal manera que la humedad máxima residual en la mezcla asfáltica no sea mayor del 0.50 %.

(3) Zarandas. Las plantas de bachada deben de tener zarandas de capacidad y tamaño suficiente para proporcionar material pétreo, dentro de la graduación especificada.

(4) Tolvas. Para almacenar el material pétreo éstas deben ser de tal capacidad que asegure la operación de la planta, por lo menos durante 15 minutos, sin alimentación a las mismas.

(5) Dispositivos para Dosificar. Que permitan medir las cantidades de material pétreo, polvo mineral y cemento asfáltico por peso. Estos dispositivos deben permitir fácil ajuste en cualquier momento, para adaptar el proporcionamiento a la fórmula de trabajo, dentro de las tolerancias establecidas.

(6) Alimentación de Combustible y Aire. Esta alimentación deberá efectuarse en forma balanceada para asegurar una combustión completa y eficiente que elimine el riesgo de contaminación de la superficie de los agregados con combustible sin quemar y que afecte su recubrimiento con material bituminoso, ó produzca excesivas emanaciones que contaminen el ambiente.

(7) Colectores de Polvo. Las plantas deberán estar equipadas con sistemas de recolección de polvo mecánicos, húmedos o mediante filtros, solos o en combinación, que impidan la contaminación ambiental. En caso se usen sacos colectores de polvo, se debe disponer del material recolectado o éste debe ser devuelto uniformemente al proceso de mezclado, siempre que así se hubiere establecido en la fórmula de trabajo aprobada.

(8) Silo de Almacenamiento. Las plantas de producción continua que utilicen silos de almacenamiento deberán estar provistas de mecanismos que eviten la segregación de la mezcla y preferentemente deberán estar equipados para mantener la temperatura de la mezcla durante el período de almacenamiento.

(9) Unidad Mezcladora. Pueden ser del tipo de producción continua o por bachadas con dispositivo para el control del tiempo de mezclado. Cuando se requiera el uso de aditivos para el material bituminoso, las plantas deberán estar equipadas con los dispositivos que permitan mantener una dosificación adecuada de los mismos. A la salida de la unidad mezcladora, la humedad máxima residual de la mezcla no debe ser mayor del 0.50%.

(10) Básculas para Pesar la Mezcla Producida. Si la medida y pago se efectúa por el sistema de peso de la mezcla, la planta debe contar con básculas para pesar los vehículos que acarrear la mezcla, con sensibilidad del 5% respecto a la capacidad de la misma;

el indicador debe ser claro y visible para el control del peso y la báscula estar calibrada y aceptada por el Delegado Residente.

(11) Requisitos de Seguridad. En todos los lugares de acceso para control e inspección, debe proveerse escaleras con baranda metálica. Todos los engranajes, poleas, cadenas, ruedas dentadas y demás partes móviles, deben ser eficientemente resguardados y protegidos. El espacio destinado a la carga de camiones, debe estar libre y protegido para permitir la circulación lateral.

Deben instalarse extinguidores contra incendio y proveer todos los dispositivos e instrucciones para evitar accidentes a los operadores de la planta. Deberá también equiparse la planta con fosas para contener cualquier posible derrame de combustible o material bituminoso.

(b) Calibración de la Planta. Previamente al suministro continuo de la mezcla, el Contratista debe proceder, en presencia del Delegado Residente, a efectuar la calibración de la planta haciendo los ajustes de todas las operaciones, para lograr una mezcla conforme a la fórmula de trabajo aprobada y dentro de las tolerancias establecidas en 401.18 (c) (3).

401.09 CANTIDAD DE CEMENTO ASFÁLTICO. La cantidad de cemento asfáltico que debe aplicarse en la mezcla, debe ser indicada por orden escrita del Delegado Residente, de acuerdo a los resultados de los ensayos de laboratorio y la fórmula de trabajo aprobada. La cantidad de cemento asfáltico de diseño es variable, según las características de los materiales. Esta cantidad definida en la fórmula de trabajo deberá estar comprendida entre los rangos indicados en la Tabla 401-16, a menos que lo indiquen de otra forma las Disposiciones Especiales. La cantidad de aplicación debe mantenerse dentro de las tolerancias establecidas en la fórmula de trabajo y se debe comprobar por medio del ensayo AASHTO T 164.

Tabla 401-16 Cantidad de Cemento Asfáltico (ASTM D 3515) ⁽¹⁾

Graduación Designada y Tamaño Máximo Nominal					
A (50.8 mm)	B (38.1 mm)	C (25.4 mm)	D (19 mm)	E (12.5 mm)	F (9.5 mm)
2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"
2-7	3-8	3-9	4-10	4-11	5-12

⁽¹⁾ La cantidad de cemento asfáltico está dada en términos del porcentaje de peso de la mezcla total. La amplia diferencia en el valor de gravedad específica de la variedad de agregados, así como la gran diferencia en el porcentaje de absorción para los agregados, da como resultado un rango amplio para la cantidad de cemento asfáltico especificado. La cantidad de cemento asfáltico requerido para una mezcla dada debe ser determinada ejecutando los ensayos de laboratorio apropiados.

401.10 CARGA Y TRANSPORTE DE LA MEZCLA. Durante el proceso de carga de la mezcla, se deberá evitar la segregación de los agregados debido a una excesiva altura de la compuerta de descarga respecto al camión de transporte o a una apertura parcial de las compuertas de descarga. La carga de los camiones deberá ser distribuida uniformemente evitando la formación de un solo cono de material que permita el desplazamiento del agregado grueso hacia el frente y la parte posterior de la palangana de volteo para lo cual, de preferencia, las operaciones de carga se deberán efectuar en tres partes moviendo el camión hacia adelante y hacia atrás.

La mezcla debe ser transportada de la planta al lugar de su colocación, por medio de camiones de volteo con palanganas metálicas limpias y lisas, cubiertos con lona u otro material que preserve la mezcla del polvo y la lluvia, disminuyendo la pérdida de temperatura durante el trayecto. Para la limpieza de las palanganas no se deberán usar derivados del petróleo que puedan contaminar la mezcla. La palangana debe ser drenada antes de cargar la mezcla.

401.11 REQUISITOS DEL CLIMA. No se permite el esparcimiento de la mezcla, cuando esté lloviendo o cuando la superficie a recubrir se encuentre húmeda o cuando la temperatura ambiente en la sombra sea menor de 4° C y la temperatura de la mezcla no cumpla con los requisitos indicados en el numeral 401.14, de acuerdo con la temperatura de la superficie de la carretera.

401.12 PAVIMENTADORAS. Las pavimentadoras deberán ser unidades auto contenidas y auto propulsadas con tornillos sin fin y planchas vibratorias ajustables al ancho total, las cuales deben ser calentadas en todo su ancho.

Las pavimentadoras deben ser capaces de esparcir y darle el acabado especificado a las capas de mezcla asfáltica en anchos de por lo menos 300 milímetros más que el ancho de un carril y estar equipadas con una tolva de alimentación con suficiente capacidad para asegurar que se obtenga un esparcimiento uniforme.

Los controles de alimentación deben ser automáticos y estar ajustados adecuadamente para mantener un espesor uniforme del material delante de la plancha vibratoria. La operación de la pavimentadora se debe efectuar a velocidades compatibles con la colocación uniforme y satisfactoria de la mezcla produciendo un alisado y textura en la superficie libre de segregaciones, rasgaduras, desplazamientos o ranuras.

Cuando así se indique en las Disposiciones Especiales, con el objeto de obtener un control preciso de la geometría de la capa, las pavimentadoras deberán estar equipadas con controles automáticos con sensores capaces de controlar el nivel desde una línea de referencia exterior, controlando la pendiente transversal de la plancha y proveyendo las señales automáticas que operan la misma para mantener el nivel y la pendiente transversal. Asimismo, de conformidad con las Disposiciones Especiales, para reducir la rugosidad de la superficie, se podrá requerir la utilización de equipo auxiliar con suficiente capacidad de almacenamiento, que evite la descarga directa de los camiones a la tolva de la pavimentadora y permita mantener una operación de esparcimiento continua.

401.13 PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE. Antes de proceder a la colocación de la mezcla de concreto asfáltico, se debe preparar la superficie y colocar un riego de liga para unir las superficies de pavimentos, bordillos, cunetas, pozos de visita y demás estructuras de acuerdo con lo indicado en la Sección 408.

En trabajos de recapeo, cuando se requiera la nivelación de la superficie existente, el Delegado Residente aprobará la fórmula de trabajo a ser usada para la capa de nivelación. El espesor de cada capa de nivelación no debe exceder de 75 milímetros. La capa de nivelación debe completarse antes de iniciar las operaciones normales de pavimentación.

401.14 COLOCACION Y TENDIDO. La mezcla transportada a la carretera, debe colocarse y tenderse con máquina pavimentadora autopropulsada especial para este trabajo, que permita ajustar el espesor y el ancho, asegurando su esparcimiento uniforme en una sola operación, en un ancho no menor de 3 metros. El concreto asfáltico debe ser colocado y compactado en el número de capas del espesor indicado en los planos o en su defecto, conforme se indica en la siguiente tabla:

Tabla 401-17 Espesores Compactados de las Capas de Concreto Asfáltico

Espesor total del concreto asfáltico *	Número de capas	Espesor de la capa superior en mm		Espesor de la capa inferior siguiente en mm		Espesor de todas las otras capas inferiores en mm	
		Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
< 60 mm	1	-	-	-	-	-	-
75 mm	2**	35	40	35	40	-	-
90-120 mm	2	45	60	45	75	-	-
> 135 mm	***	45	60	45	75	45	120

* Cuando en los planos aparezca que se debe colocar una tela de refuerzo entre las capas del concreto asfáltico, el espesor total del concreto asfáltico arriba de dicha tela será considerado "el espesor total del concreto asfáltico" para propósitos de colocación y compactación.

** El Contratista tendrá la opción de colocar una sola capa de 75 mm de espesor.

*** Se deberán colocar al menos dos capas si el espesor total es de 135 mm. Se deberán colocar 3 capas si el espesor está entre 135mm y 270 mm. Se deberán colocar cuatro capas para espesores mayores de 270 mm.

La temperatura de colocación y tendido del concreto asfáltico de acuerdo con la temperatura de la superficie de la carretera y el espesor de la capa a construir no deberá ser menor que los valores que se indican la tabla 401-18. La temperatura de la mezcla debe ser medida justo antes de ser descargada en la esparcidora.

Tabla 401-18 Temperaturas para la Colocación de la Mezcla de Concreto Asfáltico

Espesor Compactado de la Capa ⇒	< 50 mm	50 – 75 mm	> 75 mm
Temperatura de la Superficie de la Carretera en °C	Temperatura mínima de colocación en °C		
4 – 7.9	No se permitirá	141	140
8 – 14.9	146	140	140
≥ 15	141	140	140

No se deben usar mezclas producidas en distintas plantas a menos que las mezclas hayan sido producidas basadas en la misma fórmula de trabajo, se estén utilizando agregados provenientes de la misma fuente y la producción haya sido aprobada por el Delegado Residente.

Las juntas longitudinales entre una capa inferior y una capa superior sucesivas, incluyendo las capas de base estabilizada si así fuera el caso, no deben coincidir en su localización. La separación entre éstas debe ser por lo menos 150 milímetros. La junta longitudinal de la capa superior debe quedar a lo largo de la línea central de las carreteras con dos carriles o en las líneas que separan los carriles de carreteras de más de dos carriles.

401.15 COMPACTACION. Para las mezclas tradicionales, se requerirá un porcentaje de compactación mínimo del 100% del promedio diario de por lo menos tres especímenes compactados de conformidad con el método AASHTO T 245 y estableciendo la gravedad específica de los especímenes compactados de conformidad con ASTM D 2726. Las mezclas Superpave deben ser uniformemente compactadas, hasta lograr el 96% de compactación, respecto a la densidad máxima teórica de laboratorio determinada según el método AASHTO T 209, Gravedad Específica Máxima de Mezclas Asfálticas. La compactación de campo se debe comprobar de preferencia según el método nuclear ASTM D 2950. Con la aprobación del Delegado Residente se puede utilizar el método AASHTO T 230.

La compactación en el campo se debe de iniciar a una temperatura mayor que la correspondiente a una viscosidad del cemento asfáltico de 0.25 Pa-s (250 cS), pero nunca a una temperatura menor de 140 °C. La compactación se debe completar antes que la temperatura de la capa alcance los 85° C. Las operaciones de texturizado deberán finalizarse antes de que la temperatura de la superficie alcance los 65 °C. La operación de las compactadoras se debe mantener lo más próximo al equipo de esparcimiento del concreto asfáltico para lograr su operación dentro de los rangos de temperatura indicados anteriormente.

El Contratista debe suministrar por lo menos 3 compactadoras. La primera, consistente en un rodillo metálico liso, estático o vibratorio para la compactación inicial. Una compactadora de neumáticos para efectuar la compactación intermedia y un rodillo metálico liso sin vibración para efectuar las operaciones finales de texturizado de la superficie. El Delegado Residente, a solicitud del Contratista y con aprobación del Ingeniero, podrá autorizar otra secuencia o procedimiento de compactación cuando dicha solicitud se encuentre debidamente documentada con información técnica proporcionada por los fabricantes del equipo a utilizar y se establezca su adecuación para cumplir con las especificaciones de temperatura, densidad y textura aquí establecidas.

Para evitar la adherencia del material bituminoso a los rodillos éstos deben estar provistos de un sistema que los mantenga mojados en toda el área de contacto, pero deben evitarse excesos de agua. Todo el equipo de compactación debe estar en buen estado de funcionamiento, sin fugas de aceites o combustibles, causa por la que este equipo será rechazado hasta que no se corrija esta falla.

La compactación se debe efectuar paralelamente al eje longitudinal y en pasadas sucesivas de la orilla al centro. En las curvas la compactación debe iniciarse en el borde inferior. En todo caso, debe dejarse un traslape entre pasadas, no menor de la mitad del ancho de la compactadora, debiéndose evitar que éstas se estacionen en la mezcla caliente que se está compactando.

Se debe evitar producir desplazamientos, grietas y ranuras. Las operaciones de texturizado se deben continuar hasta que se eliminen todas las marcas en la superficie y se obtenga la densidad requerida.

La mezcla a lo largo de bordillos, cabezales, muros y otros sitios que no sean accesibles a las compactadoras, debe ser compactada con equipo que permita lograr la densidad requerida.

Debe colocarse riego de liga, de acuerdo a la Sección 408 cuando la capa inferior haya sido abierta al tránsito antes de ser cubierta con otra capa.

La capacidad del equipo de compactación debe adecuarse al volumen de colocación de la mezcla de manera que las operaciones de compactación se completen en forma continua dentro del rango de temperatura establecido anteriormente de acuerdo con el tipo y grado del material bituminoso o como se indique en las Disposiciones Especiales.

401.16 JUNTAS. La construcción de los carriles de tráfico adyacentes debe completarse, al mismo nivel, dentro de 24 horas. Si se dejan desniveles durante la noche y éstos son mayores de 50 milímetros, se debe colocar la señalización correspondiente y si son mayores de 90 milímetros, se deben construir filetes con un talud de 3 h a 1 v.

Las juntas transversales con capas colocadas previamente, deben ser verticales y del mismo espesor para lo cual, a la finalización del trabajo diario, se deberá proceder a cortar la junta vertical y construir un filete para desvanecer el desnivel. Dicho filete deberá estar separado del pavimento compactado mediante una regla de madera o papel de suficiente resistencia y espesor. Al re iniciar los trabajos de pavimentación, se procederá a remover el filete, a efectuar

la limpieza de la cara de la junta y a aplicar un riego de liga en la misma de acuerdo con lo indicado en la Sección 408.

La mezcla de concreto asfáltico debe ser colocada lo más continuo posible. No se debe pasar el rodillo sobre los extremos desprotegidos de la mezcla fresca recién colocada.

401.17 TRABAJO NOCTURNO. En adición a lo indicado en 155.09, el Contratista deberá instalar unidades de iluminación independientes de suficiente altura e intensidad que puedan ser movilizadas en el área de trabajo para cubrir las actividades que se realicen en la planta de mezclado, en el área de carga de la mezcla, en la zona de descarga y colocación de la misma y a todo lo largo del área de donde se efectúen los trabajos de compactación y texturizado. El Contratista también deberá instalar señales luminosas a lo largo de la zona de trabajo para prevenir a los usuarios.

401.18 CONTROL DE CALIDAD, TOLERANCIAS Y ACEPTACION. El control de calidad de los materiales y el proceso de construcción debe llenar los requisitos estipulados en la Sección 106.

(a) Control de Calidad de los Materiales.

(1) Abrasión. En cada banco se debe efectuar tres ensayos del material en su estado original. Durante la producción se debe efectuar un ensayo por cada 2,000 metros cúbicos de material triturado hasta alcanzar los 10,000 metros cúbicos y seguidamente uno cada 10,000 metros cúbicos o cuando cambien las características del banco.

(2) Caras Fracturadas, Partículas Planas y Alargadas del agregado grueso. Se debe efectuar un ensayo cada 100 metros cúbicos de los primeros 1,000 metros cúbicos producidos de cada banco y seguidamente uno por cada 5,000 metros cúbicos.

(3) Angularidad del Agregado Fino en Mezclas Superpave. Se debe efectuar un ensayo cada 100 metros cúbicos de los primeros 1,000 metros cúbicos producidos de cada banco y seguidamente uno por cada 5,000 metros cúbicos.

(4) Granulometría de los agregados. Se debe efectuar un ensayo AASHTO T 11, T 27 y T 37 por cada 200 metros cúbicos de los primeros 1,000 metros cúbicos producidos, y seguidamente un ensayo cada 400 metros cúbicos.

(5) Plasticidad y Equivalente de Arena. Se debe efectuar un ensayo cada 2,000 metros cúbicos de agregado producido.

(6) Cemento Asfáltico. El Contratista deberá proporcionar los certificados de calidad extendidos por el proveedor en donde se hagan constar las características del material bituminoso correspondientes al grado especificado proveído por lote de producción o embarque según sea aplicable, sin menoscabo de las verificaciones periódicas que ordene el Delegado Residente efectuando las operaciones de muestreo de conformidad con AASHTO T 40. Dichas verificaciones podrán efectuarse bimensualmente.

(7) Mezcla Asfáltica. El Contratista debe efectuar ensayos completos de las características volumétricas de la mezcla, ensayo de la granulometría de la mezcla AASHTO T 30 y ensayos de estabilidad Marshall cuando éste sea el método de diseño utilizado, para determinar si llena los requisitos de 401.03 (e), incluyendo porcentaje de asfalto, por cada 500 toneladas de mezcla producida. Se deben extraer núcleos de la mezcla ya compactada para efectuar las mismas pruebas. La condición anterior no excluye los controles de temperatura, proporciones de agregados mezclados y contenido de asfalto que se deberán verificar en forma continua en los indicadores de los dispositivos de control de la planta de producción del concreto asfáltico, según el diseño del mismo.

(8) Temperatura. El Contratista debe verificar las lecturas de temperatura en la planta. Debe verificar, tomando tres lecturas por medio de un termómetro de penetración, la temperatura de la mezcla en cada camión en el punto de colocación. Finalmente, debe verificar que la temperatura de compactación esté dentro del rango especificado.

(b) Tolerancias en las Características de los Materiales. Si los ensayos efectuados a los materiales que se utilicen en todo el proceso de construcción del Concreto Asfáltico, no llenan los valores especificados, para cada una de las características indicadas en 401.03; después de efectuadas las verificaciones necesarias, y si esta condición persiste en más del 20% de los ensayos repetidos en un mismo lote de producción, el Contratista debe hacer las correcciones necesarias a su costa o el material será rechazado.

(c) Tolerancias en los Requisitos de Construcción.

(1) Compactación. Para aceptación de la compactación de mezclas tradicionales, se establece una tolerancia de un 3% con la densidad máxima determinada según ASTM D 2041 basándose en especímenes compactados según AASHTO T 245. Para aceptación de la capa de concreto asfáltico Superpave, se establece una tolerancia de un 1% en menos, respecto al porcentaje de compactación con la densidad máxima determinada según AASHTO T 209.

Se debe efectuar un ensayo representativo por cada 400 metros cuadrados de concreto asfáltico, de cada una de las capas que se compacten. Las densidades no deben ser efectuadas a una distancia menor de 40 metros en sentido longitudinal sobre la superficie compactada que se está controlando, a menos que se trate de áreas delimitadas para corrección.

(2) Tolerancias en la Fórmula de Trabajo. La mezcla suministrada debe llenar los requisitos de la fórmula de trabajo, dentro de las tolerancias siguientes:

Requisitos de la Fórmula de Trabajo	Tolerancia en más o en menos
▪ Agregado retenido en Tamiz N°4 (4.750 mm)	➤ 4 % en peso del material pétreo
▪ Agregado retenido en Tamiz N°8 (2.360 mm)	➤ 3 % en peso del material pétreo
▪ Agregado retenido en Tamiz N°30 (0.600 mm)	➤ 2 % en peso del material pétreo
▪ Agregado que pasa el Tamiz N°200 (0.075 mm)	➤ 1 % en peso del material pétreo
▪ Contenido de cemento asfáltico	➤ 0.3 % en peso de la mezcla total
▪ Temperatura para mezclar, tender y compactar	➤ 5° Centígrados

(3) Espesor. El espesor de capa de concreto asfáltico, se debe verificar al efectuar cada ensayo de control de compactación según AASHTO T 230, a menos que se hayan utilizado los métodos no destructivos, en cuyo caso se deben efectuar perforaciones cada 800 metros cuadrados, para verificación del espesor. Se establece una tolerancia de ± 5 milímetros, pero el promedio aritmético de los espesores determinados cada kilómetro, no debe diferir en más de 2.5 milímetros del espesor estipulado en los planos.

(4) Superficie. La conformación de la superficie terminada de la capa de concreto asfáltico debe ser verificada mediante la utilización de una regla recta rodante ó una regla o varilla de 3 metros de longitud graduada, determinándose si la altura es constante sobre la superficie en sentido transversal y longitudinal. No se permiten irregularidades mayores de 2.5 milímetros en el sentido paralelo al eje de la carretera ni mayores de 5 milímetros en el sentido transversal.

En las Disposiciones Especiales deberá establecerse el Índice de Rugosidad IRI (International Roughness Index) máximo permisible aplicable a cada capa de concreto asfáltico.

Cuando no se especifique en las Disposiciones Especiales, el IRI para la capa de superficie no debe ser mayor de 1.8.

(5) Deflexión. El Contratista debe controlar, por medio de la Viga Benkelman método AASHTO T 256, o por la aplicación de otro método técnico, reconocido y aceptado profesionalmente y establecido en las Disposiciones Especiales usando las equivalencias correspondientes a la viga Benkelman, si la deflexión de la capa de concreto asfáltico conformada y compactada, no sobrepasa el valor de deflexión máxima permisible para dicha capa, de acuerdo con la carga e intensidad de tránsito de diseño del pavimento, indicado en las Disposiciones Especiales.

En defecto de una definición de la deflexión máxima permisible en las Disposiciones Especiales, el valor máximo de dicha deflexión respecto a un punto dado, a una distancia no mayor de 3.68 metros en cualquier dirección para la capa de superficie de concreto asfáltico será el especificado en la siguiente tabla 401-19. El Contratista debe efectuar una prueba de campo para determinar la deflexión, por cada 400 metros cuadrados, en la superficie de la capa de concreto asfáltico compactada, previamente a su aceptación.

Tabla 401-19 Deflexiones Máximas Permisibles

Ejes equivalentes en el carril de diseño ESAL	Deflexión Permisible
• < 5.0 x 10 ⁶	• 0.60 mm (0.024 pulgada)
• < 10.0 x 10 ⁶	• 0.50 mm (0.020 pulgada)
• < 30.0 x 10 ⁶	• 0.40 mm (0.015 pulgada)
• < 50.0 x 10 ⁶	• 0.35 mm (0.014 pulgada)

De preferencia la prueba de deflexión se debe hacer en la franja de mayor circulación del tránsito previsto, y siguiendo un orden alternado de: derecha e izquierda del eje.

El Contratista debe contar con la maquinaria y equipo necesarios para efectuar este control con el método AASHTO T 256 anteriormente indicado, o el que corresponda según las Disposiciones Especiales.

(d) Aceptación.

(1) Mezcla de Concreto Asfáltico. La mezcla debe ser rechazada, si la temperatura en el momento de descarga en la carretera es menor de la temperatura de tendido, con la tolerancia establecida, o no llena los requisitos estipulados en 407.18 (b).

(2) Aceptación de la Capa de Concreto Asfáltico. Se debe efectuar, hasta que ésta se encuentre, en el ancho total de superficie indicado en las secciones típicas de pavimentación, debidamente compactada y dentro de las tolerancias establecidas.

401.19 CORRECCIONES. Cuando sea necesario corregir la capa de concreto asfáltico por defectos de construcción o variaciones de diseño, se procederá en la forma siguiente:

(a) Correcciones por Defectos de Construcción o Causas Imputables al Contratista. Corrección de Defectos en la Superficie, Espesor Deficiente, Baches, Grietas, Segregación y Laminación. El área previamente delimitada por el Delegado Residente, debe excavarse en forma rectangular y con paredes verticales, en el espesor total de la capa, colocar un riego de liga en el fondo expuesto y en las paredes de los bordes laterales y sustituirse por una mezcla que esté dentro de especificaciones. Después de sustituir el material, se debe proceder a compactarla de nuevo, hasta que tanto el área delimitada como la superficie adyacente, cumplan con los requisitos de estas Especificaciones Generales, Disposiciones Especiales y planos correspondientes.

(b) Correcciones por Causas no Imputables al Contratista. Cuando sea necesario efectuar correcciones de la capa de concreto asfáltico, por causas no imputables al Contratista, el Delegado Residente debe proceder a delimitar el área afectada, ordenando las correcciones necesarias, por cuyo trabajo se debe pagar al Contratista a los precios unitarios de contrato, o en su defecto, por medio de un Acuerdo de Trabajo Extra.

401.20 MEDIDA.

(a) Concreto Asfáltico, por Volumen. Cuando las Disposiciones Especiales lo indiquen expresamente, la medida se debe hacer por el número de metros cúbicos de Concreto Asfáltico, con aproximación de dos decimales, medidos en su posición final ya compactados, satisfactoriamente construidos y aceptados de acuerdo con estas Especificaciones Generales, Disposiciones Especiales y planos correspondientes. El volumen se debe determinar por procedimientos analíticos, la longitud se debe medir sobre la línea central de la carretera en proyección horizontal, el ancho debe ser el delimitado y dimensionado dentro de la sección típica de pavimentación y el espesor debe ser el promedio de los espesores reales colocados y compactados dentro de las tolerancias establecidas en 401.18.

(b) Concreto Asfáltico, por Peso. Salvo que en las Disposiciones Especiales se establezca de otra forma, la medida se debe hacer del número de toneladas métricas de 1,000 kilogramos, con aproximación de dos decimales de Concreto Asfáltico, satisfactoriamente construido, colocado dentro de los límites de la sección típica de pavimentación o conforme lo autorice el Delegado Residente y aceptado de acuerdo con estas Especificaciones Generales, Disposiciones Especiales y planos correspondientes. El peso se debe determinar, por medio de básculas que llenen los requisitos estipulados en 401.08 (a) (10), debiéndose efectuar cada medida del peso neto de la mezcla en presencia del Inspector que controla el peso por parte de la Supervisora, quien debe firmar el vale correspondiente, comprobándose la colocación y aceptación en la carretera, con la firma del Inspector de campo de la misma Supervisora.

El Delegado Residente debe llevar un control diario del número de toneladas producidas, aceptadas y rechazadas, que corresponden a cada tramo y efectuar las deducciones por rechazos posteriores.

No se debe hacer ninguna deducción por el peso del cemento asfáltico contenido en la mezcla.

(c) Cemento Asfáltico. La medida se debe hacer del número de galones (USA) tipo de los Estados Unidos de América, a la temperatura de 15.6°C, con aproximación de dos decimales, de Cemento Asfáltico ordenados, satisfactoriamente aplicados y aceptados dentro de las tolerancias establecidas y conforme estas Especificaciones Generales, Disposiciones Especiales y planos correspondientes.

La cantidad de cemento asfáltico se debe determinar, por diferencia de lecturas del indicador de la mezcladora, de conformidad con la cantidad ordenada según 401.09, y se debe comprobar por medio de ensayos de contenido de bitumen en la mezcla AASHTO T 164.

Para efectuar los ajustes correspondientes a la cantidad, cuando proceda, en ningún caso se debe aceptar para medida, una cantidad mayor de lo ordenado más la tolerancia establecida en 401.18 (c) (2).

401.21 PAGO.

(a) Concreto Asfáltico, por Volumen. El pago se debe hacer por el número de metros cúbicos medidos como se indica en 401.20 (a), satisfactoriamente construidos y

aceptados como lo establecen los planos, Especificaciones Generales y Disposiciones Especiales, al precio unitario de contrato, correspondiente a Concreto Asfáltico.

(b) Concreto Asfáltico, por Peso. Cuando las Disposiciones Especiales así lo estipulen expresamente, el pago se debe hacer por el número de toneladas, medidas como se indica en 401.20 (b), satisfactoriamente construidas y aceptadas como lo establecen los planos, Especificaciones Generales y Disposiciones Especiales, al precio unitario de contrato correspondiente a Concreto Asfáltico.

(c) Cemento Asfáltico. El pago se debe hacer por el número de galones (USA) tipo de los Estados Unidos de América, medidos como se indica en 401.20 (c), ordenados, satisfactoriamente aplicados y aceptados como lo establecen los planos, Especificaciones Generales y Disposiciones Especiales al precio unitario de contrato correspondiente a Cemento Asfáltico para Concreto Asfáltico.

Estos precios incluyen todo el trabajo estipulado en esta sección de conformidad con lo indicado en 110.02.

No se reconoce ningún pago adicional por el suministro de todos los materiales, incluyendo el agua y el polvo mineral; ni por el acarreo de materiales y mezcla asfáltica, ni por las operaciones necesarias para la obtención, producción, apilamiento y almacenamiento del material pétreo, tampoco se reconoce pago adicional por la maquinaria, equipo y personal necesarios para efectuar el control de laboratorio, incluyendo la deflexión, ni por las correcciones de defectos imputables al Contratista, ni por la mezcla de concreto asfáltico rechazado. Todos estos gastos y los demos implícitos para efectuar el trabajo, deben estar incluidos en los precios unitarios de contrato, correspondiente a esta Sección.

RESUMEN DE NORMAS

<u>Ensayos</u>		<u>Materiales</u>	
Abrasión	AASHTO T 96	Polvo Mineral	AASHTO M 17
Graduación	AASHTO T 11 AASHTO T 27 y AASHTO T 37	Cemento Asfáltico	AASHTO M 20 AASHTO M 226 AASHTO MP-1
Desintegración al sulfato de sodio	AASHTO T 104		
Peso Unitario	AASHTO T 19		
Preparación muestra en húmedo	AASHTO T 146		
Índice plástico	AASHTO T 90		
Límite Líquido	AASHTO T 89		
Equivalente de arena	AASHTO T 176		
Desvestimiento	AASHTO T 182		
Compactación	AASHTO T 191		

Gravedad Específica	AASHTO T 84 AASHTO T 85
Viscosidad del cemento asfáltico	AASHTO T 201
Penetración del AC	AASHTO T 49
Punto de inflamación del cemento asfáltico	AASHTO T 48
Marshall	AASHTO T 245 (ASTM D 1559)
Contenido de asfalto en la mezcla (extracción)	AASHTO T 164
Graduación después de la extracción	AASHTO T 30
Gravedad específica bulk	AASHTO T 166
Muestra de mezcla asfáltica	AASHTO T 168
Muestra de asfalto	AASHTO T 40
Densidad máxima de la mezcla	AASHTO T 209
Sensibilidad a la humedad- resistencia retenida	AASHTO T 283
Recubrimiento de partículas con bitumen	AASHTO T 195

SECCION 402 PAVIMENTO DE CONCRETO ASFALTICO RECICLADO EN CALIENTE

- 402.01 Definición.
- 402.02 Descripción.
- 402.03 Requisitos de los materiales.
- 402.04 Composición de la mezcla.
- 402.05 Planta de mezclado.
- 402.06 Construcción.
- 402.07 Control de Calidad, Tolerancias y Aceptación.
- 402.08 Medida.
- 402.09 Pago.

402.01 DEFINICION. Es el pavimento de concreto asfáltico compuesto por materiales provenientes del fresado de una carpeta existente y de la recuperación total o parcial de la base subyacente, si así se especifica en las Disposiciones Especiales, combinados con agregados triturados nuevos y cemento asfáltico, incluyendo agentes recicladores o rejuvenecedores cuando sean requeridos, mezclados en caliente, en una planta de concreto asfáltico para cumplir los requisitos establecidos en la sección 401 de estas Especificaciones Generales.

402.02 DESCRIPCION. Este trabajo consiste en la utilización del material recuperado según la sección 311 Fresado del Pavimento Asfáltico, y el procesamiento y posterior colocación conforme la sección 401 Pavimento de Concreto Asfáltico en Caliente.

MATERIALES

402.03 REQUISITOS DE LOS MATERIALES.

(a) Agregado Grueso Nuevo (Retenido en el tamiz de 4.75 milímetros). Debe ser producido de tal manera que cumpla con lo establecido en 401.03 (a) (1).

(b) Agregado Fino Nuevo (Pasa el tamiz de 4.75 milímetros). Debe ser producido de tal manera que cumpla con lo establecido en 401.03 (a) (2).

(c) Mezcla compuesta de Agregados Nuevos y Recuperados. Debe cumplir con lo establecido en 401.03 (a) (3).

(d) Polvo mineral. Debe cumplir con los requisitos estipulados en 401.03 (b).

(e) Cemento asfáltico. El tipo, grado, y especificación del cemento asfáltico nuevo a agregar en la mezcla debe ser uno de los establecidos en la tabla 402-1 o según se indique en las Disposiciones Especiales, en una proporción tal que al ser combinado con el agente reciclador, de ser ese el caso, y con el asfalto proveniente de la recuperación, proporcione una viscosidad, según AASHTO T 202, comprendida entre 160 y 240 Pascales segundo Pa-s (1,600 y 2,400 poises) ó entre el rango que se indique en las Disposiciones Especiales.

El rango de las temperaturas de la mezcla de cemento asfáltico nuevo y recuperado con los agregados nuevos y recuperados para la preparación de los especímenes en el laboratorio, será el correspondiente para producir una viscosidad cinemática, según AASHTO T 201, entre 0.15 y 0.19 Pascales segundo Pa-s (150 y 190 centi Stokes-cS).

(f) Aditivo antidesvestimiento. Se debe utilizar aditivo antidesvestimiento cuando sea requerido de acuerdo con los requisitos establecidos en 401.03 (g).

(g) Agente reciclador. Debe cumplir con los requisitos de ASTM D 4552 o, como alternativa, se podrá usar un aditivo derivado del petróleo, previamente aprobado, que restaure el asfalto recuperado para que cumpla con las especificaciones aquí indicadas.

Tabla 402-1 Requisitos del Cemento Asfáltico

TIPO Y GRADO DEL CEMENTO ASFALTICO	ESPECIFICACION
Graduación por viscosidad: <ul style="list-style-type: none"> • AC-2.5 • AC-5 • AC-10 • AC-20 	AASHTO M 226
Graduación por penetración: <ul style="list-style-type: none"> • 85-100 • 120-150 • 200-300 	AASHTO M 20

REQUISITOS DE CONSTRUCCION

402.04 COMPOSICION DE LA MEZCLA (DISEÑO DE LA FORMULA DE TRABAJO). El Contratista debe preparar las mezclas de concreto asfáltico reciclado en caliente utilizando pavimento asfáltico recuperado y/o agregados recuperados, agregados nuevos, cemento asfáltico nuevo, agentes recicladores y aditivos para cumplir con los requisitos aplicables de graduación de agregados indicados en la Tabla 401-1 y los parámetros de diseño indicados en la Tabla 401-12. Para la preparación de la mezcla, se debe usar un máximo de 35 por ciento de material de pavimento asfáltico recuperado cuando se utilicen plantas de bacheada y un máximo de 50 por ciento para plantas de producción continua. En las Disposiciones Especiales se indicará el porcentaje de material de pavimento asfáltico recuperado a utilizar.

Previamente a la iniciación de los trabajos de producción de concreto asfáltico reciclado en caliente, o cuando se cambien algunos de los materiales, el Contratista debe informar al Delegado Residente, el procedimiento, incluyendo maquinaria, equipo y materiales que utilizará para las operaciones de construcción del concreto asfáltico, principalmente en lo que corresponda a la adecuación de la planta de concreto asfáltico para procesar agregados nuevos y recuperados en combinación con material recuperado de la carpeta asfáltica así como lo referente a la producción, acarreo, tendido y compactación de la mezcla asfáltica de acuerdo con las características de los materiales y los requisitos que establezcan las Disposiciones Especiales.

El procedimiento debe determinar la localización y las características de las plantas de producción de agregados, del equipo de fresado y de recuperación del pavimento existente, producción de concreto asfáltico, el tipo y grado del material bituminoso a utilizar incluyendo los agentes recicladores, la forma de su almacenamiento y calentamiento, la producción y preparación del material pétreo en sus diferentes tamaños, incluyendo el material de relleno, el procedimiento de alimentación del material recuperado de la carpeta asfáltica, las características de la planta de mezcla, ya sea fija o móvil, los resultados de los ensayos de laboratorio y la fórmula de trabajo con indicación de las proporciones de material recuperado de la carpeta asfáltica con los agregados recuperados y los agregados nuevos, el contenido de asfalto de la carpeta recuperada, la proporción de agente reciclador y/o cemento asfáltico nuevo, todo dentro de las tolerancias que se establecen en 402.07, así como los rangos de las temperaturas de calentamiento de los agregados recuperados y los agregados nuevos, y las temperaturas de mezcla y compactación acordes con las características de la mezcla de cemento asfáltico nuevo con el obtenido de la recuperación para obtener una mezcla que llene los requisitos de estas Especificaciones Generales, Disposiciones Especiales y planos correspondientes.

La fórmula de trabajo también deberá incluir la graduación de la mezcla y el contenido de aditivos antidesvestimiento, si así se requiere, el porcentaje de absorción de cemento asfáltico

de los agregados y los resultados de los ensayos de la mezcla según el método de diseño definido en las Disposiciones Especiales y conforme lo indicado en la Tabla 401-12.

Esta información debe presentarla el Contratista antes de iniciar la producción de la mezcla, con 15 días de anticipación como mínimo, para que el Delegado Residente pueda hacer las verificaciones y rectificaciones que estime convenientes y aprobar la fórmula de trabajo, ordenando la cantidad de agente reciclador y/o cemento asfáltico nuevo que se debe usar.

La aprobación del procedimiento de construcción, incluyendo maquinaria y equipo a utilizar no exime al Contratista de su responsabilidad de colocar una capa de concreto asfáltico, que se ajuste a estas Especificaciones Generales, Disposiciones Especiales y planos correspondientes.

En adición a lo indicado anteriormente, el Contratista debe proporcionar lo siguiente:

(a) Muestras del material de pavimento asfáltico recuperado, del agregado mineral recuperado a ser utilizado como agregado y de los agentes recicladores a ser incorporados en el trabajo. Cuando sea necesario obtener una muestra del pavimento existente, éste se debe pulverizar en un área aprobada, hasta la profundidad de remoción especificada. El pavimento removido debe ser reemplazado con una mezcla de concreto asfáltico previamente aprobada. Este material de reemplazo no debe ser utilizado en la mezcla de material reciclado.

(b) Resultados de los ensayos de laboratorio efectuados sobre el cemento asfáltico recuperado, el cemento asfáltico nuevo y el agente reciclador que comprueben que el cemento asfáltico combinado cumple con lo indicado en 402.03 (e).

402.05 PLANTA DE MEZCLADO. Las plantas indicadas en 401.08 (a) deben ser modificadas para procesar el material recuperado de acuerdo con las especificaciones del fabricante del equipo y el tipo de planta, tomando como referencia lo establecido en el Manual MS-20 del Instituto de Asfalto y cumpliendo los requisitos que se indican a continuación.

(a) Plantas de producción por bacheada. Estas plantas se deben modificar para permitir la introducción del material proveniente exclusivamente de la recuperación de la carpeta asfáltica utilizando métodos que eviten el paso del mismo por la secadora. La tolva de alimentación en frío, el sistema de transportación y la tolva especial adyacente al dispositivo de pesado, si se utilizan, deben ser diseñados de tal forma que se prevenga la segregación y que se adhiera el material del pavimento asfáltico recuperado.

El agregado nuevo y/o el material granular recuperado proveniente de la capa de base, de ser ese el caso, deben ser calentados hasta alcanzar una temperatura que transfiera suficiente calor al material de la carpeta asfáltica recuperada para producir una mezcla uniforme en temperatura dentro del rango especificado en la fórmula de trabajo aprobada.

(b) Plantas de producción continua. Estas plantas deben ser modificadas de acuerdo con las especificaciones del fabricante, de manera que se prevenga el contacto directo del material de la carpeta asfáltica recuperada con la llama del quemador y se evite el sobre calentamiento del mismo.

402.06 CONSTRUCCION. El pavimento de concreto asfáltico reciclado en caliente debe ser construido en lo que sea aplicable de acuerdo con lo indicado en las Sub-secciones 401.05 a 401.17. El material recuperado que no sea utilizado debe ser desechado de acuerdo con lo indicado en la Sección 201.

402.07 CONTROL DE CALIDAD, TOLERANCIAS Y ACEPTACION. Se regirá por lo establecido en 401.18.

402.08 MEDIDA.

(a) Fresado y Recuperación del Pavimento Existente. Se efectuará de conformidad con lo indicado en la sección 311.06.

(b) Concreto Asfáltico Reciclado en Caliente por Volumen. Se efectuará de conformidad con lo indicado en la sección 401.20 (a).

(c) Concreto Asfáltico Reciclado en Caliente por Peso. Se efectuará de conformidad con lo indicado en la sección 401.20 (b).

(d) Cemento Asfáltico Nuevo y/o Agentes Recicladores. En esta medida se incluirá el volumen total de Cemento Asfáltico Nuevo y/o Agentes Recicladores aplicándose para el efecto lo indicado en la sección 401.20 (c).

402.09 PAGO.

(a) Fresado y Recuperación del pavimento existente. Se efectuará de conformidad con lo indicado en la sección 311.07.

(b) Concreto Asfáltico Reciclado en Caliente por Volumen. Se efectuará de conformidad con lo indicado en la sección 401.21 (a).

(c) Concreto Asfáltico Reciclado en Caliente por Peso. Se efectuará de conformidad con lo indicado en la sección 401.21 (b).

(d) Cemento Asfáltico Nuevo y/o Agentes Recicladores. Se efectuará según lo indicado en la sección 401.21 (c).

Estos precios incluyen todo el trabajo estipulado en esta Sección de conformidad con lo indicado en 110.02.

No se reconoce ningún pago adicional por el suministro de todos los materiales, incluyendo el agua, aditivos y el polvo mineral; ni por el acarreo de materiales, agregados nuevos y recuperados y mezcla asfáltica, ni por las operaciones necesarias para la obtención, producción, apilamiento y almacenamiento de los agregados nuevos y recuperados, tampoco se reconoce pago adicional por la maquinaria, equipo y personal necesarios para efectuar el control de laboratorio, incluyendo la deflexión, ni por las correcciones de defectos imputables al Contratista, ni por la mezcla de concreto asfáltico rechazado. Todos estos gastos y los demás implícitos para efectuar el trabajo, deben estar incluidos en los precios unitarios de contrato correspondientes a esta Sección.

RESUMEN DE NORMASEnsayos

Viscosidad del cemento asfáltico	AASHTO T 201
Penetración del cemento Asfáltico	AASHTO T 49
Punto de inflamación del cemento asfáltico	AASHTO T 48

SECCION 403 MEZCLA ASFALTICA EN FRIO

- 403.01 Definición.
- 403.02 Descripción.
- 403.03 Requisitos de los Materiales.
- 403.04 Composición de la Mezcla.
- 403.05 Preparación de la superficie.
- 403.06 Colocación.
- 403.07 Compactación.
- 403.08 Medida.
- 403.09 Pago.

403.01 DEFINICION. Es la mezcla de agregados pétreos nuevos mezclados en frío con material bituminoso, en la carretera o en planta para constituir la capa de superficie del pavimento o esta misma mezcla, combinada con agregados recuperados de una carpeta existente y material bituminoso para constituir la capa de base de una carpeta. Cuando se efectúen trabajos de recuperación de pavimentos existentes, para este componente, se aplicará lo establecido en la Sección 311. La mezcla puede ser de textura abierta o cerrada, dependiendo de las características de graduación de los agregados pétreos y según se establezca en las Disposiciones Especiales.

403.02 DESCRIPCION. Este trabajo consiste en: la obtención y explotación de canteras o bancos de piedra o grava, usándolas en su estado natural, clasificadas o bien trituradas total o parcialmente cuando así se requiera en los planos o Disposiciones Especiales, combinándolas con agregados recuperados, arena o polvo de roca para producir un agregado clasificado; el apilamiento y almacenamiento de los agregados pétreos, el suministro, transporte y preparación de los mismos; el suministro, almacenamiento, acarreo, calentamiento y aplicación del material bituminoso; la ejecución de la mezcla; el transporte, colocación, curado, conformación y compactación de la mezcla asfáltica en frío; la regulación del tránsito; así como el control de laboratorio durante todas las operaciones necesarias para construir una capa de mezcla asfáltica en frío, en una o varias capas, de conformidad con lo indicado en los planos y ajustándose a los alineamientos horizontal y vertical, y secciones típicas de pavimentación, dentro de las tolerancias estipuladas y de conformidad con estas Especificaciones Generales y Disposiciones Especiales.

MATERIALES

403.03 REQUISITOS DE LOS MATERIALES.

(a) Agregados Pétreos. Los agregados pétreos deben consistir en piedra o grava de buena calidad, solamente clasificados sin triturar, o cuando así lo requieran las Disposiciones Especiales y los planos, deberán triturarse combinando el producto obtenido, con agregados recuperados, si así se requiriera en las Disposiciones Especiales, arena pétreo y polvo de roca, naturales o de trituración, según el caso.

Los agregados pétreos deben llenar los requisitos siguientes:

(1)	Abrasión, AASHTO T 96	40% máximo
(2)	Desintegración al sulfato de sodio, (5 ciclos), AASHTO T 104	15% máximo
(3)	Caras fracturadas, 1 cara	40% mínimo (*)
(4)	Partículas planas o alargadas, ASTM D 4791	15% máximo (*)
(5)	Equivalente de arena, AASHTO T 176	35 mínimo
(6)	Índice Plástico, AASHTO T 90	6% máximo
(7)	Límite Líquido, AASHTO T 89	25% máximo

(*) Si en las Disposiciones Especiales se requiere trituración total o parcial de los agregados minerales.

(8) Impurezas. El agregado no debe contener materias vegetales, basura, terrones de arcilla, o sustancias que incorporadas dentro de la mezcla asfáltica en frío con piedra o grava puedan producir fallas en el pavimento.

(9) Graduación. El agregado pétreo, listo para ser mezclado con material bituminoso, debe cumplir con los requisitos de graduación determinada según AASHTO T 11 y T 27, para uno de los tipos establecidos, según se indique en las Disposiciones Especiales y de acuerdo a la siguiente tabla.

Tabla 403-1 Tipos de Graduación para Mezcla Asfáltica en Frío (Manual MS-4 Instituto Asfalto) *

Estándar mm	Tamiz N°	Porcentaje por peso que pasa un tamiz de abertura cuadrada (AASHTO T 11 y 27)							
		TIPO "A" 38.1 mm (1 ½") máximo		TIPO "B" 25 mm (1") máximo		TIPO "C" 19 mm (¾") máximo		TIPO "D" 12.5 mm (½") máximo	
		<u>A-1*</u>	<u>A-2*</u>	<u>B-1*</u>	<u>B-2*</u>	<u>C-1</u>	<u>C-2*</u>	<u>D-1*</u>	<u>D-2*</u>
38.1	1 ½"	100	100						
25.0	1"	95-100	90-100	100	100				
19.0	¾"	-	-	90-100	90-100	100	100		
12.5	½"	25-60	60-80	-	-	90-100	90-100	100	100
9.5	⅜"	-	-	20-55	60-80	-	-	85-100	90-100
4.75	4	0-10	25-60	0-10	35-65	0-15	45-70	-	60-80
2.36	8	0-5	15-45	0-5	20-50	0-5	25-55	-	35-65
1.18	16	-	-	-	-	-	-	0-5	-
0.300	50	-	3-18	-	3-20	-	5-20	-	6-25
0.075	200	0-2	1-7	0-2	2-8	0-2	2-9	0-2	2-10

Nota: Si se usa un tipo de graduación abierta, como A-1, B-1, C-1 ó D-1 o si el porcentaje de vacíos con aire de la mezcla compactada excede de 8%, la mezcla asfáltica en frío debe ser recubierta con un sello asfáltico según la Sección 405, o bien con un tratamiento asfáltico superficial simple de acuerdo a la Sección 404. Las graduaciones A-2, B-2, C-2 y D-2 son graduaciones densas o cerradas.

(b) Polvo Mineral. Cuando se necesite agregar polvo mineral en adición al que se encuentra naturalmente en el agregado, éste debe cumplir con los requisitos establecidos en 401.03 (b).

(c) Material Bituminoso.

(1) Asfaltos líquidos. Los asfaltos líquidos están compuestos por Cemento Asfáltico diluidos en solventes de evaporación rápida (RC, que gradualmente están cayendo en desuso), mediana (MC) o lenta (SC). Generalmente los solventes en los asfaltos líquidos de curado rápido consisten en gasolinas o naftas, en los de curado medio consiste en kerosén y en los de curado lento consisten en aceites de baja volatilidad. Los asfaltos líquidos utilizados para la elaboración de la mezcla asfáltica en frío deben cumplir con lo establecido en el numeral 1) de la tabla 403-2.

(2) Emulsión asfáltica. Las emulsiones asfálticas están formadas de tres ingredientes básicos: cemento asfáltico (AC), agua y agente emulsivo. Se le podrán agregar aditivos a las emulsiones asfálticas, tales como estabilizadores, aditivos antidesvestimiento, aditivos para el control del fraguado o polímeros para mejorar las propiedades reológicas del asfalto.

Existen dos tipos de emulsiones: las aniónicas, las cuales tienen cargas electroquímicas negativas y las catiónicas, con cargas electroquímicas positivas. En principio, las emulsiones aniónicas tienen mayor afinidad con agregados pétreos con cargas positivas, tales como agregados ricos en carbonato de calcio, mientras que las emulsiones catiónicas cubren mejor a los agregados pétreos de tipo sílico.

Las emulsiones se clasifican de acuerdo al tiempo de fraguado de las mismas, siendo éstas RS, MS, SS y QS, que significan de fraguado rápido, medio, lento y ultra-rápido, respectivamente. Las emulsiones asfálticas utilizadas en la mezcla asfáltica en frío deben cumplir con lo establecido en el numeral 2) de la Tabla 403-2.

Tabla 403-2 Requisitos para los Materiales Bituminosos

Tipo y grado de material bituminoso	Especificación AASHTO	Temperatura en ° C para mezclas en planta	Temperatura de aplicación en ° C para mezclas en carretera
1) Asfaltos líquidos MC y SC <ul style="list-style-type: none"> • 250 • 800 • 3000 	M 82 y 141	<u>Temperatura de la mezcla</u> 55-80 75-100 80-115	> 40 > 55 -
2) Emulsiones Asfálticas Aniónicas <ul style="list-style-type: none"> • MS-2, MS-2h • SS-1, SS-1h • HFMS-2, HFMS-2h, HFMS-2s Catiónicas <ul style="list-style-type: none"> • CMS-2, CMS-2h • CSS 1, CSS-1h 	M 140 M 208	<u>Temperatura de la emulsión</u> 10-70 10-70	20-70 20-70

Nota: La tabla anterior sirve para indicar los rangos de temperatura necesarios para proporcionar la viscosidad del asfalto adecuada para su esparcimiento. Debe reconocerse que los rangos de temperatura indicados están arriba del mínimo punto de llama para los asfaltos líquidos. En realidad algunos asfaltos pueden tener puntos de llama a temperaturas inferiores de los rangos aquí indicados, es por ello que deben tomarse precauciones de seguridad adecuadas todo el tiempo cuando se trabaje con asfaltos líquidos. Estas precauciones de seguridad incluyen pero no están limitadas a lo siguiente:

1. No se debe permitir la existencia de llamas o chispas cerca de estos materiales. El control de temperatura debe efectuarse en mezcladoras, distribuidoras u otro equipo diseñado y aprobado para este propósito.
2. Nunca deben usarse llamas para examinar los tambores, tanques de asfalto u otros contenedores en los que se hayan almacenado estos materiales.
3. Todos los vehículos que transporten estos materiales deben ser ventilados adecuadamente.
4. Únicamente el personal con experiencia podrá supervisar y manipular estos materiales.

El material bituminoso que se utiliza en las mezclas en frío depende de varios factores. Depende del procedimiento de elaboración: si es elaborada en planta central o en la carretera. Depende del uso que se le vaya a dar a la mezcla: como material para capa asfáltica o como material para bacheo. Para capa asfáltica, depende del tipo de graduación de los agregados: si es cerrada o abierta. Para bacheo, depende del tiempo en que se vaya a utilizar la mezcla: de inmediato o si se va a apilar para uso posterior.

Se deben tomar en cuenta todos estos factores y escoger el material bituminoso para la elaboración de la mezcla asfáltica para que cumpla con lo establecido en la tabla 403-3.

Tabla 403-3 Requisitos para los Materiales Bituminosos según su Aplicación

Tipo de Aplicación de la Mezcla en Frío	Asfaltos Líquidos						Emulsiones Asfálticas					
	Curado Medio (MC)			Curado Lento (SC)			Aniónicas				Catiónicas	
	250	800	3,000	250	800	3,000	MS-2, HFMS-2	MS-2h, HFMS-2h	HFMS-2s	SS-1, SS-1h	CMS-2, CMS-2h	CSS-1, CSS-1h
Mezclas elaboradas en Planta Central												
Mezclas para capas de base y de superficie asfáltica												
• Graduación abierta							X	X			X	
• Graduación cerrada	X	X	X	X		X			X	X		X
Mezclas para Bacheo												
• Bacheo, uso inmediato	X	X			X					X		X
• Bacheo, apilamiento	X	X		X	X							
Mezclas elaboradas en Carretera												
Mezclas para capas de base y de superficie asfáltica												
• Graduación abierta		X	X		X	X	X	X			X	
• Graduación cerrada	X	X		X	X				X	X		X
Mezclas para Bacheo												
• Bacheo, uso inmediato	X	X			X				X	X		X
• Bacheo, apilamiento	X	X		X	X							

(d) Requisitos para la Mezcla Asfáltica en Frío. La mezcla asfáltica en frío debe llenar los requisitos establecidos en la siguiente tabla, de acuerdo con el resultado de los ensayos de Estabilidad Marshall AASHTO T 245, ASTM D 1559 para mezclas con asfaltos líquidos, y Estabilidad Marshall Modificado, según el manual MS-14, del Instituto de Asfalto para mezclas con emulsión.

Tabla 403-4 Requisitos para la Mezcla Asfáltica en Frío

METODO DE DISEÑO	VALORES LIMITES	
MARSHALL (AASHTO T 245, ASTM D 1559 y MS-14)	MINIMO	MAXIMO
• Número de golpes de compactación en cada extremo del espécimen		
1. Con emulsión asfáltica	50	75
2. Con asfaltos líquidos	75	75
• Estabilidad de acuerdo al uso de la mezcla		
1. Para bacheo	2,224 N (500 libras)	
2. Para pavimentación	3,336 N (750 libras)	
• Fluencia en 0.25 mm (0.01 pulgada)	8	16
• Relación Estabilidad/Fluencia (lb./0.01 pulg.)	120	225
• Porcentaje de vacíos con aire en la mezcla compactada	3	15
• Sensibilidad a la humedad AASHTO T 283		
Resistencia retenida		
1. Con emulsión asfáltica	50 %	
2. Con asfaltos líquidos	75 %	

• Porcentaje de vacíos relleno con asfalto	65	80
--	----	----

(e) Aditivos antidesvestimiento. Se debe utilizar aditivo antidesvestimiento cuando sea requerido de acuerdo con los requisitos establecidos en 401.03 (g).

REQUISITOS DE CONSTRUCCION

403.04 DETERMINACION DEL PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION. Previamente a la iniciación de los trabajos de construcción de mezcla asfáltica en frío, el Contratista debe someter a conocimiento del Delegado Residente, el procedimiento incluyendo la maquinaria, equipo y materiales que utilizará para las operaciones de producción, acarreo, colocación, curado, tendido y compactación de la mezcla asfáltica en frío, de acuerdo con las características de los materiales y los requisitos que establecen estas Especificaciones Generales y Disposiciones Especiales.

El procedimiento debe determinar: la localización de la planta de producción de agregado pétreo, el tipo del mismo; el sistema de producción de la mezcla, si es en planta central fija o en la carretera; la forma de almacenamiento y calentamiento del material bituminoso; la producción y preparación del agregado pétreo, incluyendo el polvo mineral; las características de la unidad mezcladora; el diseño de la mezcla, la fórmula de trabajo, los resultados de los ensayos de laboratorio, el procedimiento de dosificación del material bituminoso, la forma de transporte y el control del tránsito.

La fórmula de trabajo deberá incluir la graduación de la mezcla y proporciones de combinación de los agregados si así corresponde, el contenido de material bituminoso y aditivos antidesvestimiento si así se requiriere, y los resultados de los ensayos de laboratorio según lo definido en las Disposiciones Especiales y conforme lo indicado en 403.03 (d). Todo esto dentro de las tolerancias y requisitos que establecen estas Especificaciones Generales y las Disposiciones Especiales.

Esta información debe presentarla el Contratista antes de iniciar la producción de mezcla, con 15 días de anticipación como mínimo, para que el Delegado Residente pueda hacer las verificaciones y rectificaciones, que estime convenientes.

403.05 PRODUCCION DEL AGREGADO. Debe cumplir con lo establecido en 401.05 excepto que la piedra o grava, se puede usar en su estado natural, solamente clasificando el material, a menos que en los planos o Disposiciones Especiales se requiera la trituración total o parcial de los agregados minerales, todo de conformidad con 403.03 (a) y (b).

403.06 PREPARACION DEL AGREGADO. Antes de efectuar la aplicación del material bituminoso, el agregado pétreo debe de ser preparado de conformidad con el procedimiento de construcción determinado de acuerdo a 403.04, procurando en todo caso mantener homogéneas sus características de graduación, humedad, composición y calidad.

403.07 PREPARACION DEL MATERIAL BITUMINOSO.

(a) Tanques de Almacenamiento y Equipo. Debe cumplir con lo establecido en 401.07 (a). Los tanques de almacenamiento para las emulsiones asfálticas deben ser verticales y con el tubo de llenado ubicado hasta el fondo del tanque con el objeto de evitar el rompimiento de la emulsión.

(b) Calentamiento del Material Bituminoso. Cuando se requiere calentamiento del material bituminoso, debe cumplir con lo establecido en 401.07 (b).

403.08 MEZCLA, ACARREO, COLOCACION, AFINAMIENTO Y COMPACTACION.

(a) Cantidad de Aplicación. La cantidad de material bituminoso que debe aplicarse, debe ser indicada por orden escrita del Delegado Residente de conformidad con lo indicado en 403.04. La cantidad de emulsión asfáltica puede variar entre 3.5 y 8.5% y, al utilizar asfaltos líquidos, entre 3 a 8% con respecto al peso seco del material, a menos que se indique de otra forma en las Disposiciones Especiales.

Cuando se utiliza el sistema de riegos, indicado en 403.08 (b) (1), cada aplicación no debe exceder de 2 litros (0.53 galones) por metro cuadrado.

(b) Mezcla del Material Bituminoso. La mezcla asfáltica en frío puede ser hecha en carretera o en planta.

(1) Aplicación y Mezcla en la Carretera por Riegos. La aplicación del material bituminoso puede ser efectuada por medio de riegos sucesivos con tanque distribuidor a presión, sobre el agregado previamente extendido en una capa de espesor máximo de 10 centímetros, procediéndose de inmediato a efectuar la mezcla, utilizando de preferencia maquina estabilizadora o mezcladora pulverizadora, hasta que se obtenga una coloración uniforme del material. Seguidamente se debe colocar en camellones la mezcla efectuada, extender la nueva capa de agregado y proceder al siguiente riego y operación de mezcla, hasta completar la cantidad de material para cubrir el espesor de capa de mezcla asfáltica especificada.

El espesor mínimo de la capa a regar, nunca debe ser menor del doble del tamaño máximo del agregado.

(2) Aplicación y Mezcla en la Carretera por Mezcladora Móvil o Estabilizadora. La aplicación del material bituminoso, puede ser efectuada por medio de planta mezcladora móvil ó máquina estabilizadora, equipadas con sistema acoplado de tanque alimentador de material bituminoso, efectuándose previamente, el esparcido del material pétreo en capas de espesor uniforme o en camellones de sección transversal geométrica uniforme, con la cantidad de material para formar la capa de mezcla asfáltica en frío, del espesor indicado en la sección típica de pavimentación y de acuerdo con estas Especificaciones Generales, Disposiciones Especiales y planos correspondientes.

(3) Aplicación y Mezcla en Planta. El material bituminoso puede ser aplicado en planta fija si así lo establece el procedimiento de construcción aprobado por el Delegado Residente según 403.04.

El Contratista debe proceder en presencia del Delegado Residente a la calibración de la planta fija o móvil, haciendo los ajustes de todas las operaciones para lograr una mezcla uniforme dentro de los límites de la fórmula de trabajo y las tolerancias establecidas en 403.10 o en las Disposiciones Especiales.

Se debe utilizar una planta de mezclado equipada con zarandas, tolvas, dispositivos para dosificar por peso o por volumen, capaces de controlar con exactitud la cantidad de agregado mineral y material bituminoso que entra en la mezcladora y con básculas para medir la cantidad de mezcla producida.

Si las Disposiciones lo estipulan expresamente debe proveerse un colector de polvo para evitar la contaminación del ambiente.

(c) Curado de la mezcla. Cuando se utilizan asfaltos líquidos, según el tipo y grado del mismo, debe airearse la mezcla hasta lograr la evaporación de por lo menos el 80% de los solventes, antes de proceder a la conformación final y compactación de la mezcla.

El tiempo de curado es variable según las características de los materiales y condiciones del clima, por lo que éste debe ser determinado previamente, por medio de ensayos de laboratorio y de campo, efectuados de común acuerdo con el Delegado Residente.

El curado puede ser efectuado en la planta fija o en la carretera, según lo determine el procedimiento de construcción estipulado en 403.04 o en las Disposiciones Especiales.

(d) Transporte de la mezcla. La mezcla debe ser transportada de la planta al lugar de su colocación por medio de vehículos con palangana de volteo debidamente limpia, y cubiertos con lona u otro material que preserve la mezcla del polvo y la lluvia durante el trayecto. Cuando se trata de mezcla con asfaltos líquidos, el transporte puede efectuarse antes o después de transcurrido el tiempo de curado, dependiendo de la forma establecida en el procedimiento de construcción aprobado por el Delegado Residente de acuerdo con lo establecido en 403.04.

(e) Tendido. La mezcla transportada a la carretera, cuando se trate de mezcla en planta que no necesite curado adicional, debe colocarse y tenderse con máquina pavimentadora autopropulsada especial para este trabajo, que permita ajustar el espesor y el ancho a tender, asegurando su esparcimiento uniforme en una sola operación en un ancho no menor de 3 metros.

Cuando se trate de mezcla efectuada con materiales bituminosos que requieran curado, puede ser colocada en camellones o montones, procediéndose después de transcurrido el tiempo de curado, a su tendido y conformación final, para ser compactada.

El espesor de cada capa no debe ser mayor de 100 milímetros. El espesor de la capa nunca debe ser menor del doble del tamaño máximo del agregado.

(f) Afinamiento y Compactación. La mezcla asfáltica debe de ser uniformemente compactada hasta alcanzar el 100% de la densidad máxima de laboratorio según 403.03 (d). La compactación en el campo se comprobará de preferencia según AASHTO T 230. Con la aprobación escrita del Ingeniero pueden usarse otros métodos técnicos, incluyendo los no destructivos.

Cuando el espesor a construir excede de 100 milímetros, el material debe colocarse, tenderse y compactarse en dos o más capas, de espesor no menor del doble del tamaño máximo del agregado. Siempre que se efectúe la construcción en varias capas, debe colocarse un riego de liga entre las mismas, de acuerdo con la Sección 408 cuando la capa inferior haya sido abierta al tránsito antes de ser cubierta con otra capa.

La compactación se deberá efectuar desde los lados hacia el centro, en dirección paralela a la línea central de la carretera.

403.09 REQUISITOS DE CLIMA. No se permite efectuar aplicación de material bituminoso en la carretera cuando la temperatura ambiente sea de 10°C o menos, cuando esté lloviendo, o cuando la humedad del agregado afecte la calidad y uniformidad de la mezcla.

No se permite el esparcimiento de mezcla efectuada en planta cuando esté lloviendo o cuando la humedad de la superficie a recubrir sea perjudicial, y pueda ocasionar fallas en el pavimento.

403.10 CONTROL DE CALIDAD, TOLERANCIAS Y ACEPTACION. El control de calidad de los materiales y el proceso de construcción deben llenar los requisitos de la Sección 106.

(a) Control de Calidad de los Materiales.

(1) Abrasión, Desintegración al Sulfato de Sodio y Desvestimiento. En cada banco se debe efectuar un ensayo por cada 20,000 metros cúbicos de material producido.

(2) Caras Fracturadas y Partículas Planas y Alargadas. Se deben efectuar ensayos cada 200 metros cúbicos de los primeros 1,000 metros cúbicos producidos de cada banco, y seguidamente por cada 5,000 metros cúbicos de material producido.

(3) Granulometría. Se debe efectuar un ensayo por cada 200 metros cúbicos de los primeros 1,000 metros cúbicos producidos, y seguidamente un ensayo cada 400 metros cúbicos.

(4) Características de Plasticidad y Equivalente de Arena. Se deben efectuar ensayos por cada 2,000 metros cúbicos de agregado producido, incluyendo el polvo mineral.

(5) Material Bituminoso. El Contratista deberá proporcionar los certificados de calidad extendidos por el proveedor en donde se hagan constar las características del material bituminoso aplicables al grado especificado proveído por lote de producción o embarque según sea aplicable, sin menoscabo de las verificaciones periódicas que ordene el Delegado Residente. Dichas verificaciones podrán efectuarse bimensualmente.

(6) Mezcla Asfáltica. El Contratista debe tomar muestras de acuerdo a AASHTO T 168 y efectuar un ensayo completo de estabilidad y características de la mezcla, incluyendo porcentaje de material bituminoso residual (tomando en cuenta la pérdida de volumen del solvente por evaporación y debido a las operaciones de curado, de acuerdo con el tipo y grado de material bituminoso utilizado) y graduación de los agregados minerales después de la extracción, AASHTO T 30, por cada 400 metros cúbicos de mezcla colocada y compactada.

(b) Tolerancias en las Características de los Materiales.

(1) Materiales antes de la Mezcla Asfáltica. Si los ensayos efectuados a los materiales no llenan requisitos estipulados, para cada una de las características indicadas en 403.03, después de efectuar las verificaciones necesarias, si esta condición persiste en más del 20% de los ensayos verificados, el Contratista debe hacer las correcciones necesarias, a su costa, o el material será rechazado.

(2) Mezcla asfáltica en frío. Si los ensayos efectuados a la mezcla asfáltica no llenan los valores estipulados para cada una de las características indicadas en 403.03 (d), según el método de diseño elegido y/o está fuera de los límites de la fórmula de trabajo, cuando ésta última sea procedente, la mezcla asfáltica será rechazada si rebasa de las siguientes tolerancias, respecto a los valores máximos y mínimos.

Requisitos de la Fórmula de Trabajo	Tolerancia en más o en menos
▪ Porcentaje de vacíos de la mezcla total	➤ 1.0%
▪ Porcentaje de vacíos rellenos con asfalto	➤ 2.0 %
▪ Contenido de material bituminoso	➤ 0.4 % en peso de la mezcla total

(c) Control de Calidad y Tolerancias en los Requisitos de Construcción.

(1) Compactación. Se establece una tolerancia de un 2% en menos del porcentaje de compactación, respecto de la densidad de laboratorio obtenida de acuerdo a 403.03 (d), para aceptación de capa de mezcla asfáltica en frío.

Se debe efectuar un ensayo representativo por cada 400 metros cuadrados de mezcla, de cada una de las capas que se compacten.

Las densidades no deben ser efectuadas a una distancia menor de 20 metros en sentido longitudinal sobre la superficie compactada que se está controlando, a menos que se trate de áreas delimitadas para corrección.

(2) Espesor. El espesor de capa de mezcla asfáltica en frío, se debe verificar al efectuar cada ensayo de control de compactación según AASHTO T 230, a menos que se hayan utilizado los métodos no destructivos, en cuyo caso se deben efectuar perforaciones cada 800 metros cuadrados, para verificación del espesor. Se establece una tolerancia de ± 5 milímetros, pero el promedio aritmético de los espesores determinados cada kilómetro, no debe diferir en más de 2.5 milímetros del espesor estipulado en los planos.

(3) Superficie. La conformación de la superficie terminada de la capa de mezcla asfáltica en frío debe ser verificada mediante la utilización de una regla recta rodante ó una regla o varilla de 3 metros de longitud graduada, determinándose si la altura es constante sobre la superficie en sentido transversal y longitudinal. No se permiten irregularidades mayores de 2.5 milímetros en el sentido paralelo al eje de la carretera ni mayores de 5 milímetros en el sentido transversal. Se debe cumplir con el requisito de IRI establecido en 401.18.

(d) Aceptación. La aceptación de la capa de mezcla asfáltica se debe efectuar, hasta que ésta se encuentre, en el ancho total indicado en las secciones típicas de pavimentación, debidamente compactada dentro de las tolerancias establecidas en 403.10 (c) (1).

403.11 CORRECCIONES. Debe cumplir con todos los requisitos establecidos en 401.19.

403.12 MEDIDA.

(a) Capa de Mezcla Asfáltica en Frío, por volumen. La medida se debe hacer del número de metros cúbicos de capa de Mezcla Asfáltica en Frío, con aproximación de dos decimales, medidos ya compactados en su posición final en la carretera, satisfactoriamente construidos y aceptados de acuerdo con estas Especificaciones Generales, Disposiciones Especiales y planos correspondientes. El volumen se debe determinar por procedimientos analíticos y dentro de los límites y dimensiones indicados en las secciones típicas de pavimentación y de acuerdo a los alineamientos horizontal y vertical mostrados en los planos. La longitud debe medirse sobre la línea central de la carretera en proyección horizontal.

(b) Capa de Mezcla Asfáltica en Frío, por Peso. Cuando en las Disposiciones Especiales se establezca expresamente, la medida se debe hacer del número de toneladas de 2,000 libras (907.18 Kg.), con aproximación de dos decimales de Capa de Mezcla Asfáltica en Frío, satisfactoriamente construida, colocada dentro de los límites de la sección típica de pavimentación o conforme lo autorice el Delegado Residente y aceptada de acuerdo con estas Especificaciones Generales, Disposiciones Especiales y planos correspondientes. El peso se debe determinar, por medio de básculas que llenen los requisitos estipulados en 401.08 (a) (10), debiéndose efectuar cada medida del peso neto de la mezcla en presencia del Inspector que controla el peso por parte de la Supervisora, quien debe firmar el vale correspondiente, comprobándose la colocación y aceptación en la carretera, con la firma del Inspector de campo de la misma Supervisora.

El Delegado Residente debe llevar un control diario del número de toneladas producidas, aceptadas y rechazadas, que corresponden a cada tramo y efectuar las deducciones por rechazos posteriores.

No se debe hacer ninguna deducción por el peso del material bituminoso contenido en la mezcla.

(c) Capa de Mezcla Asfáltica en Frío por Superficie. Cuando en las Disposiciones Especiales se establezca expresamente, la medida se debe hacer del número de metros cuadrados, con aproximación de dos decimales, de capa de Mezcla Asfáltica en Frío, satisfactoriamente construidos y aceptados de acuerdo con estas Especificaciones Generales, Disposiciones Especiales y planos correspondientes. El área se debe determinar por procedimientos analíticos. Para este efecto, la longitud se debe medir sobre la línea central de la carretera y el ancho debe ser el delimitado y dimensionado en las secciones típicas de pavimentación y de acuerdo a los alineamientos horizontal y vertical mostrados en los planos. La determinación de estas dimensiones se debe ajustar a lo estipulado en 110.01.

(d) Material Bituminoso. La medida se debe hacer del número de galones (USA), tipo de los Estados Unidos de América a la temperatura de 15.6° C, con aproximación de dos decimales, de Material Bituminoso para Mezcla Asfáltica en Frío, ordenados, satisfactoriamente aplicados y aceptados dentro de las tolerancias establecidas y de acuerdo con estas Especificaciones Generales, Disposiciones Especiales y planos correspondientes.

La medida del Material Bituminoso se debe determinar por diferencia de lecturas del indicador de la mezcladora en las plantas fijas o móviles o en el tanque distribuidor para mezclas en carretera, de conformidad con la cantidad ordenada y temperatura real de aplicación. Esta medida deberá efectuarse previa verificación que los tanques se encuentren en posición horizontal. No se debe aceptar para medida una cantidad mayor que el contenido de material bituminoso ordenado más la tolerancia establecida en 403.10 (b) (2).

403.13 PAGO.

(a) Capa de Mezcla Asfáltica en Frío, por Volumen. El pago se debe hacer por el número de metros cúbicos, medidos como se indica en 403.12 (a), satisfactoriamente construidos como lo establecen los planos, estas Especificaciones Generales y Disposiciones Especiales, al precio unitario de contrato, correspondiente a Capa de Mezcla Asfáltica en Frío.

(b) Capa de Mezcla Asfáltica en Frío por Peso. Cuando las Disposiciones Especiales así lo estipulen expresamente, el pago se debe hacer por el número de toneladas, medidas como se indica en 403.12 (b), satisfactoriamente construidas y aceptadas como lo establecen los planos, Especificaciones Generales y Disposiciones Especiales, al precio unitario de contrato correspondiente a Capa de Mezcla Asfáltica en Frío.

(c) Capa de Mezcla Asfáltica en Frío, por Superficie. Cuando las Disposiciones Especiales así lo estipulen expresamente, el pago se debe hacer por el número de metros cuadrados, medidos como se indica en 403.12 (c), satisfactoriamente construidos como lo establecen los planos, estas Especificaciones Generales y Disposiciones Especiales, al precio unitario de contrato, correspondiente a Capa de Mezcla Asfáltica en Frío.

(d) Material Bituminoso. El pago se debe hacer por el número de galones (USA), tipo de los Estados Unidos de América, medidos como se indica en 403.12 (d), ordenados y satisfactoriamente aplicados dentro de las tolerancias establecidas en 403.10 y de acuerdo con los planos, estas Especificaciones Generales y Disposiciones Especiales, al precio unitario de contrato, correspondiente a Material Bituminoso para Capa de Mezcla Asfáltica en Frío.

Estos precios incluyen el trabajo estipulado en esta Sección, de conformidad con lo indicado en 110.02.

No se reconoce ningún pago adicional por el suministro de todos los materiales, incluyendo el agua, aditivos del material bituminoso y material de relleno, ni por el acarreo de materiales y mezcla asfáltica, ni por las operaciones necesarias para la obtención y utilización, apilamiento y almacenamiento del material pétreo. Tampoco se reconoce pago adicional por la maquinaria, equipo y personal necesarios para efectuar el control de laboratorio, ni por las

correcciones de defectos imputables al Contratista. Todos estos gastos y los demás implícitos para ejecutar el trabajo deben estar incluidos en los precios unitarios correspondientes a esta Sección.

RESUMEN DE NORMAS

<u>Ensayos</u>		<u>Materiales</u>	
Graduación	AASHTO T 11 AASHTO T 27 y AASHTO T 37	Polvo Mineral	AASHTO M 17
Abrasión	AASHTO T 96	Emulsiones Aniónicas	AASHTO M 140
Desintegración al sulfato de sodio	AASHTO T 104	Emulsiones Catiónicas	AASHTO M 208
Índice plástico	AASHTO T 90	Asfalto MC	AASHTO M 82
Límite Líquido	AASHTO T 89	Asfalto SC	AASHTO M 141
Equivalente de arena	AASHTO T 176		
Desvestimiento	Método DGC		
Gravedad Específica	AASHTO T 84 y T 85		
Viscosidad del Asfalto Líquido	AASHTO T 201		
Punto de Inflamación del Asfalto líquido	AASHTO T 48 y 79		
Viscosidad de las emulsiones asfálticas	AASHTO T 59		
Residuo por destilación de las emulsiones	AASHTO T 59		
Punto de ablandamiento de emulsiones asfálticas	AASHTO T 53		
Penetración de emulsiones Asfálticas	AASHTO T 49		
Prep. muestra en húmedo	AASHTO T 146		
Marshall	AASHTO T 245 (ASTM D 1559)		
Marshall (modificado)	Manual MS-14 del Instituto de Asfalto		
Compactación	AASHTO T 230		
Muestreo de asfalto	AASHTO T 40		

Muestreo de mezclas Asfálticas	AASHTO T 168 (ASTM D 979)
Contenido de asfalto en la mezcla	AASHTO T 164
Graduación después de la extracción	AASHTO T 30

SECCION 404 TRATAMIENTOS ASFALTICOS SUPERFICIALES

- 404.01 Definición.
- 404.02 Descripción.
- 404.03 Requisitos de los Materiales.
- 404.04 Producción del Material Pétreo.
- 404.05 Preparación y Delimitación de la Superficie a Tratar.
- 404.06 Preparación del Material Bituminoso.
- 404.07 Cantidades de Aplicación del Material Bituminoso y del Agregado.
- 404.08 Aplicación del Material Bituminoso.
- 404.09 Aplicación de los Agregados.
- 404.10 Control de Tránsito y Mantenimiento.
- 404.11 Correcciones.
- 404.12 Tolerancias.
- 404.13 Control de Calidad.
- 404.14 Medida.
- 404.15 Pago.

404.01 DEFINICION. Tratamiento Asfáltico Superficial. Es una capa de revestimiento formada por riegos sucesivos y alternados de material bituminoso y agregados pétreos triturados de tamaño uniforme esparcidos uniformemente que, mediante el proceso de compactación, son acomodados y orientados en su posición más densa. Esta capa está destinada principalmente a recibir directamente la acción del tránsito proporcionando al pavimento las condiciones necesarias de impermeabilidad, resistencia al desgaste y suavidad para el rodaje.

404.02 DESCRIPCION. Este trabajo consiste en la obtención y explotación de canteras y bancos, la trituración de piedra o grava y lavado para formar los agregados clasificados, su apilamiento y almacenamiento, la preparación y delimitación de la superficie a tratar; el suministro, acarreo y distribución uniforme superficial del material asfáltico y agregados pétreos, la compactación; la regulación del tránsito y los controles de laboratorio durante todo el proceso de construcción de una o varias capas de tratamiento asfáltico superficial, sobre la base previamente preparada, de conformidad con lo indicado en los planos y ajustándose a los alineamientos horizontal y vertical, y secciones típicas de pavimentación, dentro de las tolerancias estipuladas, y de conformidad con estas Especificaciones Generales y Disposiciones Especiales.

MATERIALES

404.03 REQUISITOS DE LOS MATERIALES.

(a) Agregados. Los agregados pétreos para tratamiento superficial deben ser partículas provenientes de la trituración de grava o piedra de buena calidad, debiendo llenar los requisitos siguientes:

(1) Abrasión. No debe ser mayor de 35 á 500 revoluciones el porcentaje de desgaste por abrasión, de acuerdo con la norma AASHTO T 96.

(2) Desintegración al Sulfato de Sodio. No deben tener una pérdida de peso mayor de 12% al ser sometidos a cinco ciclos, en el ensayo AASHTO T 104.

(3) Caras Fracturadas, Partículas Planas o Alargadas. No menos del 75% en peso, de las partículas del agregado deben de tener por lo menos una cara fracturada, ni más del 10% en peso, podrán ser partículas, planas o alargadas según ASTM D 4791.

(4) Impurezas y Polvo. Deben estar exentos de materias vegetales, basura, terrones de arcilla, polvo u otras sustancias que incorporadas en la capa de tratamiento puedan

producir fallas en el pavimento. Cuando no sea técnicamente factible lograr una limpieza absoluta del polvo, se aceptará el agregado cuando no tenga más de 0.75% de material que pase el Tamiz 0.075 mm (N° 200), de acuerdo al ensayo AASHTO T 11.

(5) Peso. Los agregados deben ser uniformes en calidad y densidad y su peso unitario, AASHTO T 19 no debe ser menor de 1,280 Kg./m³ (80 lb./pie³).

(6) Resistencia al Desvestimiento. Las partículas de agregado deben ser de tal naturaleza, que al recubrirlos completamente con material bituminoso del tipo a usarse en el tratamiento no presenten evidencia de desvestimiento, permaneciendo más del 70% de las partículas perfectamente cubiertas con material bituminoso al efectuar el ensayo por inmersión en agua a 60° C de la DGC. El uso de aditivos como agentes antidesvestimiento, estará condicionado a los resultados positivos del ensayo anteriormente indicado, usando los productos propuestos.

(7) Graduación. Los agregados pétreos deben cumplir con los requisitos de graduación, según AASHTO M 43, indicados en la siguiente tabla. La graduación para cada riego se definirá de acuerdo con el espesor total del tratamiento superficial y su número de riegos, ambos definidos en las Disposiciones Especiales.

Tabla 404-1 Graduación de los Agregados para Tratamientos Superficiales (AASHTO M 43)

Tamaño del Tamiz	Porcentaje en Masa que Pasa el Tamiz designado (AASHTO T 27 y T 11)				
	N° 6	N° 7	N° 8	N° 9	N° 10
	25.4 mm (1")	19 mm (¾")	12.5 mm (½")	9.5 mm (⅜")	4.75 mm (N° 4)
25.0 mm	100				
19.0 mm	90-100	100			
12.5 mm	20-55	90-100	100		
9.50 mm	0-15	40-70	85-100	100	100
4.75 mm	0-5	0-15	10-30	85-100	85-100
2.36 mm	-	0-5	0-10	10-40	-
1.18 mm	-	-	0-5	0-10	-
0.300 mm	-	-	-	0-5	-
0.150 mm	-	-	-	-	10-30

Para tratamientos superficiales simples, se pueden usar las graduaciones N° 6, 7, 8 ó 9.

Para tratamientos superficiales dobles, se podrán utilizar las siguientes 3 combinaciones:

1. Espesor total de 12.5 mm (½")
1º riego, graduación N° 8 y 2º riego, graduación N° 9
2. Espesor total de 15.9 mm (⅝")
1º riego, graduación N° 7 y 2º riego, graduación N° 9
3. Espesor total de 19.0 mm (¾")
1º riego, graduación N° 6 y 2º riego, graduación N° 8

Para tratamientos superficiales triples, se podrán utilizar las siguientes 3 combinaciones:

1. Espesor total de 12.5 mm (½")
1º riego, graduación N° 8, 2º riego, graduación N° 9 y 3º riego, graduación N° 10
2. Espesor total de 15.9 mm (⅝")
1º riego, graduación N° 7, 2º riego, graduación N° 8 y 3º riego, graduación N° 9
3. Espesor total de 19.0 mm (¾")
1º riego, graduación N° 6, 2º riego, graduación N° 8 y 3º riego, graduación N° 9

(b) Material Bituminoso. El tipo, grado, especificación y temperatura de aplicación del material bituminoso a usar, será uno de los establecidos en la tabla siguiente, según lo indiquen las Disposiciones Especiales.

TABLA 404-2 Requisitos para el Material Bituminoso

Tipo y grado de Material Bituminoso	Especificación AASHTO	Temperatura de aplicación en ° C
<u>Cementos Asfálticos</u>		
Graduación por viscosidad:	AASHTO M 226	> 130
• AC-2.5		> 140
• AC-5		
Graduación por penetración:	AASHTO M 20	>130
• 200-300		>130
• 120-150		
<u>Emulsiones Asfálticas</u>		
-Aniónicas	AASHTO M 140	
• RS-1		20-60
• RS-2		50-85
• MS-1		20-70
• HFMS-1		20-70
-Catiónicas	AASHTO M 208	
• CRS-1		50-85
• CRS-2		50-85

Para tratamientos superficiales simples, se deben utilizar únicamente los siguientes materiales bituminosos, según la graduación especificada:

1. Graduación N° 6:
 - Cementos asfálticos
 - Emulsiones asfálticas: RS-2 y CRS-2
2. Graduación N° 7:
 - Cementos asfálticos
 - Emulsiones asfálticas: RS-1, RS-2, CRS-1 y CRS-2
3. Graduación N° 8:
 - Cementos asfálticos
 - Emulsiones asfálticas: RS-1, RS-2, CRS-1 y CRS-2
4. Graduación N° 9:
 - Emulsiones asfálticas: RS-1, CRS-1, MS-1 y HFMS-1

Para tratamientos superficiales dobles y triples, se podrán utilizar los materiales bituminosos indicados en la tabla 404-2, excepto las emulsiones MS-1 y HFMS-1, conforme el tipo y grado que se indique en las Disposiciones Especiales. Las emulsiones MS-1 y HFMS-1 sólo se podrán utilizar para tratamientos simples o en el riego final de los tratamientos dobles y triples, cuando se use graduación N° 9.

REQUISITOS DE CONSTRUCCION

404.04 PRODUCCIÓN DEL MATERIAL PETREO. Previamente a la explotación de una cantera o banco, debe efectuarse la limpieza correspondiente, eliminar la vegetación, capa de materia orgánica, basura y arcilla que pueda contaminar el material triturado. La trituración debe ser efectuada en planta, en circuito cerrado de repaso, evitando la laminación del material. La

graduación del material debe lograrse en la planta de trituración. La planta de trituración debe estar acondicionada con un sistema de clasificación adecuado, con el número y tipo de zarandas para lograr la granulometría especificada, y con sistema de lavado para lograr agregados limpios.

El Contratista debe efectuar el control continuo de laboratorio, sobre la calidad y características del material producido y efectuar las correcciones necesarias para obtener un material de conformidad con estas Especificaciones.

El material producido puede apilarse y almacenarse en el área de la planta o acarreararse para apilarse y almacenarse en lugares estratégicamente localizados, debiendo en todo caso ajustarse a lo establecido en la Sección 313.

404.05 PREPARACION Y DELIMITACION DE LA SUPERFICIE A TRATAR.

(a) Barrido de la Superficie. Previamente a la aplicación de cada riego de material bituminoso, debe de removerse de la superficie a tratar, todo el material suelto y extraño, por medio de barrido, utilizando barredora mecánica, escoba giratoria y fuelle mecánico. Tanto la escoba como el fuelle deben estar diseñados especialmente para lograr una limpieza eficiente, sin dañar la superficie. El fuelle debe ser capaz de ajustarse para que sople, del centro al borde exterior de la carretera. Todo este equipo debe de estar provisto de sistemas con ruedas de llantas neumáticas. Cuando se trate de la segunda o tercera aplicación, el barrido de exceso de agregado del tratamiento anterior, debe efectuarse de preferencia en las primeras horas de la mañana y en las últimas de la tarde.

(b) Revisión de la Superficie. Después de que la superficie a tratar, haya sido barrida, se debe proceder a inspeccionarla visualmente en forma conjunta, a fin de observar si no presenta grietas, descascarados, depresiones o alguna condición que pueda perjudicar la uniformidad y efectividad del tratamiento, procediéndose previamente a su corrección a costa del Contratista. No debe aplicarse la primera capa de Tratamiento Superficial antes de que hayan pasado 3 días de haber sido aplicada la imprimación a la capa de Base.

(c) Delimitación de la Superficie. Para delimitar la superficie a tratar, se debe usar un cordel o marcar con pintura, la línea que indique el borde de la misma y que debe servir de guía para el conductor del camión de distribución del material bituminoso. En los extremos de la sección a tratar, se debe colocar una faja de papel de construcción, en todo el ancho sujetándolo a la superficie, para que el derrame de exceso de material bituminoso al principiar y terminar el riego no caiga fuera del lugar.

No se autoriza regar material bituminoso en una extensión mayor de la que pueda ser cubierta totalmente con agregado, en un lapso máximo de 8 minutos y siempre que en el tramo a cubrir se cuente con los camiones con agregado necesarios para cubrir el material bituminoso con la cantidad de agregados a esparcir de acuerdo con la dosificación ordenada por el Delegado Residente.

(d) Protección de las Estructuras Adyacentes. La superficie de todas las estructuras y construcciones adyacentes al área que se va a tratar, deben protegerse adecuadamente para evitar su salpicadura o daño. En caso de que esto ocurra, el Contratista debe a su propia costa, remover el material y reparar todos los daños.

(e) Requisitos de Clima. Se permitirá regar material bituminoso cuando la temperatura ambiente y de la superficie de la base sea mayor de 15° C y se encuentren en ascenso. No se permitirán riegos de material bituminoso cuando esté lloviendo, la superficie se encuentre húmeda o exista amenaza de lluvia. De preferencia la aplicación de los tratamientos superficiales se deberán programar y efectuar durante la época seca de la zona donde se localice el proyecto.

404.06 PREPARACION DEL MATERIAL BITUMINOSO.

(a) Tanques de Almacenamiento y Equipo. El Contratista debe de contar con equipos de transporte, instalaciones adecuadas y tanques de almacenamiento para el material bituminoso a utilizar, debiendo éstos estar localizados en lugares estratégicos de fácil acceso, y protegidos contra incendio. En el caso de las emulsiones asfálticas, los tanques de almacenamiento deben llenar los requisitos establecidos en 403.07(a).

(b) Calentamiento del Material Bituminoso. El equipo de calentamiento, ya sea fijo o móvil, debe de tener capacidad adecuada para calentar el material a utilizar, sin dañarlo, debiendo tener sistema circulante con serpentines, evitándose el contacto directo de las llamas del quemador con las paredes del tanque y la superficie de los serpentines, tubería o ductos por donde circula el material bituminoso.

404.07 CANTIDADES DE APLICACIÓN DEL MATERIAL BITUMINOSO Y DEL AGREGADO.

La cantidad de aplicación del material bituminoso y los agregados será la indicada en las Disposiciones Especiales o la que ordene el Delegado Residente, de conformidad con las tablas siguientes, según la aplicación de que se trate, el tipo y grado de material bituminoso a usar y la clase, cantidad de aplicación y graduación del agregado.

Tabla 404-3 Cantidad de Material Bituminoso y Agregados para Tratamientos Simples

Graduación	Tipo de Material Bituminoso	Cantidad de cemento asfáltico o emulsión (Lt./m ²)	Cantidad de Agregado (Kg./m ²) ⁽¹⁾
▪ N° 6	Cemento Asfáltico	1.6-2.0 (0.42-0.53 gal/m ²)	22-27
	RS-2, CRS-2	1.8-2.3 (0.48-0.61 gal/m ²)	
▪ N° 7	Cemento Asfáltico	0.9-1.4 (0.24-0.37 gal/m ²)	14-16
	RS-1, CRS-1 RS-2, CRS-2	1.4-2.0 (0.37-0.53 gal/m ²)	
▪ N° 8	Cemento Asfáltico	0.7-1.1 (0.18-0.29 gal/m ²)	11-14
	RS-1, CRS-1 RS-2, CRS-2	0.9-1.6 (0.24-0.42 gal/m ²)	
▪ N° 9	RS-1, CRS-1 MS-1, HFMS-1	0.7-0.9 (0.18-0.24 gal/m ²)	8-11

⁽¹⁾ Las cantidades de agregado por metro cuadrado corresponden a agregados con una gravedad específica bulk de 2.65, determinada de acuerdo con AASHTO T 84 y AASHTO T 85. Se deben hacer correcciones proporcionales cuando el agregado suministrado tenga una gravedad específica bulk mayor de 2.75 o menor de 2.55.

Tabla 404-4 Cantidad de Material Bituminoso y Agregados para Tratamientos Dobles

Espesor Total del Tratamiento	Número de Aplicación	Número de Graduación	Cantidad de Cemento Asfáltico (Lt./m ²) ⁽¹⁾	Cantidad de Agregado (Kg./m ²) ⁽²⁾
12.5 mm (½")	1ª aplicación	N° 8	0.9-1.4 (0.24-0.34 gal/m ²)	14-19
	2ª aplicación	N° 9	1.4-1.8 (0.34-0.48 gal/m ²)	5-8
15.9 mm (⅝")	1ª aplicación	N° 7	1.4-1.8 (0.34-0.48 gal/m ²)	16-22
	2ª aplicación	N° 9	1.8-2.3 (0.48-0.61 gal/m ²)	8-11
19.0 mm (¾")	1ª aplicación	N° 6	1.6-2.3 (0.42-0.61 gal/m ²)	22-27
	2ª aplicación	N° 8	2.3-2.7 (0.61-0.71 gal/m ²)	11-14

⁽¹⁾ En las emulsiones, por el efecto del menisco al evaporarse el agua, el contenido de cemento asfáltico se podrá reducir hasta en un 15% de los valores indicados en esta columna, debiendo calcularse el punto de riego de emulsión según dicho contenido de cemento asfáltico de acuerdo con el certificado del lote proporcionado por el proveedor según el grado y tipo de emulsión especificado en cumplimiento de las especificaciones AASHTO M 140 y M 208.

(2) Las cantidades de agregado por metro cuadrado corresponden a agregados con una gravedad específica bulk de 2.65, determinada de acuerdo con AASHTO T 84 y AASHTO T 85. Se deben hacer correcciones proporcionales cuando el agregado suministrado tenga una gravedad específica bulk mayor de 2.75 o menor de 2.55.

Tabla 404-5 Cantidad de Material Bituminoso y Agregados para Tratamientos Triples

Espesor Total del Tratamiento	Número de Aplicación	Número de Graduación	Cantidad de cemento asfáltico (Lt/m ²) ⁽¹⁾	Cantidad de Agregado (Kg/m ²) ⁽²⁾
12.5 mm (½")	1ª aplicación	Nº 8	0.9-1.4 (0.24-0.37 gal/m ²)	14-19
	2ª aplicación	Nº 9	1.1-1.6 (0.29-0.42 gal/m ²)	5-8
	3ª aplicación	Nº 10	0.9-1.4 (0.24-0.37 gal/m ²)	5-8
15.9 mm (5/8")	1ª aplicación	Nº 7	0.9-1.4 (0.24-0.37 gal/m ²)	16-22
	2ª aplicación	Nº 8	1.4-1.8 (0.37-0.48 gal/m ²)	8-11
	3ª aplicación	Nº 9	0.9-1.4 (0.24-0.37 gal/m ²)	5-8
19.0 mm (¾")	1ª aplicación	Nº 6	1.1-1.6 (0.29-0.42 gal/m ²)	19-25
	2ª aplicación	Nº 8	1.4-1.8 (0.37-0.48 gal/m ²)	11-14
	3ª aplicación	Nº 9	1.1-1.6 (0.29-0.42 gal/m ²)	5-8

(1) En las emulsiones, por el efecto del menisco al evaporarse el agua, el contenido de cemento asfáltico se podrá reducir hasta en un 15% de los valores indicados en esta columna, debiendo calcularse el punto de riego de emulsión según dicho contenido de cemento asfáltico de acuerdo con el certificado del lote proporcionado por el proveedor según el grado y tipo de emulsión especificado en cumplimiento de las especificaciones AASHTO M 140 y M 208.

(2) Las cantidades de agregado por metro cuadrado corresponden a agregados con una gravedad específica bulk de 2.65, determinada de acuerdo con AASHTO T 84 y AASHTO T 85. Se deben hacer correcciones proporcionales cuando el agregado suministrado tenga una gravedad específica bulk mayor de 2.75 o menor de 2.55.

Para cada riego la cantidad de agregados podrá estimarse dentro de los rangos indicados en las tablas anteriores, determinando el peso de los mismos al acomodarlos en su posición más densa, en una sola capa, en una bandeja con una superficie de un metro cuadrado. El porcentaje de vacíos se podrá estimar midiendo la cantidad de agua requerida para llenar dicha bandeja hasta el nivel correspondiente a la parte superior de los agregados. Este porcentaje de vacíos aproximadamente fluctuará en el orden del 20%. La cantidad de asfalto se podrá estimar como la necesaria para llenar entre 67% (⅔) y 75% (¾) de los vacíos cuando se use cemento asfáltico y entre el 55% y el 60% de los vacíos, después de que se evapore el agua, cuando se utilicen emulsiones asfálticas. Los valores indicados anteriormente pueden ser verificados en el campo colocando la bandeja descrita anteriormente en una sección de prueba para verificar la calibración del equipo distribuidor de agregados y de asfalto.

En tratamientos múltiples, de conformidad con el procedimiento indicado anteriormente, se calculará la suma de cada una de las aplicaciones de material bituminoso y dicho total se distribuirá aplicando un 40% en el primer riego y un 60% en el segundo riego para los tratamientos dobles y un 30% en el primer riego, un 40% en el segundo y un 30% en el tercero para los tratamientos triples. No obstante lo anterior, estas proporciones podrán ser modificadas cuando exista una tendencia a que se registren afloramientos de material bituminoso. En éste caso, para un tratamiento doble, se aplicará un 55% de la cantidad total en el primer riego y un 45% en el segundo.

La cantidad de emulsión a aplicar se establecerá según su contenido de asfalto correspondiente al tipo y grado especificado para obtener las cantidades de asfalto indicadas en las tablas 404-4 y 404-5 anteriores. El Delegado Residente debe indicar con orden escrita, la cantidad de agregados así como de cemento asfáltico o de emulsión asfáltica que será aplicada en cada capa de la sección a tratar para cumplir con lo establecido en estas especificaciones.

404.08 APLICACIÓN DEL MATERIAL BITUMINOSO. La aplicación del material bituminoso puede ser efectuada cubriendo en la primera operación la mitad del ancho de la base a tratar. Luego en segunda operación debe cubrirse la otra mitad, pudiéndose dejar para operación posterior los sobre-anchos de las curvas. En todo caso deben efectuarse las correcciones necesarias en los traslapes, para evitar excesos de material bituminoso.

La distribución del material bituminoso debe ser efectuada con un tanque distribuidor de asfalto a presión, equipado con sistema de calentamiento. La unidad debe ser autopropulsada o estar compuesta por un tanque distribuidor remolcado con cabezal, en todo caso, con ruedas de llantas neumáticas y fuerza de propulsión suficiente para mantener una velocidad constante que permita el riego especificado. Debe de estar equipado con tacómetro en unidad de operación separada, adaptada al tanque distribuidor, graduado en unidades de velocidad de por lo menos 5 metros por minuto o su equivalente en sistema inglés y colocado para que el piloto del distribuidor lo pueda leer fácilmente. En el sistema de distribución se debe conectar un tacómetro al eje de la bomba con indicador calibrado en revoluciones por minuto, de fácil lectura para el operador.

La barra de riego debe de permitir ajuste de longitud con variaciones cada 300 milímetros en más o en menos hasta una longitud de 8 metros y ajuste vertical para variar la altura de todas las boquillas, así como mecanismo de fijación o de compensación en el sistema de suspensión para mantener constante la altura de la barra respecto a la superficie a tratar en toda la longitud de riego. La altura de la barra será fijada para permitir un traslape triple en el riego en abanico de las boquillas interiores. La alineación de las boquillas respecto al eje de la barra deberá permitir el esparcimiento completo de cada abanico sin interferir con los de las boquillas adyacentes. La barra y boquillas deben tener válvulas que proporcionen un cierre positivo e inmediato al terminar la distribución y deben permanecer limpias sin atascarse, en las operaciones intermitentes. La capacidad de la bomba del tanque distribuidor debe de ser no menor de 1000 litros (250 galones) por minuto y ser capaz de distribuir el material bituminoso en una corriente uniforme y constante a través de todas las boquillas, con presión suficiente para asegurar un riego parejo de acuerdo con la cantidad ordenada por el Delegado Residente.

El sistema de calentamiento para el material bituminoso debe proveer un calor uniforme para todo el material, con termómetros aislados, que no estén en contacto con los tubos de calentamiento. Cuando se use el sistema de calentamiento, el material bituminoso deberá estar circulando en el tanque y se debe evitar el calentamiento excesivo para evitar su degradación. El distribuidor debe tener además una manguera con rociador anexa para cubrir las áreas que queden fuera del alcance de la barra o para efectuar correcciones.

Antes de proceder a cargar el tanque distribuidor con el material bituminoso a usar, debe inspeccionarse para determinar si no contiene residuos de un producto bituminoso distinto al que se usa en el riego. Si éste fuese el caso, el Contratista debe proceder a lavarlo y limpiarlo perfectamente con solvente adecuado y a remover con agua pura cualquier residuo de solvente, antes de cargarlo.

Antes de la aplicación del material bituminoso, se deben inspeccionar las boquillas para asegurarse que todas funcionen libremente y se debe proceder a la calibración del distribuidor.

404.09 APLICACION DE LOS AGREGADOS.

(a) Distribución de Agregados. Los agregados deben ser aplicados con uniformidad sobre la superficie. La cantidad de aplicación será ordenada por el Delegado Residente, según lo establecido en el último párrafo de 404.07.

(1) Esparcimiento de Agregados. Inmediatamente después de haberse iniciado la aplicación del material bituminoso, se debe proceder a esparcir el agregado sobre la superficie ya regada, dentro de un (1) minuto posterior a la aplicación del cemento asfáltico ó cuando las emulsiones aún se encuentren con una coloración marrón, o sea antes de que se haya producido su rompimiento, para alcanzar un máximo mojado posible de los agregados.

Para esta operación debe usarse un equipo esparcidor de agregados del tipo autopropulsado, con sistema de ruedas con llantas neumáticas de capacidad adecuada, tolvas y banda transportadora y con tacómetro para mantener una velocidad para permitir un

esparcimiento uniforme y constante del agregado de acuerdo con la cantidad ordenada por el Delegado Residente. El equipo esparcidor debe de permitir el ajuste en el ancho en variaciones cada 300 milímetros hasta una longitud de 8 metros y ajuste vertical para variar la altura de caída del agregado a la superficie. El equipo esparcidor debe tener además zaranda vibratoria y sistema de ajuste del flujo del agregado para esparcir la cantidad especificada por metro cuadrado.

Antes de efectuar la aplicación de agregado sobre el riego asfáltico, debe calibrarse el equipo esparcidor.

(2) Transporte de Agregados. El Contratista debe tener disponible suficientes camiones de volteo equipados con dispositivo para su enganche al distribuidor de agregados. Los camiones deben tener capacidad comprendida entre 10 y 18 metros cúbicos, para su eficiente maniobra y acoplamiento al distribuidor, volcando suavemente el material al ser remolcados, sin dañar la superficie tratada. Los camiones no deben pasar sobre el material bituminoso sin cubrir. No se autorizarán camiones que tengan fugas o goteos de aceite. Los operadores deben ser diestros y tener experiencia en este trabajo.

(b) Remoción y Compactación. Inmediatamente después de la distribución del agregado, debe procederse a remover el exceso si lo hubiese por medio de escoba de arrastre o manualmente con palas de extremo cuadrado, corrigiendo las áreas descubiertas cubriéndolas también a mano, procediéndose seguidamente a la compactación por medio de dos compactadoras autopropulsadas de ruedas neumáticas, equipadas con un mínimo de 9 llantas.

La compactación debe ser iniciada inmediatamente después de que los agregados hayan sido esparcidos debiendo mantenerse hasta que los mismos se hayan acomodado completamente sobre el riego bituminoso y se suspenderá cuando este último haya fraguado o endurecido para evitar romper su adherencia con los agregados. La operación debe efectuarse del borde exterior, hacia el centro de la superficie, exceptuando las curvas donde se efectuará del borde inferior al superior, traslapando uniformemente las pasadas en franjas de la mitad del ancho de las llantas delanteras hasta cubrir la totalidad de la superficie. Después de cada tratamiento, se barrerá el exceso de agregados que se encuentren sueltos, sin afectar los adheridos al material bituminoso. Esta operación deberá efectuarse antes de construir el carril adyacente o la siguiente aplicación en el caso de tratamientos múltiples, pero no antes de la mañana del día siguiente de haberse concluido la compactación del tramo.

404.10 CONTROL DE TRANSITO Y MANTENIMIENTO.

(a) Control de Tránsito. Durante todas las operaciones de aplicación de tratamiento asfáltico superficial, el Contratista debe de controlar el tránsito, señalizando, dirigiendo el mismo y controlando la velocidad, para evitar accidentes y deterioro del trabajo efectuado. Se debe proporcionar un carro piloto, como se estipula en 155.02 (a).

Después de la aplicación del material bituminoso no se permitirá tránsito de ninguna clase, hasta que haya sido aplicado y compactado el agregado de recubrimiento, y por lo menos en las 48 horas siguientes la velocidad máxima permitida en el tramo será de 30 Km./h. Los camiones cargados de agregado deberán conducirse en una dirección opuesta a la de avance de las operaciones del tratamiento superficial, y deberán dar vuelta en una zona distante de los trabajos ejecutados más recientemente.

(b) Mantenimiento. El Contratista debe de mantener la superficie tratada, hasta que se efectúe la siguiente aplicación de tratamiento. El mantenimiento incluirá la remoción de exceso de agregado, la limpieza y reparación de grietas, baches y todos los desperfectos que presente la superficie antes de la siguiente aplicación.

No debe aplicarse un segundo o tercer tratamiento antes de 24 horas de haber sido aplicado el inmediato inferior y siempre que el mismo haya curado y fraguado completamente.

404.11 CORRECCIONES.

(a) Corrección de Riego de Material Bituminoso y/o Agregados. Si después de efectuado el riego, aparecen áreas que no han recibido uniformemente el material bituminoso y/o agregados, las mismas serán cubiertas inmediatamente usando una manguera y rociador anexo al distribuidor, aplicando los agregados manualmente y compactando el área de nuevo.

(b) Corrección de Grietas, Baches y/o Afloramiento. Las grietas deben ser corregidas sellándolas con material bituminoso y cubriéndolas después con material secante del tipo especificado en 407.03.

Los baches deben corregirse removiendo la parte defectuosa hasta la profundidad que sea necesaria, sustituyéndola con material de base conforme la sección correspondiente de la División 300, recubriéndola con una mezcla de agregados y material bituminoso, aprobada por el Delegado Residente, procediéndose a la compactación del área bacheada.

Los afloramientos que aparezcan, deben ser corregidos efectuando una aplicación adicional de agregado fino o arena la cual será debidamente compactada. Para que no aparezcan nuevos afloramientos, se harán las correcciones necesarias, en las cantidades de agregados y material bituminoso.

(c) Correcciones por Depresiones o Excesos. Todas las áreas de la superficie terminada que sean defectuosas, que tengan juntas con material en exceso u ondulaciones o depresiones mayores de 10 milímetros como consecuencia de deficiencias en la colocación del tratamiento superficial o por incumplimiento en las tolerancias de superficie de la capa de base, deben reemplazarse con una superficie satisfactoria, construida de acuerdo con estas Especificaciones Generales y Disposiciones Especiales. En este caso, no se hará ningún pago adicional por las correcciones que sea necesario efectuar.

404.12 TOLERANCIAS.

(a) Tolerancia en la Aplicación del Material Bituminoso. No serán aceptadas, para efectos de pago, variaciones mayores del 5% de la cantidad ordenada por el Delegado Residente para cada riego.

(b) Tolerancia en la Aplicación de los Agregados. No serán aceptadas, para efectos de pago, variaciones mayores del 5% de la cantidad ordenada, para cada esparcimiento de agregados.

(c) Tolerancias de Superficie. La superficie acabada debe ser uniforme y estar de acuerdo con los alineamientos horizontal y vertical y secciones típicas mostradas en los planos.

No serán aceptadas depresiones mayores de 10 milímetros en la superficie.

404.13 CONTROL DE CALIDAD. El control de calidad de los materiales debe hacerse de acuerdo con lo que se estipula en la Sección 106.

(a) Material Bituminoso. El Contratista deberá proporcionar los certificados de calidad extendidos por el proveedor en donde se hagan constar las características del material bituminoso correspondientes al grado, tipo y marca especificado proveído por lote de producción o embarque según sea aplicable, sin menoscabo de las verificaciones periódicas que ordene el Delegado Residente efectuando las operaciones de muestreo de conformidad con AASHTO T 40. Dichas verificaciones podrán efectuarse bimensualmente.

(b) Agregados. De los agregados se efectuarán ensayos periódicos así:

(1) De cada banco o cantera del agregado se deben obtener dos muestras por cada día de producción y efectuarles los ensayos de graduación, peso unitario, gravedad específica y equivalente de arena correspondientes.

(2) De cada banco o cantera, del agregado se deben efectuar ensayos de Abrasión, Desintegración al Sulfato de Sodio y Desvestimiento cada 5,000 metros cúbicos de material producido.

En caso de que los ensayos indiquen que los materiales no llenan los requisitos de 404.03, previa verificación, si el defecto persiste en más del 20% de los ensayos repetidos en un mismo lote de producción, el Contratista debe hacer las correcciones necesarias a su costa o el material será rechazado.

404.14 MEDIDA.

(a) Material Bituminoso. La medida se debe hacer del número de galones (USA) tipo de los Estados Unidos de América, a la temperatura de 15.6° C con aproximación de dos decimales, de Material Bituminoso para Tratamiento Superficial, ordenados, satisfactoriamente aplicados y aceptados, dentro de los anchos establecidos de la sección típica con las tolerancias establecidas conforme estas Especificaciones Generales, Disposiciones Especiales y planos correspondientes.

La medida del material bituminoso se debe determinar tomando la lectura del indicador del tanque distribuidor y su temperatura, estando éste a nivel, inmediatamente antes y después de cada riego.

(b) Agregado. La medida se debe hacer del número de metros cúbicos sueltos, con aproximación de dos decimales, de Agregado para Tratamiento Asfáltico Superficial del tipo y grado correspondientes, ordenados, satisfactoriamente colocados y aceptados dentro de los anchos establecidos de la sección típica con las tolerancias establecidas y conforme estas Especificaciones Generales, Disposiciones Especiales y planos correspondientes.

404.15 PAGO.

(a) Material Bituminoso. El pago se debe hacer por el número de galones (USA) tipo de los Estados Unidos de América, medidos como se indica en 404.14 (a), ordenados, satisfactoriamente aplicados y aceptados, dentro de las tolerancias establecidas y conforme a los planos, Especificaciones Generales y Disposiciones Especiales; al precio unitario de contrato, correspondiente a Material Bituminoso para Tratamiento Superficial.

(b) Agregado. El pago se debe hacer por el número de metros cúbicos medidos como se indica en 404.14 (b), ordenados, satisfactoriamente colocados y aceptados, dentro de las tolerancias establecidas y conforme a los planos, Especificaciones Generales y Disposiciones Especiales; al precio unitario de contrato, correspondiente a Agregado para Tratamiento Superficial.

Dichos precios incluyen el trabajo estipulado en esta Sección, de conformidad con lo indicado en 110.02.

No se reconocerá ningún pago adicional por correcciones de la superficie a tratar, sello de grietas, ni por el material bituminoso o agregados usados en esas correcciones, ni por otras de defectos imputables al Contratista. Tampoco se reconoce pago adicional por la obtención, limpia y explotación de canteras o bancos ni por ninguna otra operación para suministrar los

materiales dentro de estas Especificaciones incluyendo la aplicación de aditivos antidesvestimiento. Todos estos gastos y los demás implícitos para la ejecución de este trabajo, deben ser incluidos en los precios unitarios de contrato, correspondientes a esta Sección.

RESUMEN DE NORMAS

<u>Ensayos</u>		<u>Materiales</u>	
Abrasión	AASHTO T 96	Cemento Asfáltico	AASHTO M 20 AASHTO M 226
Desintegración al sulfato de sodio	AASHTO T 104	Emulsiones Aniónicas	AASHTO M 140
Polvo en agregado	AASHTO T 11	Emulsiones Catiónicas	AASHTO M 208
Peso Unitario	AASHTO T 19	Agregados	AASHTO M 43
Graduación	AASHTO T 27		
Desvestimiento	Método de la DGC		
Muestreo asfalto	AASHTO T 40		
Gravedad Específica	AASHTO T 84 y T 85		
Viscosidad del cemento asfáltico	AASHTO T 201		
Penetración del AC	AASHTO T 49		
Viscosidad de las emulsiones asfálticas	AASHTO T 59		
Residuo por destilación de las emulsiones	AASHTO T 59		
Punto de ablandamiento de emulsiones asfálticas	AASHTO T 53		
Penetración de emulsiones Asfálticas	AASHTO T 49		
Punto de inflamación del cemento asfáltico	AASHTO T 48		

SECCION 405 SELLOS ASFALTICOS

- 405.01 Definición.
- 405.02 Descripción.
- 405.03 Requisitos para los Materiales.
- 405.04 Producción del Material Pétreo.
- 405.05 Preparación y Delimitación de la Superficie a Tratar.
- 405.06 Preparación de la Emulsión Asfáltica.
- 405.07 Aplicación de la Emulsión Asfáltica para el Sello de Brisa y Sello Ordinario.
- 405.08 Aplicación de la Arena en el Sello Ordinario.
- 405.09 Composición, Dosificación, Mezcla y Aplicación del Sello de Lechada Asfáltica y Sello de Lechada Asfáltica con Polímeros.
- 405.10 Control del Tránsito y Mantenimiento.
- 405.11 Correcciones.
- 405.12 Tolerancias.
- 405.13 Control de Calidad.
- 405.14 Medida.
- 405.15 Pago.

405.01 DEFINICION. Sello Asfáltico. Es el revestimiento con emulsiones asfálticas o emulsiones asfálticas y agregado fino, destinado principalmente a impermeabilizar una superficie asfáltica existente, por medio del llenado de los vacíos y grietas y/o evitar la desintegración de superficies asfálticas desgastadas y mejorar su resistencia contra el deslizamiento aumentando la durabilidad del pavimento.

El sello asfáltico puede ser de cuatro tipos:

- (a) Sello de brisa (Fog seal). Consiste en la aplicación de un riego liviano de una emulsión asfáltica de fraguado lento diluida con agua.
- (b) Sello ordinario (Sand seal). Consiste de un riego de una emulsión asfáltica seguido de un esparcimiento de agregado pétreo fino.
- (c) Sello de lechada (Slurry seal). Consiste en la colocación de una mezcla de emulsión asfáltica, agregado fino, material de relleno y agua.
- (d) Sello de lechada modificada con polímeros (Micro surfacing). Consiste en la colocación de una mezcla de emulsión asfáltica catiónica modificada con polímeros, agregado fino producido exclusivamente por trituración, material de relleno y agua.

405.02 DESCRIPCION. Este trabajo consiste en: la delimitación y preparación de la superficie a tratar; el suministro, transporte, mezcla o riego superficial de la emulsión asfáltica, según corresponda, incluyendo aditivos; la explotación o la obtención de arena pétreo de cantera o de río, con o sin grava fina, solo clasificada, o triturada de piedra o grava cuando sea requerido conforme el tipo de sello o se indique en los planos o Disposiciones Especiales, para formar un agregado fino clasificado, incluyendo material de relleno, su apilamiento, almacenamiento, mezcla o esparcimiento, según corresponda; el paso de compactador de llantas neumáticas para uniformizar el esparcimiento o acelerar el curado; la regulación del tránsito y los controles de laboratorio durante todo el proceso de construcción del Sello Asfáltico de que se trate, de acuerdo con lo indicado en los planos y ajustándose a los alineamientos horizontal y vertical, y secciones típicas de pavimentación, dentro de las tolerancias establecidas y de conformidad con estas Especificaciones Generales y Disposiciones Especiales.

Para la realización de trabajos con cargo a esta Sección, previamente se deberán de localizar las áreas dañadas con insuficiencia estructural o problemas de drenaje inadecuado para proceder a la realización de trabajos de bacheo que se efectuarán con cargo a la Sección 406.

MATERIALES

405.03 REQUISITOS PARA LOS MATERIALES.

(a) Agregado y Material de Relleno. El agregado para sello asfáltico puede ser una arena pétreo natural, con o sin grava pequeña, solamente clasificada, o bien un subproducto de la trituración de grava o piedra cuando, por el tipo de sello a usar así se requiera. Se debe añadir material de relleno cuando sea necesario para cumplir con la graduación especificada o según lo indiquen las Disposiciones Especiales o los planos; debiendo llenar los requisitos siguientes:

(1) Abrasión. No debe tener un porcentaje de desgaste por abrasión, AASHTO T 96, mayor de 35 a 500 revoluciones.

(2) Desintegración al Sulfato de Sodio. No debe tener una pérdida de peso mayor de 15% al ser sometido a cinco ciclos, en el ensayo AASHTO T 104.

(3) Plasticidad y Equivalente de Arena. El material pétreo, incluyendo el material de relleno, debe ser no plástico, según AASHTO T 90 y debe tener un equivalente de arena, AASHTO T 176, no menor de 45, cuando se use para sello de lechada asfáltica y no menor de 60 cuando se use para sello de lechada asfáltica modificada con polímeros.

(4) Impurezas. Debe estar exento de materias vegetales, basura, terrones de arcilla, polvo o sustancias que incorporadas en el sello asfáltico obstaculicen su acción efectiva.

(5) Peso. El agregado debe de ser uniforme, en calidad y densidad y su peso unitario AASHTO T 19 no debe ser menor de 1,280 kilogramos por metro cúbico (80 libras por pie cúbico).

(6) Graduación. Debe llenar los requisitos de graduación, según AASHTO T 27 y T 11, para uno de los tipos establecidos en la tabla 405-1, de acuerdo al tipo de sello asfáltico y según lo indiquen las Disposiciones Especiales o los planos.

Tabla 405-1 Tipos de Graduación para Agregado de Sellos Asfálticos

Estándar mm	Tamiz N°	Porcentaje por peso que pasa un tamiz de abertura cuadrada (AASHTO T 11 y 27) ⁽¹⁾			
		Arena para <u>Sello Ordinario</u> (AASHTO M 6) Clase A	TIPO "III" ⁽²⁾ <u>Superficies de textura muy pronunciada o con ahuellamientos</u>	TIPO "II" ⁽²⁾ <u>Superficies de textura media o recapeos</u>	TIPO "I" ⁽³⁾ <u>Sellado de fisuras y sellado fino</u>
9.5	3/8"	100	100	100	
4.75	4	95-100	70-90	90-100	100
2.36	8	80-100	45-70	65-90	90-100
1.18	16	50-85	28-50	45-70	65-90
0.600	30	25-60	19-34	30-50	40-65
0.300	50	10-30	12-25	18-30	25-42
0.150	100	2-10	7-18	10-21	15-30
0.075	200	0-2	5-15	5-15	10-20

⁽¹⁾ No se acepta la arena de mar, a menos que expresamente se indique lo contrario en las Disposiciones Especiales.

⁽²⁾ Estas graduaciones son para aplicación de lechada asfáltica o lechada asfáltica modificada con polímeros.

⁽³⁾ Esta graduación es únicamente para aplicación de lechada asfáltica.

(7) Resistencia al Desvestimiento. Las partículas de agregado deben ser de tal naturaleza que al recubrirlas completamente con emulsión asfáltica del tipo a usarse en el sello asfáltico, no presenten evidencia de desvestimiento (stripping). Para mejorar la resistencia al desvestimiento, se podrán utilizar los aditivos indicados en 401.03 (g).

(b) Emulsión asfáltica. El tipo, grado, especificación y temperatura de aplicación de la emulsión asfáltica a usar, será uno de los establecidos en la tabla 405-2, según el tipo del sello y como lo indiquen las Disposiciones Especiales o los planos.

Tabla 405-2 Requisitos para las Emulsiones Asfálticas

Tipo y grado de emulsión asfáltica	Especificación AASHTO	Temperatura de aplicación en ° C
<u>Sello de Brisa (Fog Seal) y Lechada Asfáltica (Slurry Seal)</u>		
-Aniónicas • SS-1, SS-1h	M 140	20-70
-Catiónicas • CSS-1, CSS-1h	M 208	50-85
<u>Lechada Asfáltica modificada con Polímeros (Micro surfacing)</u>	M 208	
-Catiónicas • CSS-1h		20-70
<u>Sello Ordinario (Sand Seal)</u>		
-Aniónicas • RS-1 • MS-1, HFMS-1	M 140	20-60 20-70
-Catiónicas • CRS-1	M 208	50-85

(c) Polvo mineral. Cuando se necesite agregar polvo mineral como ingrediente separado, en adición al que contiene el agregado pétreo después de su trituración, éste debe consistir en polvo de roca, cemento hidráulico, cal hidratada u otro material inerte, que llene, según AASHTO M 17, los siguientes requisitos de graduación, determinada según AASHTO T 37, en la siguiente tabla.

Tabla 405-3 Requisitos de Graduación del Polvo Mineral

Estándar mm	Porcentaje total que pasa un tamiz de abertura cuadrada (AASHTO T 37)
0.600	100 %
0.300	95-100 %
0.075	70-100 %

(d) Polímeros. Los polímeros utilizados para modificar las emulsiones asfálticas pueden ser látex, neopreno, etileno-vinilo-acetato o una mezcla de butadieno-estireno según se indique en las Disposiciones Especiales o en los planos. El Delegado Residente debe requerir el certificado de calidad extendido por el fabricante o distribuidor del producto con indicación de la proporción a aplicar al ser combinado con la emulsión asfáltica y los procedimientos de mezclado y aplicación para asegurar una mezcla homogénea y uniforme.

(e) Agua. El Contratista debe suministrar agua libre de sustancias o partículas que reaccionen adversamente con la emulsión asfáltica, de acuerdo con el tipo que se utilice.

REQUISITOS DE CONSTRUCCION

405.04 PRODUCCION DEL MATERIAL PETREO. Previamente a la explotación del banco de material, debe efectuarse la limpia de la vegetación, capa de materia orgánica, basura y arcilla que pueda contaminar la arena o el material pétreo. La graduación del material debe lograrse solamente por clasificación o por clasificación de subproductos de trituración empleando, en todo caso, el número y tipo de zarandas necesarias para lograr la granulometría especificada. Si las Disposiciones Especiales requieren específicamente trituración, ésta debe ser efectuada en planta, en circuito cerrado de repaso.

El Contratista debe efectuar el control continuo de laboratorio, sobre la calidad y características del material producido y efectuar las correcciones necesarias para obtener un material de conformidad con estas Especificaciones Generales, Disposiciones Especiales y planos correspondientes.

El material producido puede apilarse y almacenarse en el área de la planta o acarreararse para apilarse y almacenarse en lugares estratégicamente localizados, debiendo en todo caso ajustarse a lo establecido en la Sección 313.

405.05 PREPARACION Y DELIMITACION DE LA SUPERFICIE A TRATAR.

(a) Barrido de la Superficie. Previamente al riego de la emulsión asfáltica o la aplicación de la lechada asfáltica, debe de removerse de la superficie a tratar, todo el material suelto y extraño por medio de barrido, utilizando barredora mecánica, escoba giratoria y fuelle mecánico. Tanto la escoba como el fuelle deben estar diseñados especialmente para lograr una limpieza eficiente, sin dañar la superficie. El fuelle debe ser capaz de ajustarse para que sople, del centro al borde exterior de la carretera. Todo este equipo debe de estar provisto de sistemas con ruedas de llantas neumáticas. El barrido del exceso de agregados del sello ordinario, debe efectuarse en las primeras horas de la mañana y en las últimas de la tarde.

Cuando se trate de lechada asfáltica o lechada asfáltica modificada con polímeros, la superficie debe ser previamente humedecida mediante un riego ligero de agua. En este caso, si la superficie es antigua y porosa, se debe aplicar un riego de liga con emulsión asfáltica diluida a razón de 1 parte de emulsión a 3 de agua y aplicada ya diluida en una cantidad de 0.50 a 0.75 Litros /m² (0.13 a 0.20 Galones /m²). Este riego de liga debe llenar los requisitos de la Sección 408. Si existen grietas gruesas aisladas o baches en la superficie a tratar, éstas deben sellarse previamente de acuerdo con lo establecido en la Sección 406. Para estos dos tipos de sellos se requerirá la remoción de la pintura, las marcas con material termoplástico y las señales reflectivas del pavimento o, con autorización del Delegado Residente, se podrá proceder al picado con barreta o piocha de las marcas de tránsito con material termoplástico para lograr la adherencia del sello.

(b) Delimitación de la Superficie. Después de que la superficie a tratar, haya sido barrida, se debe proceder a delimitar la superficie a sellar en cada aplicación. Para ello se usa un cordel, o se debe marcar con pintura la línea que indica el borde de la misma y que debe servir de guía para la barra de distribución en caso de sello de brisa y sello ordinario o a la cajuela de riego en caso de lechada asfáltica. En los extremos anterior y posterior del tramo a sellar, se debe colocar en sentido transversal, una faja de papel de construcción en todo el ancho, sujetándolo a la superficie, para que el derrame de exceso de emulsión o lechada no perjudique la operación.

En el caso del sello ordinario, no se autoriza regar emulsión asfáltica en una extensión mayor de la que pueda ser cubierta totalmente con agregado en un plazo máximo de 10 minutos.

(c) Protección de las Estructuras Adyacentes. La superficie de todas las estructuras y construcciones adyacentes al área que se va a sellar, debe protegerse adecuadamente para evitar su salpicadura o daño. En caso de que esto ocurra, el Contratista debe a su propia costa, remover el material y reparar todos los daños.

(d) Requisitos de Clima. No se permitirá regar emulsión asfáltica o lechada asfáltica, cuando la temperatura de la capa a sellar sea menor de 10° C, cuando esté lloviendo o cuando las condiciones del clima o humedad de la superficie afecten la uniformidad y efectividad del sello.

405.06 PREPARACION DE LA EMULSIÓN ASFÁLTICA.

(a) Tanques de Almacenamiento y Equipo. El Contratista debe de contar con equipo de transporte, instalaciones adecuadas y tanques de almacenamiento para la emulsión asfáltica a utilizar, debiendo éstos estar localizados en lugares estratégicos, de fácil acceso y protegidos contra incendio. Los tanques de almacenamiento deben cumplir con lo especificado en 403.07(a). La emulsión no debe estar almacenada por más de 15 días.

(b) Calentamiento de la Emulsión Asfáltica. El equipo de calentamiento ya sea fijo o móvil, debe tener capacidad adecuada para calentar sin dañar la emulsión hasta alcanzar la temperatura de riego especificada en 405.03 (b), debiendo tener sistema circulante con serpentines, evitándose el contacto directo de las llamas del quemador con las paredes del tanque y la superficie de los serpentines, tubería o ductos por donde circula la emulsión.

405.07 APLICACION DE LA EMULSIÓN ASFÁLTICA PARA SELLO DE BRISA Y SELLO ORDINARIO.

(a) Cantidad de Emulsión Asfáltica. Debe ser aplicada con uniformidad, sobre la superficie a sellar. La cantidad de aplicación debe ser establecida entre los límites indicados a continuación o como lo estipulen las Disposiciones Especiales o los planos.

(1) Sello de brisa (Fog seal). La emulsión se debe diluir con agua en una proporción de 1 a 1 hasta 1 a 5 en volumen, conforme lo autorice el Delegado Residente para permitir que la misma fluya con facilidad dentro de las grietas, dependiendo del ancho de las mismas. La cantidad total de riego de la emulsión diluida debe estar comprendida entre 0.45 a 0.70 litros/m², según las condiciones de textura de la superficie.

(2) Sello ordinario (Sand seal). La emulsión asfáltica debe ser aplicada en una cantidad de 0.70 a 1.25 litros/m², seguido de un riego de arena como se indica más adelante en 405.08.

El Delegado Residente debe fijar por orden escrita, al Contratista, la cantidad de emulsión asfáltica que se debe aplicar, en cada tramo a sellar. Este puede ser efectuado cubriendo, en la primera operación, la mitad del ancho de la superficie a sellar. Inmediatamente, en segunda operación, se debe cubrir la otra mitad, pudiéndose dejar para operación posterior los sobre-anchos de las curvas. En todo caso, deben efectuarse los ajustes necesarios en las válvulas y boquillas de la barra de riego, para evitar excesos de emulsión asfáltica en los traslapes.

(b) Distribución de la Emulsión Asfáltica. La distribución de la emulsión asfáltica debe ser efectuada con un tanque distribuidor de asfalto a presión, equipado con sistema de calentamiento. La unidad debe ser autopropulsada o estar compuesta por un tanque distribuidor remolcado con cabezal, en todo caso, con ruedas de llantas neumáticas y fuerza de propulsión suficiente para mantener una velocidad constante que permita el riego especificado. Debe de estar equipado con tacómetro en unidad de operación separada, adaptada al tanque distribuidor, graduado en unidades de velocidad de por lo menos 5 metros por minuto o su equivalente en

sistema inglés y colocado para que el piloto del distribuidor lo pueda leer fácilmente. En el sistema de distribución se debe conectar un tacómetro al eje de la bomba, con indicador calibrado en revoluciones por minuto, de fácil lectura para el operador.

La barra de riego debe de permitir ajuste de longitud con variaciones cada 300 milímetros en más o en menos hasta una longitud de 8 metros y ajuste vertical para variar la altura de todas las boquillas, así como mecanismo de fijación o de compensación en el sistema de suspensión para mantener constante la altura de la barra respecto a la superficie a tratar en toda la longitud de riego. La altura de la barra será fijada para permitir un traslape triple en el riego en abanico de las boquillas interiores. La alineación de las boquillas respecto al eje de la barra deberá permitir el esparcimiento completo de cada abanico sin interferir con los de las boquillas adyacentes. La barra y boquillas deben tener válvulas que proporcionen un cierre positivo e inmediato al terminar la distribución y deben permanecer limpias sin atascarse, en las operaciones intermitentes. La capacidad de la bomba del tanque distribuidor debe de ser no menor de 1000 litros (250 galones) por minuto y ser capaz de distribuir la emulsión asfáltica en una corriente uniforme y constante a través de todas las boquillas, con presión suficiente para asegurar un riego parejo de acuerdo con la cantidad ordenada por el Delegado Residente.

El sistema de calentamiento para la emulsión asfáltica debe proveer un calor uniforme para todo el material, con termómetros aislados, que no estén en contacto con los tubos de calentamiento. Cuando se use el sistema de calentamiento, la emulsión deberá estar circulando en el tanque y se debe evitar el calentamiento excesivo que cause el rompimiento prematuro de la emulsión. El distribuidor debe tener además una manguera con rociador anexa para cubrir las áreas que queden fuera del alcance de la barra o para efectuar correcciones.

Antes de proceder a cargar el tanque distribuidor con la emulsión asfáltica a usar, debe inspeccionarse para determinar si no contiene residuos de un producto bituminoso distinto al que se usa en el riego. Si éste fuese el caso, el Contratista debe proceder a lavarlo y limpiarlo perfectamente con solvente adecuado y a remover con agua pura cualquier residuo de solvente, antes de cargarlo.

Antes de la aplicación de la emulsión asfáltica, se deben inspeccionar las boquillas para asegurarse que todas funcionen libremente.

405.08 APLICACION DE LA ARENA EN EL SELLO ORDINARIO.

(a) Cantidad de Arena. La arena debe ser aplicada con uniformidad sobre la superficie, en una cantidad que esté comprendida entre 5-8 Kg./m². El Delegado Residente debe fijar por orden escrita al Contratista, la cantidad de arena en volumen calculada basándose en el peso unitario de la misma determinada conforme AASHTO T 19, que se debe aplicar en el tramo o sección a sellar.

(b) Distribución de la Arena.

(1) Esparcimiento de la Arena. La arena debe esparcirse sobre la superficie inmediatamente después de haberse iniciado la aplicación de la emulsión asfáltica y mientras ésta se mantenga de color marrón. La arena debe tener el grado de humedad necesario, a criterio del Delegado Residente, para evitar el rompimiento prematuro de la emulsión. Para esta operación debe usarse un distribuidor autopropulsado, con sistema de ruedas con llantas neumáticas. El distribuidor debe tener capacidad, tolvas y banda transportadora adecuadas para permitir un esparcimiento uniforme y constante de la arena. El esparcidor debe de permitir ajuste en el ancho en variaciones cada 300 milímetros hasta una longitud de 8 metros y ajuste vertical para variar la altura de caída de la arena a la superficie. El esparcidor debe tener además zaranda vibratoria y sistema de ajuste del flujo de la arena para esparcir uniformemente la cantidad especificada.

Antes de efectuar la aplicación, debe calibrarse el distribuidor de agregados por medio de ensayos de campo, con control de laboratorio.

(2) Transporte de la Arena. El Contratista debe tener disponibles camiones de volteo equipados con dispositivo para su enganche al distribuidor de agregados. Los camiones deben tener capacidad comprendida entre 10 y 14 metros cúbicos, para su eficiente maniobra y acoplamiento al distribuidor, para volcar suavemente la arena sin dañar la superficie tratada al ser remolcados. Los camiones no deben pasar sobre la emulsión asfáltica sin cubrir. No se autoriza el uso de camiones que tengan fugas o gotas de aceite. Los operadores deben tener experiencia en este tipo de trabajo.

(c) Compactación. Inmediatamente después de la distribución de la arena sobre el riego de emulsión, debe procederse a remover los excesos si los hubiese, por medio de escoba de arrastre o manualmente, corrigiendo las áreas cubiertas deficientemente, procediéndose seguidamente a la compactación por medio de compactadora autopropulsada de ruedas neumáticas, equipada con un mínimo de 9 llantas, con un peso entre 9 y 11 toneladas y con una presión de 350-425 kPa (50-60 libras por pulgada cuadrada).

La compactación debe ser efectuada durante un período de tiempo que permita dar, como mínimo, dos pasadas a todo lo ancho. La operación debe efectuarse del borde exterior, hacia el centro de la superficie, exceptuando las curvas donde se efectuará del borde inferior al superior, en tal caso traslapando uniformemente las pasadas hasta cubrir la totalidad de la superficie.

405.09 COMPOSICION, DOSIFICACION, MEZCLA Y APLICACION DEL SELLO DE LECHADA ASFÁLTICA Y SELLO DE LECHADA ASFÁLTICA CON POLIMEROS.

(a) Composición. En general, el sello de lechada tiene, variando las proporciones, la composición siguiente:

(1) Agregados Finos y Polvo Mineral. Los agregados pétreos finos, son generalmente arenas naturales de río o cantera, astilla o polvillo provenientes de la trituración de otros agregados. Deben llenar los requisitos de 405.03 (a) (6), pero se deben usar solo las graduaciones: tipo I, II y III. Si es necesario, para llenar esas graduaciones, o para mejorar la consistencia de la lechada, se debe añadir polvo mineral que llene los requisitos de 405.03 (c).

(2) Emulsión Asfáltica. Se debe usar una de las indicadas en la tabla 405-2.

(3) Agua. Debe ser limpia y libre de sustancias extrañas. No se deben usar aguas duras. Debe llenar los requisitos de 405.03 (e) y, si no proviene de un sistema de abastecimiento o distribución de agua potable, se debe mandar a analizar de acuerdo con AASHTO T 26.

(4) Polímeros. Se debe utilizar uno de los indicados en 405.03 (d) para las lechadas asfálticas con polímeros.

(b) Dosificación. Depende de la graduación de los agregados y de la consistencia de la lechada. El diseño de la lechada asfáltica se deberá adecuar a lo establecido en la norma ASTM D 3910. El agua de mezclado puede variar según la consistencia deseada de la lechada pero generalmente varía entre el 10% al 15% en peso, respecto al peso seco del agregado fino y el polvo mineral.

A menos que las Disposiciones Especiales lo estipulen en otra forma, las cantidades de emulsión asfáltica deben de corresponder con los porcentajes de residuo indicados en la tabla 405-4. En esta misma tabla también se indican las cantidades de agregados a utilizar, según el tipo especificado de graduación.

La cantidad de emulsión asfáltica y de agregados debe ser fijada por escrito por el Delegado Residente para cada tipo de lechada de acuerdo a las bacheadas de prueba con los materiales a utilizarse, que deben efectuarse antes de principiar en forma continua la aplicación de la misma. Estas bacheadas de prueba sirven también para fijar la cantidad de agua más adecuada para la consistencia de la lechada.

Tabla 405-4 Contenido de Residuo Asfáltico y Cantidad de Agregado

Tipo de Graduación de los Agregado	Contenido del Residuo Asfáltico en porcentaje de peso del agregado seco		Cantidad de agregados ⁽¹⁾ en Kg./m ² basado en el peso del agregado seco (AASHTO T 19)	
	Lechadas Asfálticas	Lechadas Asfálticas con Polímeros	Lechadas Asfálticas	Lechadas Asfálticas con Polímeros
III	6.5-12.0	5.5-9.5	8.2-13.6	8.2-13.6
II	7.5-13.5	5.5-9.5	5.4-9.1	5.4-9.1
I	10.0-16.0	no aplicable	3.6-5.4	no aplicable

⁽¹⁾ Las cantidades de agregado por metro cuadrado corresponden a agregados con una gravedad específica bulk de 2.65, determinada de acuerdo con AASHTO T 84 y AASHTO T 85. Se deben hacer correcciones proporcionales cuando el agregado suministrado tenga una gravedad específica bulk mayor de 2.75 o menor de 2.55.

(c) Mezcla y Aplicación. La mezcla debe efectuarse con máquinas autopropulsadas especiales para Lechada de Emulsión Asfáltica (Slurry Seal Machine) ó máquinas especiales de producción continua para Lechadas Asfáltica Modificadas con Polímeros (Micro surfacing) abastecidos por medio de camiones alimentadores para producir un mínimo de juntas transversales, efectuándose, en ambos casos, la mezcla inmediatamente adelante de donde se aplica el sello. Las máquinas para lechada deben estar equipadas con tanques de almacenamiento, tolvas y sistemas de medición de la emulsión, el agua, los agregados y el polvo mineral para mantener uniformes las proporciones de mezclado. Asimismo, debe tener una unidad de mezcla continua con elementos agitadores simples o dobles.

La lechada asfáltica debe ser descargada, desde la mezcladora a la caja distribuidora, la cual debe estar equipada con espátula rasadora flexible. La caja distribuidora debe estar equipada con dispositivos que mantengan la lechada en movimiento y para que la misma se distribuya uniformemente en todo el ancho. Debe consistir, esencialmente en un marco rectangular de un ancho de una vía de tráfico. La altura de la espátula sobre la superficie se debe poder graduar de acuerdo al espesor de lechada que se estipule. La espátula debe comprimir la lechada sobre las grietas y pasar sobre los puntos elevados. La parte frontal y los laterales de la caja distribuidora, deben estar revestidos en su parte inferior con una membrana de hule similar al de la espátula transversal, para mantener el contacto con la superficie y evitar el escurrimiento de lechada por debajo.

Se deberá contar con herramienta auxiliar para trabajar áreas inaccesibles a la máquina, mejorar las juntas y para la corrección inmediata de defectos menores en el acabado de superficie. Esta herramienta debe consistir en rastras y espátulas de hule, escobones y palas y su uso deberá limitarse al máximo para no afectar la textura proporcionada por el equipo de colocación.

Se debe evitar la formación de grumos en la lechada. Si se forman grumos, la lechada debe ser removida. También debe ser removida si se producen segregaciones que resulten en el asentamiento de las partículas de agregado grueso en el fondo de la mezcla. Las estrías en la superficie producidas por el arrastre de alguna partícula gruesa deben ser reparadas inmediatamente con la herramienta auxiliar indicada en el párrafo anterior.

Si la consistencia de la lechada es demasiado dura, se puede autorizar añadir agua adicional pero sin que se produzca segregación al esparcir la lechada. Por otra parte, si el agregado está húmedo, se debe disminuir proporcionalmente la cantidad de agua para mezcla.

La consistencia de la lechada debe ser pastosa y fluir delante de la espátula de la cajuela para ir sellando grietas y depresiones de la superficie a tratar.

Si no se logra una consistencia de fluidez suficiente, sin provocar segregación, se puede añadir a la mezcla cal hidratada o cemento hidráulico en una proporción de 0.5 á 1.0% en peso del agregado seco, siempre que estos finos adicionales no provoquen que la graduación quede fuera de lo estipulado en 405.03 (a) (6).

Conviene humedecer la superficie a sellar inmediatamente antes de la aplicación. Los espesores del sello de lechada asfáltica, dependen del tipo y graduación del agregado, pero no deben ser mayores de 6 milímetros ni menores de 3 milímetros. Para sellos de lechada asfáltica modificados con polímeros el espesor debe estar comprendido entre 9 y 16 milímetros. Si se requiere un espesor mayor a los máximos indicados, éste se debe aplicar en dos ó más capas, dejando un tiempo suficiente para el secado y completo curado de la capa inferior. Este tiempo no debe de ser menor de 4 horas.

El sello de lechada asfáltica y de lechada asfáltica modificada con polímeros debe ser compactado utilizando una compactadora autopropulsada de ruedas neumáticas, equipada con un mínimo de 9 llantas, con un peso entre 9 y 11 toneladas y con una presión de 350-425 kPa (50-60 libras por pulgada cuadrada).

La compactación debe iniciarse cuando al presionar con un papel la superficie, se pueda expulsar agua clara fuera de la lechada sin que se manche dicho papel y cuando el proceso de rotura de la lechada asfáltica esté lo suficientemente avanzado para soportar el paso de la compactadora sin que haya material que quede adherido a las ruedas. La compactación debe ser efectuada durante un período de tiempo que permita dar, como mínimo, dos pasadas a todo lo ancho. La operación debe efectuarse del borde exterior, hacia el centro de la superficie, exceptuando las curvas donde se efectuará del borde inferior al superior, en tal caso traslapando uniformemente las pasadas hasta cubrir la totalidad de la superficie.

405.10 CONTROL DE TRÁNSITO Y MANTENIMIENTO.

(a) Control de Tránsito. Durante todas las operaciones de aplicación del sello asfáltico, el Contratista debe de controlar el tránsito, señalizando, dirigiéndolo y controlando velocidad, para evitar accidentes y deterioro del trabajo efectuado. Después de la aplicación de la emulsión asfáltica en sellos ordinarios, no se permitirá tránsito de ninguna clase hasta que haya sido aplicado y compactado el agregado de recubrimiento y la velocidad no debe ser mayor de 10 kph. En todo caso, si es necesario el Contratista debe proveer un carro piloto, de acuerdo a 155.02 (a).

Cuando se use sello de lechada, no debe permitirse ningún tráfico hasta que se haya completado la compactación.

(b) Mantenimiento. En el sello ordinario el Contratista debe de mantener la superficie hasta que se efectúe el barrido y limpieza final. El mantenimiento incluirá la remoción de exceso de agregado o material asfáltico, la reparación de grietas y la limpieza final de la superficie. Esta limpieza final no debe efectuarse antes de 5 días de haber aplicado el sello.

405.11 CORRECCIONES.

(a) Corrección de Riego de Emulsión asfáltica en Sello de Brisa y Sello Ordinario. Si después de efectuado el riego, aparecen áreas que no han recibido uniformemente la emulsión

asfáltica, éstas deben de ser corregidas inmediatamente para completar el riego, usando rociador conectado al distribuidor.

(b) Corrección de Afloramientos en Sello Ordinario. Los afloramientos deben corregirse efectuando una aplicación adicional de agregado fino y compactando con compactadora de llantas neumáticas, debiendo efectuar las correcciones necesarias en las cantidades de emulsión asfáltica y agregado, para que no se repita el defecto. No se reconoce ningún pago por estos trabajos de corrección.

(c) Corrección de Defectos en Sello de Lechada. Las segregaciones, variaciones de espesor y otros defectos, que aparezcan después de secada y curada una aplicación, deben corregirse cortando las áreas defectuosas y volviendo a aplicar el sello de lechada asfáltica con espátulas de hule manejadas a mano, en áreas pequeñas y con la caja distribuidora en áreas grandes. Tampoco se reconoce pago adicional por estas correcciones.

405.12 TOLERANCIAS.

(a) Tolerancia en la Aplicación de Emulsión Asfáltica. No se aceptan para efectos de pago, variaciones mayores de 5% en más de la cantidad ordenada.

(b) Tolerancia en la Aplicación del Agregado. No se aceptan para efectos de pago, variaciones mayores de 5% en más de la cantidad ordenada.

(c) Tolerancia de Superficie. La superficie acabada debe ser uniforme y estar de acuerdo con las alineaciones horizontal y vertical y secciones típicas de pavimentación mostrados en los planos.

405.13 CONTROL DE CALIDAD. El control de calidad de los materiales y en general, el del proceso de construcción, debe llenar los requisitos estipulados en la Sección 106.

(a) Emulsión asfáltica. Para comprobar si se llenan los requisitos especificados en 405.03 (b), el Contratista deberá proporcionar los certificados de calidad extendidos por el proveedor en donde se hagan constar las características de la emulsión asfáltica correspondientes al grado, tipo y marca especificado proveído por lote de producción o embarque según sea aplicable, sin menoscabo de las verificaciones periódicas que ordene el Delegado Residente efectuando las operaciones de muestreo de conformidad con AASHTO T 40. Dichas verificaciones podrán efectuarse bimensualmente.

(b) Agregados. De los agregados se efectuarán ensayos periódicos así:

(1) De cada banco o cantera del agregado se deben obtener dos muestras por cada día de producción y efectuarles los ensayos de graduación, peso unitario y equivalente de arena correspondientes.

(2) De cada banco o cantera, del agregado se deben efectuar ensayos de Abrasión y Desintegración al Sulfato de Sodio cada 5,000 metros cúbicos de material producido.

(c) Rechazo. El Contratista debe enmendar, a su costa, el material, en caso que los ensayos demuestren, previas comprobaciones, que dicho material no llena los requisitos de 405.03 (a), o dicho material será rechazado.

405.14 MEDIDA.

(a) Emulsión asfáltica. La medida se debe hacer del número de galones (USA) tipo de los Estados Unidos de América, a la temperatura de 15.6° C, con aproximación de dos decimales de emulsión asfáltica para Sello Asfáltico, ordenados, satisfactoriamente aplicados y

aceptados dentro de las tolerancias establecidas y conforme estas Especificaciones Generales, Disposiciones Especiales y planos correspondientes. La medida de la emulsión asfáltica para sello de brisa y sello ordinario se debe determinar tomando la lectura del indicador del tanque distribuidor y su temperatura, estando éste a nivel, inmediatamente antes y después de cada aplicación. La medida de la emulsión asfáltica para sellos de lechada asfáltica se debe determinar por diferencia de lecturas del indicador de la mezcladora de conformidad con la cantidad ordenada y la temperatura real de aplicación. La cantidad realmente aplicada en cada tramo se debe comprobar por medio de ensayos de extracción para determinar el contenido de bitumen en la lechada ya seca y curada, según AASHTO T 164.

(b) Agregado. La medida se debe determinar por el volumen de metros cúbicos sueltos de agregado para sello del tipo y grado determinados, ordenados de acuerdo a su equivalencia en masa correspondiente a la dosificación determinada conforme 405.08 (a) y 405.09 (b) según corresponda, realmente aplicados y aceptados dentro de las tolerancias establecidas y conforme estas Especificaciones Generales, Disposiciones Especiales y planos correspondientes. El volumen suelto se determinará por medio de un control diario, por medio de vales firmados por un Inspector, del número de metros cúbicos sueltos realmente aplicados al Sello Asfáltico.

405.15 PAGO.

(a) Emulsión asfáltica. El pago se debe hacer por el número de galones (USA) tipo de los Estados Unidos de América, medidos como se indica en 405.14 (a), ordenados, satisfactoriamente aplicados y aceptados, dentro de las tolerancias establecidas en 405.12 (a) y de acuerdo con los planos, estas Especificaciones Generales y Disposiciones Especiales, al precio unitario de contrato, correspondiente a emulsión asfáltica para Sello Asfáltico. Cuando se especifique el uso de Lechadas Asfálticas modificadas con Polímeros, el precio de éstos y todos los costos asociados a su adquisición, transporte, manipulación y mezcla, deberán ser incluidos dentro del precio de la emulsión asfáltica.

(b) Agregado. El pago se debe hacer por el número de metros cúbicos sueltos, medidos como se indica en 405.14 (b), ordenados, satisfactoriamente aplicados y aceptados, dentro de las tolerancias establecidas en 405.12 (b) y de acuerdo con los planos, estas Especificaciones Generales y Disposiciones Especiales, al precio unitario de contrato, correspondiente a Agregado para Sello Asfáltico.

Estos precios incluyen todo el trabajo estipulado en esta Sección de conformidad con lo indicado en 110.02.

No se reconoce ningún pago adicional por la obtención, limpia, caminos de acceso y obras complementarias para la explotación de los bancos y/o canteras de materiales, ni por apilamiento y almacenamiento del agregado, ni por suministro, acarreo, sobre-acarreo de todos los materiales incluyendo el agua, el polvo mineral, cal hidratada, cemento hidráulico, aditivos, polímeros que deban añadirse al sello asfáltico, ni por las reparaciones de defectos imputables al Contratista. Todos estos gastos, y los demos implícitos para la ejecución del trabajo, deben estar incluidos en los precios unitarios de contrato, correspondientes a esta Sección. El riego de liga se debe medir y pagar de acuerdo a la Sección 408.

RESUMEN DE NORMAS

<u>Ensayos</u>		<u>Materiales</u>	
Abrasión	AASHTO T 96	Emulsiones aniónicas	AASHTO M 140 (ASTM D 977)
Desintegración al sulfato de sodio	AASHTO T 104	Emulsiones catiónicas	AASHTO M 208 (ASTM D 2397)
Índice de plasticidad	AASHTO T 90	Polvo Mineral	AASHTO M 17
Equivalente de arena	AASHTO T 176		
Peso unitario	AASHTO T 19 (ASTM C 29)		
Gravedad Específica	AASHTO T 84 y T 85		
Graduación	AASHTO T 11 y T 27		
Análisis de agua	AASHTO T 26		
Muestreo de asfalto	AASHTO T 40		
Contenido de Bitumen por extracción	AASHTO T 164 (ASTM D 2172)		
Viscosidad de las emulsiones asfálticas	AASHTO T 59		
Residuo por destilación de las emulsiones	AASHTO T 59		
Punto de ablandamiento de emulsiones asfálticas	AASHTO T 53		
Penetración de emulsiones Asfálticas	AASHTO T 49		

* Se refiere a estas Especificaciones Generales

SECCION 406 SELLADO DE GRIETAS Y BACHEO DEL PAVIMENTO EXISTENTE

- 406.01 Definición.
- 406.02 Descripción.
- 406.03 Requisitos de los Materiales para Sellado de Grietas.
- 406.04 Requisitos de los Materiales para Bacheo.
- 406.05 Sellado de grietas.
- 406.06 Bacheo.
- 406.07 Medida.
- 406.08 Pago.

406.01 DEFINICION. Sellado de grietas y bacheo del pavimento existente. Es la reparación de superficies asfálticas de carreteras existentes con la finalidad de mejorar las condiciones de servicio o adecuarlas para los sub-siguientes trabajos de rehabilitación. Esta reparación consiste en el sellado de grietas y/o en el bacheo.

406.02 DESCRIPCION.

(a) Sellado de grietas. Para el sellado de grietas este trabajo consiste en la delimitación y limpieza de las grietas a sellar; el suministro, transporte, almacenamiento, calentamiento, cuando sea requerido de acuerdo con el tipo de material, y el riego a presión del material bituminoso utilizado; el suministro, transporte, almacenamiento, calentamiento en caldera y aplicación del material sellador con su correspondiente respaldo de esponja; y el suministro, transporte y distribución del material secante, todo de conformidad con las Disposiciones Especiales y estas Especificaciones Generales.

(b) Bacheo. Para el bacheo este trabajo consiste en la excavación de la superficie de la carpeta asfáltica y de las capas inferiores, si fuere necesario, en el área delimitada para el bacheo; el relleno de las capas removidas con el material especificado; la aplicación de un riego de liga y/o de imprimación en el fondo y en las paredes de la excavación efectuada; el suministro, transporte tendido, conformación y compactación de la mezcla asfáltica utilizada para el relleno del bache; el barrido y limpieza de la superficie reparada; y el control del tránsito, la protección y señalización del área en reparación, todo de conformidad con las Disposiciones Especiales y estas Especificaciones Generales.

MATERIALES406.03 REQUISITOS DE LOS MATERIALES PARA SELLADO DE GRIETAS.

(a) Material Bituminoso para sellado de grietas finas. El tipo, grado, especificación y temperatura de aplicación del material bituminoso a usar, será uno de los establecidos en la tabla siguiente, según lo indiquen las Disposiciones Especiales.

TABLA 406-1 Requisitos para el Material Bituminoso

Tipo y grado de material bituminoso	Especificación AASHTO	Temperatura de aplicación en ° C
<u>Cementos Asfálticos</u>		
Graduación por viscosidad AC-2.5	AASHTO M 226	> 130
Graduación por penetración 200-300	AASHTO M 20	> 130
<u>Emulsiones Asfálticas</u>		
-Aniónicas	AASHTO M 140	20-70
• SS-1, SS-1h		
-Catiónicas	AASHTO M 208	20-70
• CSS-1, CSS-1h		

(b) Sellador para grietas medianas. Debe ser del tipo elástico vertido en caliente y debe cumplir con los requisitos de AASHTO M 173 (ASTM D 1190). Se debe aplicar sobre un respaldo de esponja de polietileno Tipo 1 de acuerdo con lo indicado en ASTM D 3204, del tamaño especificado en los planos o en las Disposiciones Especiales. El respaldo debe ser capaz de soportar la temperatura de aplicación del sellador sin derretirse.

(c) Mezcla asfáltica para sellado de grietas gruesas. La mezcla asfáltica en caliente utilizada será especificada en las Disposiciones Especiales. Deberá de cumplir con los requerimientos de la Sección 401.

(d) Material secante. El material secante será del tipo especificado en 407.03 (b).

406.04 REQUISITOS DE LOS MATERIALES PARA BACHEO.

(a) Material de reemplazo para sub-base y/o base. Según el tipo que se especifique en las Disposiciones Especiales, éste deberá cumplir con los requisitos de la(s) Sección(es) correspondiente(s) de la División 300.

(b) Mezcla Asfáltica para Bacheo. Según el tipo que se especifique en las Disposiciones Especiales, ésta deberá cumplir con los requisitos de la Sección 401 para Mezclas Asfáltica en Caliente y con los de la Sección 403 para Mezclas Asfáltica en Frío.

407. (c) Riego de imprimación. Debe estar de acuerdo con lo establecido en la Sección

408. (d) Riego Asfáltico de Liga. Debe estar de acuerdo con lo establecido en la Sección

REQUISITOS DE CONSTRUCCION

406.05 SELLADO DE GRIETAS. El sellado de grietas se hace fundamentalmente para evitar la penetración del agua a las capas subyacentes del pavimento.

Las grietas se clasifican por su ancho, de la siguiente manera:

- Grietas finas con un ancho menor de 6 milímetros
- Grietas medianas con un ancho entre 6 y 20 milímetros
- Grietas gruesas con un ancho mayor de 20 milímetros

(a) Equipo.

(1) Compresor de aire. El Contratista debe suministrar un compresor capaz de proveer aire comprimido a una presión de 830 kilo Pascales y con un volumen de 2.8 metros cúbicos por minuto. Cuando así se especifique en las Disposiciones Especiales, al compresor se le debe adaptar un dispositivo capaz de calentar el aire a una temperatura de 100° C.

(2) Contorneadora. El Contratista debe suministrar una contorneadora rotativa mecánica de impacto o una contorneadora de eje vertical capaz de limpiar las grietas en el ancho y hasta la profundidad requeridas.

(3) Caldera de calentamiento. El Contratista debe suministrar una caldera de doble pared con el espacio entre las paredes exteriores e interiores lleno con aceite u otro medio de transferencia de calor, capaz de ser agitado constantemente. Se debe proveer un termómetro exacto y calibrado que tenga un rango de temperaturas entre 100° a 300° C, en incrementos de 2° C. El termómetro debe ser colocado en una ubicación tal que la temperatura del sellador pueda ser verificada de manera segura. El Contratista también debe suministrar una

pistola para la aplicación del sellador adherido a una manguera precalentada que a la vez esté adherida a la caldera de calentamiento. Los controles de temperatura deben mantener la temperatura del sellador dentro de las tolerancias recomendadas por el fabricante.

(4) Espátula rasadora de hule. El Contratista debe suministrar una espátula manual para asegurar que la grieta sea llenada hasta la superficie.

(b) Limpieza. Todas las grietas deben ser limpiadas hasta dejarlas libres de todo material suelto, polvo u otras sustancias deletéreas por medio de un barrido, aplicación de aire comprimido u otros métodos aprobados. El material extraño que no pueda ser removido utilizando estos métodos debe ser removido utilizando un cepillo de alambre de acero o una contorneadora.

Cuando se utilice aire comprimido caliente, éste se debe mantener en movimiento para no quemar el pavimento circundante. Este método ayuda a secar las grietas y, si la operación de sellado se hace inmediatamente después de la aplicación del aire caliente, ayuda a que el sellador se adhiera a la superficie de la grieta.

Se debe usar una contorneadora en las grietas con un ancho mayor de 6 milímetros antes de su sellado para proveer un espacio para la colocación del respaldo de esponja y del sellador, con una profundidad de por lo menos 20 milímetros y para reducir la pérdida potencial del agregado y del asfalto existentes a los lados de la grieta.

(c) Grietas finas. Después de efectuada la limpieza en las áreas que el Delegado Residente indique, las grietas finas deben sellarse aplicando material asfáltico a presión con una pistola conectada a un tanque distribuidor. El material asfáltico puede ser cemento asfáltico o emulsión asfáltica. Las emulsiones asfálticas tienen flexibilidad limitada para mantener el sellado de la grieta y su efectividad se puede perder cuando, por el movimiento del tránsito o fuerzas ambientales, la grieta tenga expansión o contracción excesivas, o movimiento vertical. Por tal razón este tipo de reparación puede ser considerado como un sellado temporal.

(d) Grietas medianas. Después de efectuar la limpieza se debe asegurar que la grieta esté seca. Se debe instalar un respaldo de esponja antes de colocar el material sellador. Este respaldo debe ser aproximadamente 25% más ancho que el ancho de la grieta para evitar que se resbale hacia abajo o que sea expulsado después de verter el sellador. Éste se deberá introducir dentro de la grieta antes de la aplicación del sellador, según las recomendaciones del fabricante del mismo. Las grietas deben ser selladas con un producto sellador del tipo indicado en 406.03 (b), utilizando la pistola de aplicación conectada a la caldera de calentamiento.

El sellador debe ser colocado cuando la temperatura de la superficie del pavimento sea mayor de 4° C. No se debe calentar el sellador a una temperatura mayor que la máxima recomendada por el fabricante. Se debe calentar únicamente la cantidad de sellador que se pueda utilizar en una jornada de trabajo, ya que no se permitirá el recalentamiento del mismo.

El sellador debe ser colocado desde el fondo hacia la parte superior de la grieta para evitar que se formen burbujas de aire que dejen un espacio débil en el sellador. Se debe utilizar una espátula de hule u otro equipo adecuado para forzar el sellador dentro de las grietas y para que la reparación quede nivelada con la superficie del pavimento.

(e) Grietas gruesas. Después de efectuar la limpieza, las grietas deben ser rellenadas con mezcla asfáltica en caliente utilizando agregado fino. Si existen áreas demasiado agrietadas, éstas deben repararse como un bache de acuerdo con lo indicado en 406.06. Se debe utilizar una espátula de hule u otro equipo adecuado para forzar la mezcla dentro de las grietas y para que la reparación quede nivelada con la superficie del pavimento.

406.06 BACHEO. Las áreas de la superficie asfáltica que muestren deformaciones o agrietamientos excesivos, o un grado de deterioro indicativo de deficiencias estructurales localizadas, deben ser reparadas conforme el siguiente procedimiento. Las áreas a ser corregidas deberán ser delimitadas en el campo por el Delegado Residente.

(a) Equipo.

(1) Equipo para corte. El Contratista debe suministrar sierras motorizadas, un cargador frontal con una cuchilla especial ó un martillo neumático, todos con capacidad para efectuar los cortes en forma vertical.

(2) Equipo de compactación para mezcla asfáltica. El Contratista debe suministrar, según el tamaño del área a reparar, mazos, una plancha vibratoria, una compactadora de rodo manual con un peso de por lo menos 130 kilogramos y/o una compactadora de rodillo metálico.

(b) Bacheo. Las áreas deben ser excavadas en forma rectangular con paredes verticales y con los lados paralelos y perpendiculares al eje de la carretera, debiéndose remover el material asfáltico y, de ser necesario, las capas inferiores de la estructura del pavimento hasta una profundidad que garantice el adecuado comportamiento posterior de la misma. Si durante la reparación, se encuentra que las capas inferiores están saturadas o con un alto grado de humedad, en adición a la corrección del bache, el Delegado Residente debe investigar si la causa es la presencia de agua subterránea y ordenar, en este caso, las medidas correctivas correspondientes.

Previo a la colocación de la mezcla asfáltica se debe aplicar un riego de liga en las paredes verticales de la excavación, de conformidad con lo indicado en la Sección 408. Se deben reemplazar todas las capas de la estructura utilizando el mismo tipo de materiales existentes o de mejor calidad. Si la base es granular se deberá aplicar un riego de imprimación en el fondo de la excavación, de conformidad con lo indicado en la Sección 407. Si la reparación es realizada en toda su profundidad con mezcla asfáltica no será necesario colocar un riego de imprimación en el fondo.

Los baches deben ser rellenados con mezcla asfáltica en caliente o en frío, según lo indicado en las Disposiciones Especiales. La mezcla debe ser colocada en capas con un espesor máximo de 100 milímetros cada una. Cada capa debe ser compactada con el equipo adecuado, según el tamaño del área a bachear, de manera que la mezcla asfáltica alcance la compactación especificada en las Secciones 401 ó 403, según el tipo de mezcla utilizado.

Al completar las operaciones antes mencionadas, se debe limpiar la superficie utilizando métodos aprobados hasta que ésta quede libre de material suelto, polvo u otras sustancias deletéreas. La limpieza se debe efectuar a todo lo ancho de las pistas de rodadura, retirando de los hombros y cunetas cualquier material sobrante de los trabajos realizados.

406.07 MEDIDA.

(a) Sellado de Grietas Finas. El sellado de grietas será medido por el número de metros lineales medidos sobre la superficie de la carretera, con aproximación de dos decimales, de la longitud de las grietas finas limpiadas y selladas con material bituminoso.

(b) Sellado de Grietas Medianas. El sellado de grietas será medido por el número de metros lineales medidos sobre la superficie de la carretera, con aproximación de dos decimales, de la longitud de las grietas medianas limpiadas y selladas con material sellador y respaldo de esponja.

(c) Mezcla Asfáltica en Caliente para relleno de Grietas Gruesas. La Mezcla Asfáltica en Caliente para relleno de Grietas Gruesas será medida por el número de metros lineales, con aproximación de dos decimales, de la longitud de las grietas gruesas limpiadas y selladas de acuerdo con estas Especificaciones Generales.

(d) Excavación para Bacheo. La excavación para bacheo será medida por el número de metros cúbicos, con aproximación de dos decimales, de la excavación ordenada por el Delegado Residente. El volumen debe ser determinado por procedimientos analíticos.

(e) Material Granular para Relleno de Baches. El material de sub-base y/o base utilizado en la reposición del material excavado en estas capas será medido por el número de metros cúbicos compactados con aproximación de dos decimales, efectiva y satisfactoriamente colocados, conforme la clase, tipo y dimensiones de acuerdo con estas Especificaciones Generales, ordenados por el Delegado Residente. El volumen debe ser determinado por procedimientos analíticos.

(f) Mezcla asfáltica para relleno de baches. La mezcla asfáltica para relleno de baches será medida por el número de metros cúbicos, con aproximación de dos decimales, medidos en su posición final ya compactados satisfactoriamente construidos y aceptados, conforme el tipo de mezcla utilizado y las dimensiones ordenadas por el Delegado Residente y de acuerdo con estas Especificaciones Generales. El volumen debe ser determinado por procedimientos analíticos.

406.08 PAGO. El pago se debe hacer al precio unitario de contrato conforme se indica a continuación:

(a) Sellado de Grietas Finas. El sellado de Grietas Finas debe ser pagado por el número de metros lineales satisfactoriamente sellados medidos como se indica en 406.07 (a) al precio unitario de contrato correspondiente a Sellado de Grietas Finas y cubrirá todas las operaciones necesarias de movilización y uso del equipo para limpieza, sellado, calentamiento y aplicación del material bituminoso, y el material bituminoso utilizado, en la dosificación indicada en las Disposiciones Especiales.

(b) Sellado de Grietas Medianas. El sellado de Grietas Medianas debe ser pagado por el número de metros lineales satisfactoriamente sellados medidos como se indica en 406.07 (b) al precio unitario de contrato correspondiente a Sellado de Grietas Medianas y cubrirá todas las operaciones necesarias de movilización y uso del equipo para limpieza, calentamiento y aplicación del material sellador, y el material sellador y de respaldo de esponja utilizado.

(c) Mezcla Asfáltica en Caliente para relleno de Grietas Gruesas. La Mezcla Asfáltica en Caliente para relleno de Grietas Gruesas debe ser pagada por el número de metros lineales medidos como se indica en 406.07 (c) satisfactoriamente sellados, al precio unitario de contrato correspondiente a Mezcla Asfáltica en Caliente para Relleno de Grietas Gruesas e incluirá el material bituminoso en la dosificación aprobada para la preparación de la mezcla asfáltica, y todas las operaciones necesarias para la producción, transporte y aplicación de estos materiales.

(d) Excavación para Bacheo. La excavación para bacheo debe ser pagada por el número de metros cúbicos de excavación medidos conforme se indica en 406.07 (d) al precio unitario de contrato, correspondiente a Excavación para Bacheo y cubrirá todas las operaciones necesarias de movilización y uso del equipo de excavación y la carga del material proveniente de estas operaciones, su transporte o acarreo y disposición en las áreas designadas por el Delegado Residente. No se permitirá que el material de desperdicio se deposite a los lados de la carretera.

(e) Material Granular para Relleno de Baches. El material de sub-base y/o base debe ser pagado por el número de metros cúbicos efectiva y satisfactoriamente colocados y compactados, medidos en su posición final conforme se indica en 406.07 (e) al precio unitario correspondiente a Material Granular para Relleno de Baches y cubrirá todas las operaciones necesarias para la obtención, clasificación, transporte, colocación y compactación del mismo.

(f) Mezcla Asfáltica para Relleno de Baches. La Mezcla Asfáltica para Relleno de Baches debe ser pagada por el número de metros cúbicos medidos como se indica en 406.07 (f) satisfactoriamente colocados y compactados en su posición final al precio unitario de contrato correspondiente a Mezcla Asfáltica para Relleno de Baches e incluirá el material bituminoso en la dosificación aprobada para la preparación de la mezcla asfáltica, así como el riego asfáltico de liga y/o de imprimación y todas las operaciones necesarias para la producción, transporte, colocación y compactación de estos materiales.

Estos precios incluyen todo el trabajo estipulado en esta Sección de conformidad con lo indicado en 110.02, y cubrirá todas las operaciones necesarias para la realización de estos trabajos y la carga del material de desecho proveniente de estas operaciones, su transporte o acarreo y disposición en las áreas designadas por el Delegado Residente.

RESUMEN DE NORMAS

Ensayos

Viscosidad del cemento asfáltico	AASHTO T 201
Penetración del AC	AASHTO T 49
Punto de inflamación del cemento asfáltico	AASHTO T 48
Viscosidad de las emulsiones asfálticas	AASHTO T 59
Residuo por destilación de las emulsiones	AASHTO T 59
Punto de ablandamiento de emulsiones asfálticas	AASHTO T 53
Penetración de emulsiones Asfálticas	AASHTO T 49

SECCION 407 RIEGO DE IMPRIMACION

- 407.01 Definición.
- 407.02 Descripción.
- 407.03 Requisitos de los Materiales.
- 407.04 Preparación y Delimitación de la Superficie a Imprimir.
- 407.05 Preparación del Asfalto Líquido.
- 407.06 Aplicación del Asfalto Líquido.
- 407.07 Control de Tránsito y Mantenimiento.
- 407.08 Control de Calidad.
- 407.09 Medida.
- 407.10 Pago.

407.01 DEFINICION. Riego de Imprimación. Es la aplicación de un asfalto líquido, por medio de riego a presión, sobre la superficie de la sub-base o sobre la base y hombros de una carretera, para protegerla, impermeabilizarla, unir entre sí las partículas minerales existentes en la superficie y endurecer la misma, favoreciendo la adherencia entre la superficie imprimada y la capa inmediata superior.

407.02 DESCRIPCION. Este trabajo consiste en la delimitación y preparación de la superficie a imprimir, barriéndola y humedeciéndola previamente; el suministro, transporte, almacenamiento, calentamiento cuando sea requerido de acuerdo con el tipo de asfalto líquido utilizado, y su riego por medio de tanque distribuidor a presión; el control de tránsito, protección y señalización del área imprimada; el suministro, transporte, esparcimiento y distribución del material secante; el mantenimiento de la superficie imprimada y el barrido del exceso de material secante, previo al riego o a la colocación de la capa inmediata superior que corresponda. Todo de conformidad con lo indicado en los planos, alineamientos horizontal y vertical, y secciones típicas, dentro de las tolerancias establecidas y de conformidad con estas Especificaciones Generales y Disposiciones Especiales.

MATERIALES

407.03 REQUISITOS DE LOS MATERIALES.

(a) **Asfaltos Líquidos.** El tipo, grado, especificación y temperatura de aplicación para el asfalto líquido, debe ser uno de los establecidos en la tabla siguiente, a menos que lo indiquen de otra forma las Disposiciones Especiales.

TABLA 407-1 Requisitos para el Asfalto Líquido

Tipo y Grado del Asfalto Líquido	Especificación	Temperatura de Aplicación ° C
<ul style="list-style-type: none"> • MC-30 • MC-70 • MC-250 	AASHTO M 82	<p style="text-align: center;">> 30</p> <p style="text-align: center;">> 50</p> <p style="text-align: center;">> 75</p>

Nota: En la tabla anterior se indican las temperaturas mínimas para proporcionar la viscosidad adecuada para el riego de los asfaltos líquidos. Debido a que las temperaturas de aplicación pueden estar arriba del punto de llama para los asfaltos líquidos, deben tomarse precauciones de seguridad adecuadas todo el tiempo cuando se trabaje con los mismos. Estas precauciones de seguridad incluyen pero no están limitadas a lo siguiente:

1. No se debe permitir la existencia de llamas o chispas cerca de estos materiales. El control de temperatura debe efectuarse en mezcladoras, distribuidoras u otro equipo diseñado y aprobado para este propósito.
2. Nunca deben usarse llamas para examinar los tambores, tanques de asfalto u otros contenedores en los que se hayan almacenado estos materiales.
3. Todos los vehículos que transporten estos materiales deben ser ventilados adecuadamente.
4. Únicamente el personal con experiencia podrá supervisar y manipular estos materiales.

(b) **Material Secante.** El material secante debe estar constituido por arena natural o de trituración, con las siguientes características:

- (1) Granulometría. Deberá de cumplir con la siguiente granulometría.

Tabla 407-2 Requisitos de Graduación del Mineral Secante

Estándar mm	Tamiz N°	Porcentaje total que pasa un tamiz de abertura cuadrada (AASHTO T 27)
9.50	¾	100 %
4.25	4	90 – 100 %
0.075	200	0 – 7 %

(2) Plasticidad. La porción que pasa el Tamiz N° 4 (4.75 mm) no debe tener un índice de plasticidad AASHTO T 90 mayor de 6 y el límite líquido AASHTO T 89 no debe ser mayor de 25, ambos determinados sobre muestra preparada en húmedo, AASHTO T 146.

(3) Impurezas. El material secante no debe contener materias vegetales, basura, terrones de arcilla u otras sustancias que puedan incrustarse dentro de la superficie imprimada, causando deterioro en la misma.

REQUISITOS DE CONSTRUCCION

407.04 PREPARACION Y DELIMITACION DE LA SUPERFICIE A IMPRIMAR.

(a) Barrido de la Superficie. Previamente a la aplicación de la imprimación, debe de removerse de la superficie a tratar, todo el material suelto y extraño por medio de barrido, utilizando barredora mecánica, escoba giratoria y fuelle mecánico. Tanto la escoba como el fuelle deben ser adecuados para lograr una limpieza eficiente, sin dañar la superficie. El fuelle debe ser capaz de ajustarse para que sople, del centro al borde exterior de la carretera. Todo este equipo debe de estar provisto de sistemas con ruedas de llantas neumáticas.

La superficie a imprimir puede ser ligeramente humedecida, para mejorar su uniformidad.

(b) Revisión de la Superficie. Después de que la superficie ha sido barrida, se procede a inspeccionarla visualmente a fin de observar si no presenta grietas, descascarados o excesos de material fino o humedad, que puedan perjudicar la penetración uniforme del asfalto líquido.

(c) Delimitación de la Superficie. Para delimitar la superficie a imprimir, se usa un cordel o se marca con pintura, la línea que indique el borde de la misma, y que sirve de guía para el operador de la distribuidora de asfalto para alinear la barra de distribución de ésta unidad.

En los extremos del tramo a imprimir, se debe colocar una faja de papel de construcción en todo el ancho, sujetándolo a la superficie, para que el derrame de exceso de asfalto líquido no perjudique la superficie.

(d) Protección de las Estructuras Adyacentes. Las superficies de todas las estructuras y construcciones adyacentes al área que se va a imprimir, deben protegerse adecuadamente para evitar su salpicadura o daño. En caso de que esto ocurra, el Contratista debe a su propia costa, limpiar y remover el asfalto líquido salpicado y reparar todos los daños.

(e) Requisitos de Clima. Se permitirá regar asfalto líquido para imprimación cuando la temperatura ambiente a la sombra sea mayor de 10° C y se encuentre en ascenso. No se permitirán riegos de imprimación cuando esté lloviendo, la superficie se encuentre con una humedad mayor del 60% de la optima o exista amenaza de lluvia. La humedad se puede determinar secando el material o por el método usando carburo AASHTO T 217.

407.05 PREPARACION DEL ASFALTO LÍQUIDO.

(a) Tanques de Almacenamiento y Equipo. El Contratista debe de contar con equipo de transporte, instalaciones adecuadas y tanques de almacenamiento para el asfalto líquido a utilizar, debiendo éstos estar localizados en lugares estratégicos de fácil acceso y protegidos contra incendio.

(b) Calentamiento del Asfalto Líquido. El equipo de calentamiento, ya sea fijo o móvil, debe de tener capacidad adecuada para calentar el material a utilizar, sin dañarlo, debiendo tener sistema circulante con serpentines, evitándose el contacto directo de las llamas del quemador con las paredes del tanque y la superficie de los serpentines, tubería o ductos por donde circula el asfalto líquido.

407.06 APLICACION DEL ASFALTO LÍQUIDO.

(a) Cantidad de Asfalto líquido. El asfalto líquido debe ser aplicado con uniformidad, sobre la superficie a tratar. La cantidad de aplicación debe ser seleccionada según las condiciones de textura de la superficie y los tipos de materiales. La cantidad debe de estar comprendida entre 0.45 y 2.25 Lts./metro² (0.12 y 0.60 Gal./metro²), la cual se determinará mediante pruebas para que sea absorbida completamente en un período de 24 horas. El Delegado Residente debe indicar con orden escrita, la cantidad de asfalto líquido que será aplicada en la superficie de la sección a tratar para cumplir con lo establecido en estas especificaciones.

Si las condiciones del tránsito así lo hacen necesario, la aplicación de asfalto líquido, puede ser efectuada cubriendo en una operación, la mitad del ancho de la superficie a tratar, dejando para operación posterior la otra mitad y los sobre-anchos de las curvas, pero deben efectuarse los ajustes en el traslape para evitar excesos de asfalto líquido.

(b) Distribución del Asfalto líquido. La distribución del asfalto líquido debe ser efectuada con un tanque distribuidor de asfalto a presión, equipado con sistema de calentamiento. La unidad debe ser autopropulsada o estar compuesta por un tanque distribuidor remolcado con cabezal, en todo caso, con ruedas de llantas neumáticas y fuerza de propulsión suficiente para mantener una velocidad constante que permita el riego especificado. Debe de estar equipado con tacómetro en unidad de operación separada, adaptada al tanque distribuidor, graduado en unidades de velocidad de por lo menos 5 metros por minuto o su equivalente en sistema inglés y colocado para que el piloto del distribuidor lo pueda leer fácilmente. En el sistema de distribución se debe conectar un tacómetro al eje de la bomba con indicador calibrado en revoluciones por minuto, de fácil lectura para el operador.

La barra de riego debe de permitir ajuste de longitud con variaciones cada 300 milímetros en más o en menos hasta una longitud de 8 metros y ajuste vertical para variar la altura de todas las boquillas, así como mecanismo de fijación o de compensación en el sistema de suspensión para mantener constante la altura de la barra respecto a la superficie a tratar en toda la longitud de riego. La altura de la barra será fijada para permitir un traslape triple en el riego en abanico de las boquillas interiores. La alineación de las boquillas respecto al eje de la barra deberá permitir el esparcimiento completo de cada abanico sin interferir con los de las boquillas adyacentes. La barra y boquillas deben tener válvulas que proporcionen un cierre positivo e inmediato al terminar la distribución y deben permanecer limpias sin atascarse, en las operaciones intermitentes. La capacidad de la bomba del tanque distribuidor debe de ser no menor de 1000 litros (250 galones) por minuto y ser capaz de distribuir el asfalto líquido en una corriente uniforme y constante a través de todas las boquillas, con presión suficiente para asegurar un riego pareja de acuerdo con la cantidad ordenada por el Delegado Residente.

El sistema de calentamiento para el asfalto líquido debe proveer un calor uniforme para todo el material, con termómetros aislados, que no estén en contacto con los tubos de calentamiento. Cuando se use el sistema de calentamiento, el asfalto líquido deberá estar circulando en el tanque y se debe evitar el calentamiento excesivo para evitar su degradación. El distribuidor debe tener además una manguera con rociador anexa para cubrir las áreas que queden fuera del alcance de la barra o para efectuar correcciones.

Antes de la aplicación del asfalto líquido, se deben inspeccionar las boquillas para asegurarse que todas funcionen libremente y se debe proceder a la calibración del distribuidor.

(d) Correcciones.

(1) Corrección de Riego. Si después de efectuado el riego de imprimación y antes de colocar el material secante, aparecen áreas que no han recibido adecuadamente dicho riego o que han sido dañadas por el paso de vehículos, éstas deben ser inmediatamente cubiertas con asfalto líquido usando una manguera con rociador anexo al tanque distribuidor.

(2) Corrección de Grietas o Baches. Debe ser efectuada, removiendo el material suelto y llenando con asfalto líquido o, según su amplitud, con mezcla de arena y asfalto líquido, mezcla o concreto asfáltico, previamente aprobadas por el Delegado Residente. Cuando para éstas reparaciones se utilicen materiales que estén siendo colocados con cargo a las secciones de mezclas o carpetas asfálticas, para propósitos de medida y pago de los trabajos efectuados conforme éstas secciones, se deberán efectuar las deducciones correspondientes.

(e) Tolerancias en la Aplicación. El asfalto líquido debe ser distribuido uniformemente en la superficie. Para efectos de pago sólo se aceptarán variaciones no mayores del 5% de la cantidad ordenada para cada tramo.

407.07 CONTROL DE TRANSITO Y MANTENIMIENTO.

(a) Control de Tránsito. El riego de imprimación debe dejarse sin cubrir con material secante, durante las 24 horas posteriores al riego o a los riegos de corrección efectuados en el tramo, para permitir la penetración uniforme del riego en la superficie y su curado, no permitiéndose el paso del tránsito durante este período.

(b) Esparcimiento de Material Secante. Previamente a la apertura al tránsito, la superficie imprimada, debe cubrirse con material secante en una cantidad que puede variar entre 0.003 a 0.006 metros³ por metro², para absorber los excesos de asfalto y evitar que la imprimación sea levantada por las llantas de los vehículos que circulan en la carretera.

El esparcimiento del material secante debe efectuarse de preferencia con distribuidor de agregados u otro equipo adecuado, con sistema de ruedas de llantas neumáticas. Para mejorar el efecto del material secante, puede compactarse con compactadora de llantas neumáticas, efectuando las pasadas de la orilla al centro de la superficie imprimada.

Durante todas las operaciones de imprimación y durante el tiempo comprendido hasta barrer la superficie cubierta con material secante, el Contratista debe de controlar el tránsito, señalizando, dirigiendo el mismo y controlando la velocidad para evitar accidentes y deterioro del trabajo efectuado, por el paso de vehículos en la superficie, como se indica en 155.02 (a).

(c) Mantenimiento. El Contratista debe de mantener la superficie imprimada, hasta que se coloque sobre ésta la capa inmediata superior. El mantenimiento debe incluir: El esparcimiento adicional de asfalto líquido, material secante y el barrido del mismo, así como la limpieza y las correcciones de todas las grietas y baches que aparezcan en la superficie imprimada.

407.08 CONTROL DE CALIDAD.

(a) Asfalto Líquido. El Contratista debe proporcionar los certificados de calidad extendidos por el proveedor en donde se hagan constar las características del asfalto líquido correspondientes al grado, tipo y marca especificado proveído por lote de producción o embarque según sea aplicable, sin menoscabo de las verificaciones periódicas que ordene el Delegado Residente efectuando las operaciones de muestreo de conformidad con AASHTO T 40. Dichas verificaciones podrán efectuarse bimensualmente.

(b) Material Secante. Del apilamiento del material secante se deben efectuar ensayos cada 200 metros cúbicos de material producido y apilado, para asegurar el cumplimiento de 407.03 (b).

407.09 MEDIDA. La medida se debe hacer del número de galones (USA) tipo de los Estados Unidos de América a la temperatura de 15.6° C, ordenados, con aproximación de dos decimales, del asfalto líquido para imprimación satisfactoriamente aplicados y aceptados dentro de las tolerancias establecidas y conforme a estas Especificaciones Generales y Disposiciones Especiales y planos correspondientes.

La medida del asfalto líquido se debe determinar tomando la lectura del indicador del tanque distribuidor y su temperatura, estando éste a nivel, inmediatamente antes y después de cada riego. No se debe efectuar ninguna medida del material secante requerido.

407.10 PAGO. El pago se debe hacer por el número de galones, (USA) tipo de los Estados Unidos de América, medidos como se indica en 407.09, ordenados, satisfactoriamente aplicados y aceptados dentro de las tolerancias establecidas y conforme lo indicado en los planos, estas Especificaciones Generales y Disposiciones Especiales, al precio unitario de contrato, correspondiente a Riego de Imprimación. Dicho precio incluye el trabajo estipulado en esta Sección, de conformidad con lo indicado en 110.02. No se reconoce ningún pago adicional por la obtención, suministro y acarreo de todos los materiales incluyendo el agua, material secante y mezcla asfáltica, ni por las correcciones de defectos imputables al Contratista. Todos estos gastos y los demás implícitos para la ejecución del trabajo, deben estar incluidos en el precio unitario de contrato, correspondiente a esta Sección.

RESUMEN DE NORMAS

<u>Ensayos</u>			<u>Materiales</u>
Graduación	AASHTO T 27 AASHTO T 11	Asfalto MC	AASHTO M 82
Preparación muestra en húmedo	AASHTO T 146		
Índice de plasticidad	AASHTO T 90		
Límite líquido	AASHTO T 89		
Humedad de campo usando carburo	AASHTO T 217		
Muestreo de material Bituminoso	AASHTO T 40		
Viscosidad del Asfalto Líquido	AASHTO T 201		

Punto de Inflamación del
Asfalto líquido

AASHTO T 48 y 79

SECCION 408 RIEGO DE LIGA

- 408.01 Definición.
- 408.02 Descripción.
- 408.03 Requisitos de la Emulsión Asfáltica.
- 408.04 Preparación y Delimitación de la Superficie a Tratar.
- 408.05 Preparación de la Emulsión Asfáltica.
- 408.06 Aplicación de la Emulsión Asfáltica.
- 408.07 Control de Tránsito.
- 408.08 Control de Calidad.
- 408.09 Medida.
- 408.10 Pago.

408.01 DEFINICION. Riego de Liga. Es la aplicación de una emulsión asfáltica diluida por medio de riego a presión, sobre una superficie bituminosa existente, la cual debe ser cubierta con la capa de material asfáltico inmediato superior. Este riego tiene por objeto mejorar las condiciones de adherencia entre las dos superficies y prevenir deslizamientos.

408.02 DESCRIPCION. Este trabajo consiste en la delimitación, limpieza y preparación de la superficie existente a ligar, que puede ser una superficie imprimada con anterioridad, una superficie asfáltica que ha sido abierta al tráfico o una superficie de concreto de cemento hidráulico; barriéndola y lavándola, si es necesario, previamente; el suministro, transporte, almacenamiento, adición de agua, calentamiento y esparcimiento, por medio de tanque distribuidor a presión, de la emulsión asfáltica diluida; el control de tránsito, protección y señalización del área a tratar.

MATERIALES

408.03 REQUISITOS DE LA EMULSIÓN ASFÁLTICA. El tipo, grado, especificación de la emulsión asfáltica a diluir y la temperatura de aplicación para la emulsión asfáltica diluida, debe ajustarse a lo establecido en la tabla siguiente, a menos que lo indiquen de otra forma las Disposiciones Especiales.

TABLA 408-1 Requisitos para la Emulsión Asfáltica

Tipo y grado de emulsión asfáltica ⁽¹⁾	Especificación AASHTO	Temperatura de aplicación en ° C
<u>Emulsiones Asfálticas</u>		
-Aniónicas	AASHTO M 140	20-70
• SS-1, SS-1h		
-Catiónicas	AASHTO M 208	20-70
• CSS-1, CSS-1h		

⁽¹⁾ Se deben diluir al 50% con agua. Para efectos de medida y pago se debe considerar únicamente la emulsión sin diluir.

REQUISITOS DE CONSTRUCCION

408.04 PREPARACION Y DELIMITACION DE LA SUPERFICIE A TRATAR.

(a) **Barrido y Limpieza de la Superficie.** Previamente a la aplicación del riego de liga, debe removerse de la superficie a tratar, todo material suelto y extraño por medio de barrido, utilizando barredora mecánica, escoba giratoria y fuelle mecánico. Tanto la escoba como el fuelle deben estar diseñados especialmente para lograr una limpieza eficiente sin dañar la superficie. El fuelle debe ser capaz de ajustarse para que sople del centro al borde exterior de la carretera. Todo este equipo debe de estar provisto de sistemas con ruedas de llantas neumáticas.

Si después de realizadas las operaciones anteriores persisten áreas con materiales extraños adheridos a la superficie, se requerirá el lavado con agua a presión y el cepillado de dichas áreas. Las partes lavadas deberán haber secado completamente antes de aplicar el riego de liga.

En caso de que el riego de liga se aplique sobre una superficie recientemente construida, sobre la que se debe colocar inmediatamente la nueva capa bituminosa, sin haber sido abierta al tránsito, el barrido puede omitirse. Cuando la superficie sobre la cual se colocará el riego sea de concreto hidráulico, se debe remover el exceso de relleno en las juntas y grietas, así como cualquier residuo de membrana de compuesto para curado.

(b) Revisión de la Superficie. Después de que la superficie ha sido barrida, se debe proceder a inspeccionarla visualmente a fin de observar si no presenta grietas, descascamientos o alguna otra condición desfavorable para la adherencia eficiente de la nueva capa bituminosa a colocar. Si así ocurre, el Contratista deberá corregir esos defectos, en la misma forma que se estipula en 407.06 (d) (2).

(c) Delimitación de la Superficie. Para delimitar la superficie a tratar, se usa un cordel sujeto con clavos o se marca con pintura la línea que indique el borde del área y que sirve de guía para el operador de la distribuidora de asfalto para alinear la barra de distribución de ésta unidad.

En los extremos de la sección a tratar, se coloca una faja de papel de construcción en todo el ancho, sujetándolo a la superficie, para que el derrame de exceso de emulsión asfáltica no la perjudique.

El Delegado Residente limitará la longitud a ser regada en cada operación de acuerdo al tipo de emulsión asfáltica que se use y a la velocidad que avance la colocación de la nueva capa.

(d) Protección de las Estructuras Adyacentes. Las superficies de todas las estructuras y construcciones adyacentes al área a tratar, deben protegerse adecuadamente para evitar su salpicadura o daño. En caso de que esto último ocurra, el Contratista debe, a su propia costa, remover el material bituminoso salpicado y reparar todos los daños ocasionados.

(e) Requisitos de Clima. El riego de liga debe ser aplicado cuando la temperatura a la sombra sea mayor de 15° C. La superficie debe estar totalmente seca antes de aplicar el riego. De ser necesario, debe pasarse una unidad secadora antes de aplicar el riego de liga. No se permitirá la aplicación de riegos de liga cuando esté lloviendo o haya amenaza de lluvia durante la jornada de trabajo.

408.05 PREPARACION DE LA EMULSIÓN ASFÁLTICA.

(a) Tanques de Almacenamiento y Equipo. El Contratista debe de contar con equipo de transporte, instalaciones adecuadas y tanques de almacenamiento para la emulsión asfáltica a utilizar, debiendo éstos estar localizados en lugares estratégicos de fácil acceso. Los tanques de almacenamiento deben cumplir con lo indicado en 403.07(a).

(b) Calentamiento de la Emulsión asfáltica. El calentamiento de la emulsión asfáltica diluida se requerirá cuando la temperatura de la misma sea inferior a la mínima para el riego indicada en la tabla 408-1. Cuando éste sea el caso, el equipo de calentamiento, ya sea fijo o móvil, debe de tener capacidad adecuada para calentar la emulsión a la temperatura de aplicación sin dañarla, debiendo tener sistema circulante con serpentines, evitando el contacto directo de las llamas del quemador con las paredes del tanque y la superficie de los serpentines, tubería o ductos por donde circula la emulsión asfáltica.

408.06 APLICACION DE LA EMULSIÓN ASFÁLTICA.

(a) Cantidad de Emulsión Asfáltica. La emulsión asfáltica diluida debe ser aplicada con uniformidad sobre la superficie a tratar. Para evitar una rotura prematura, siempre se agrega el agua a la emulsión y no la emulsión al agua. Para asegurarse de que el agua a ser utilizada es compatible con la emulsión, se recomienda hacer una dilución de prueba.

La cantidad de aplicación debe ser seleccionada según las condiciones de textura de las superficies en contacto y el tipo de emulsión asfáltica que se esté usando. La cantidad debe de estar comprendida entre 0.25 y 0.70 Lts./metro² (0.07 y 0.18 Gal./metro²). El Delegado Residente debe indicar, con orden escrita, la cantidad de emulsión asfáltica que se debe usar en el tramo a tratar. Para efectos de pago se medirá la emulsión sin diluir. El riego de liga debe ser aplicado solo en áreas que pueden ser pavimentadas en el mismo día.

(b) Distribución de la Emulsión asfáltica. La distribución de la emulsión asfáltica debe ser efectuada con un tanque distribuidor de asfalto a presión, equipado con sistema de calentamiento. La unidad debe ser autopropulsada o estar compuesta por un tanque distribuidor remolcado con cabezal, en todo caso, con ruedas de llantas neumáticas y fuerza de propulsión suficiente para mantener una velocidad constante que permita el riego especificado. Debe de estar equipado con tacómetro en unidad de operación separada, adaptada al tanque distribuidor, graduado en unidades de velocidad de por lo menos 5 metros por minuto o su equivalente en sistema inglés y colocado para que el piloto del distribuidor lo pueda leer fácilmente. En el sistema de distribución se debe conectar un tacómetro al eje de la bomba con indicador calibrado en revoluciones por minuto, de fácil lectura para el operador.

La barra de riego debe de permitir ajuste de longitud con variaciones cada 300 milímetros en más o en menos hasta una longitud de 8 metros y ajuste vertical para variar la altura de todas las boquillas, así como mecanismo de fijación o de compensación en el sistema de suspensión para mantener constante la altura de la barra respecto a la superficie a tratar en toda la longitud de riego. La altura de la barra será fijada para permitir un traslape triple en el riego en abanico de las boquillas interiores. La alineación de las boquillas respecto al eje de la barra deberá permitir el esparcimiento completo de cada abanico sin interferir con los de las boquillas adyacentes. La barra y boquillas deben tener válvulas que proporcionen un cierre positivo e inmediato al terminar la distribución y deben permanecer limpias sin atascarse, en las operaciones intermitentes. La capacidad de la bomba del tanque distribuidor debe de ser no menor de 1000 litros (250 galones) por minuto y ser capaz de distribuir la emulsión en una corriente uniforme y constante a través de todas las boquillas, con presión suficiente para asegurar un riego parejo de acuerdo con la cantidad ordenada por el Delegado Residente.

El sistema de calentamiento para la emulsión debe proveer un calor uniforme para todo el material, con termómetros aislados, que no estén en contacto con los tubos de calentamiento. Cuando se use el sistema de calentamiento, la emulsión deberá estar circulando en el tanque y se debe evitar el calentamiento excesivo para evitar su rompimiento. El distribuidor debe tener además una manguera con rociador anexa para cubrir las áreas que queden fuera del alcance de la barra o para efectuar correcciones.

Antes de proceder a cargar el tanque distribuidor con la emulsión asfáltica a usar, éste debe ser inspeccionado para determinar si no contiene residuos de un producto bituminoso u otros materiales distintos a los que se usan en el riego. Si este fuese el caso, el Contratista debe proceder a lavarlo y limpiarlo perfectamente con solvente adecuado cuyos residuos también deben ser removidos con agua, antes de efectuar las operaciones de carga y dilución de la emulsión. El tanque debe llenar de la parte de abajo hacia arriba y no por caída para evitar el rompimiento prematuro de la emulsión.

Antes de la aplicación de la emulsión, se deben inspeccionar las boquillas para asegurarse que todas funcionen libremente y se debe proceder a la calibración del distribuidor.

Antes de colocar la siguiente capa asfáltica, debe darse tiempo a que se produzca la rotura de la emulsión diluida, la cual pasa del color marrón al color negro. La siguiente capa debe ser colocada dentro de las cuatro horas posteriores a la aplicación del riego de liga.

(c) Corrección de Riego. Si después de aplicado el riego de liga, aparecen áreas que no han recibido adecuadamente el riego, éstas deberán ser cubiertas inmediatamente con emulsión asfáltica, usando una manguera con rociador anexo al tanque distribuidor.

(d) Tolerancias en la Aplicación. La emulsión asfáltica debe ser distribuida uniformemente sobre la superficie. Para efectos de pago, sólo se aceptarán variaciones no mayores del 5% de la cantidad ordenada, para cada tramo.

(e) Aceptación. La aceptación del riego de liga, para efectos de pago se debe efectuar, hasta que esté cubierta totalmente con la capa bituminosa inmediata superior.

408.07 CONTROL DE TRANSITO. Durante todas las operaciones de aplicación del riego de liga, y el tiempo comprendido hasta colocar la capa bituminosa inmediata superior, no se permitirá el paso del tránsito. El Contratista debe desviar y controlar el tránsito de la zona tratada, señalizando, dirigiendo el mismo y controlando la velocidad para evitar accidentes y deterioro del trabajo efectuado.

408.08 CONTROL DE CALIDAD. El Contratista debe proporcionar los certificados de calidad extendidos por el proveedor en donde se hagan constar las características de la emulsión asfáltica correspondientes al grado, tipo y marca especificado proveído por lote de producción o embarque según sea aplicable, sin menoscabo de las verificaciones periódicas que ordene el Delegado Residente efectuando las operaciones de muestreo de conformidad con AASHTO T 40. Dichas verificaciones podrán efectuarse bimensualmente.

408.09 MEDIDA. La medida se debe hacer por el número de galones (USA) tipo de las Estados Unidos de América, a la temperatura de 15.6°C, con aproximación de dos decimales, de emulsión asfáltica sin diluir para Riego de Liga, ordenados, satisfactoriamente aplicados y aceptados dentro de las tolerancias establecidas y conforme a estas Especificaciones Generales, Disposiciones Especiales y planos correspondientes.

La medida de la emulsión asfáltica se debe determinar tomando la lectura del indicador del tanque distribuidor y su temperatura, estando ésta a nivel, inmediatamente antes y después de cada riego.

408.10 PAGO. El pago se debe hacer, por el número de galones, (USA) tipo de los Estados Unidos de América, medidos como se indica en 408.09, ordenados, satisfactoriamente aplicados y aceptados dentro de las tolerancias establecidas y conforme lo indicado en los planos, Especificaciones Generales y Disposiciones Especiales, al precio unitario de contrato, correspondiente a Riego de Liga. Dicho precio incluye el trabajo estipulado en esta Sección, de conformidad con lo indicado en 110.02. No se reconocerá ningún pago adicional por las correcciones de la superficie a tratar, sello de grietas, emulsión asfáltica y/o mezcla asfáltica usada en esas correcciones, ni por otras de defectos imputables al Contratista. Todos estos gastos y los demás implícitos para la ejecución de este trabajo, deben ser incluidos en el precio unitario de contrato correspondiente a esta Sección.

RESUMEN DE NORMAS

<u>Ensayos</u>		<u>Materiales</u>
Muestreo del asfalto	AASHTO T 40	Emulsiones Aniónicas AASHTO M 140
		Emulsiones Catiónicas AASHTO M 208
Viscosidad de las emulsiones asfálticas	AASHTO T 59	
Residuo por destilación de las emulsiones	AASHTO T 59	
Punto de ablandamiento de emulsiones asfálticas	AASHTO T 53	
Penetración de emulsiones Asfálticas	AASHTO T 49	

SECCION 409 GEOSINTÉTICOS PARA PAVIMENTACIÓN

- 409.01 Definición
- 409.02 Descripción.
- 409.03 Requisitos de los Materiales.
- 409.04 Preparación de la Superficie.
- 409.05 Limitaciones del Clima.
- 409.06 Preparación del Material Bituminoso
- 409.07 Aplicación del Material Bituminoso.
- 409.08 Colocación del Geosintético para Pavimentación.
- 409.09 Colocación de la Carpeta Asfáltica.
- 409.10 Control del Tránsito.
- 409.11 Tolerancias.
- 409.12 Control de Calidad.
- 409.13 Medida.
- 409.14 Pago.

409.01 DEFINICION. Geosintéticos para pavimentación. Son las telas o membranas de material geotextil o de geocompuestos para pavimentación solos o combinados colocados dentro de las capas del concreto asfáltico para formar una barrera impermeable que proteja de la infiltración de humedad a las capas inferiores del pavimento, demorando al mismo tiempo el avance y propagación de grietas reflectivas originadas en las capas subyacentes. Estos materiales también se pueden colocar previo a la construcción de una capa de refuerzo sobre un pavimento existente, con las mismas funciones.

409.02 DESCRIPCION. Este trabajo consiste en la limpieza y preparación de la superficie existente, el suministro, transporte, almacenamiento, calentamiento y esparcimiento, por medio de tanque distribuidor a presión, del material bituminoso; el suministro y la colocación de un geosintético para pavimentación entre capas de concreto asfáltico de un pavimento nuevo o antes de la colocación de una capa de refuerzo o de un tratamiento superficial sobre un pavimento existente, y el control de tránsito, protección y señalización del área a tratar.

MATERIALES

409.03 REQUISITOS DE LOS MATERIALES.

(a) Material Bituminoso. El tipo, grado, especificación y temperatura de aplicación del material bituminoso a usar, será uno de los establecidos en la tabla siguiente, según lo indiquen las Disposiciones Especiales.

TABLA 409-1 Requisitos para el Material Bituminoso

Tipo y grado de Material Bituminoso	Especificación AASHTO	Temperatura de aplicación en ° C
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cementos Asfálticos Graduación por viscosidad: <ul style="list-style-type: none"> • AC-20 Graduación por penetración: <ul style="list-style-type: none"> • 60-70 	AASHTO M 226 AASHTO M 20	 > 145 > 145
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Emulsiones Asfálticas -Aniónicas <ul style="list-style-type: none"> • RS-1 -Catiónicas <ul style="list-style-type: none"> • CRS-1 	AASHTO M 140 AASHTO M 208	 20-60 50-85

(b) Geotextil Tipo VI. En general, los geotextiles son materiales fabricados utilizando polímeros sintéticos de cadena larga, compuestos de por lo menos 85 por ciento en masa de poliolefinas, poliéster o poliamidas. La fabricación del geotextil, incluyendo los remates en las orillas, se debe hacer dentro de una red estable tal, que los filamentos o hilos mantengan su estabilidad dimensional relativa entre ellos mismos. El geotextil debe ser resistente a ataques químicos, moho y al deterioro y debe estar libre de desgarres, defectos o fallas que alteren adversamente sus propiedades físicas. Los requerimientos para el geotextil utilizado para pavimentación se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 409-2 Requerimientos Físicos para Tela de Pavimentación

Propiedades	Método de Ensayo	Unidad	Especificaciones
Peso	ASTM D 3776	Gr./m ²	102 a 271
Espesor de la tela	ASTM D 461	mm	0.76 a 2.54
Resistencia a la Tensión Grab	ASTM D 4632	N	450
Alargamiento Ultimo	ASTM D 4632	N	40 % a la ruptura
Retención de Asfalto ⁽¹⁾	Texas DOT Item 3099	Lt./m ²	0.90 ⁽²⁾
Punto de fusión	ASTM D 276	° C	150

⁽¹⁾ El asfalto requerido es únicamente para la saturación de la tela de pavimentación. La retención de asfalto debe ser proporcionada en el certificado del fabricante. Estos valores no indican la tasa de aplicación requerida para la construcción.

⁽²⁾ La propiedad del producto en cuanto a la retención del asfalto debe indicar el valor mínimo promedio del rollo.

Todos los valores relativos a las propiedades indicados en estas especificaciones representan los valores promedio mínimo de un rollo ensayado en la dirección más débil. Esto significa que los resultados promedio obtenidos de las pruebas efectuadas sobre cualquier rollo de un lote, ensayado para determinar su concordancia o asegurar la calidad, deben igualar o exceder los valores especificados.

El geotextil debe ser del tipo no-tejido y debe estar específicamente diseñado para aplicaciones de pavimentación. Asimismo, debe ser fusionado por calor en un solo lado para reducir el sangrado o exudado del riego de material bituminoso durante la instalación.

Adicional a lo anterior, el geotextil debe cumplir con los requisitos de supervivencia durante la instalación indicados en 211.03 (a).

Los rollos de geosintético deben ser almacenados adecuadamente, de tal forma que se mantengan secos y protegidos contra los elementos atmosféricos. Si los rollos se almacenan a la intemperie, deben almacenarse sobre plataformas o sobre largueros por encima del suelo y protegidos con una cubierta impermeable.

El Contratista debe suministrar un certificado comercial que incluya el nombre del fabricante, el nombre del producto, número de estilo, composición química de los hilos o filamentos y cualquier otra información pertinente que describa totalmente el geosintético.

Cuando el Delegado Residente requiera una muestra, se debe remover una tira de un metro de longitud por el ancho completo de un tramo ubicado después de la primera vuelta del rollo. Se le debe colocar una etiqueta a la muestra que indique el número de lote y de partida, la fecha de toma de la muestra, nombre y/o número del proyecto, número del renglón, nombre del fabricante y el nombre del producto.

(b) Geocompuestos para pavimentación. El geocompuesto para pavimentación debe consistir en un geotextil no tejido, fabricado de polipropileno, adherido a una geomalla estructural de fibra de vidrio cubierta con epóxico, o bien un polímero cubierto de material bituminoso u otro recubrimiento apropiado que garantice su correcto desempeño ante la colocación del concreto asfáltico en caliente. Las geomallas para refuerzo, son materiales que

deben estar constituidos por una malla regular o entrelazados estables elaborados con polímeros íntegramente conectados para formar elementos a tensión, con suficiente apertura geométrica que permita significativamente trabar mecánicamente la mezcla asfáltica y el geosintético. La estructura del geosintético para refuerzo debe ser dimensionalmente estable y permitir mantener su geometría bajo los esfuerzos de construcción y debe tener alta resistencia a los daños durante la construcción, a la degradación de los rayos ultravioleta y a toda forma de degradación química y biológica que se pueda presentar. Las geomallas serán de preferencia aquellas fabricadas por extrusión de láminas de polipropileno o polietileno de alta densidad. También pueden utilizarse geomallas tejidas con hilos de polipropileno o poliéster, recubiertas con baños de cloruro de polivinilo (PVC).

En las Disposiciones Especiales de conformidad con el diseño se debe indicar la separación de la malla para cumplir con el límite máximo y el mínimo dado para la abertura entre los elementos de la malla en cualquier dirección. Las uniones en los puntos de cruce de los elementos de la geomalla deben ser íntegramente conectados a través de extrusión de la malla a sí misma o soldando los puntos de cruce, de tal manera que los elementos no se separen entre sí, tanto en las operaciones de instalación, como durante las actividades de construcción, ni bajo niveles de esfuerzo y condiciones anticipadas del medio ambiente que puedan afectar la vida de la estructura.

En el diseño se indicarán los valores mínimo a ser cumplidos o excedidos correspondientes a las siguientes propiedades: Resistencia a la tensión (a 5% de deformación), resistencia última a la tensión y resistencia permisible a la tensión. El Contratista debe indicar por escrito de acuerdo a las recomendaciones del fabricante, las características dimensionales de la geomalla seleccionada y proponer los detalles de colocación para cumplir con los requerimientos de los planos y las Disposiciones Especiales.

La resistencia a la tensión última de la geomalla, será determinada de conformidad con el ensayo ASTM D 4595. La resistencia a la tensión permisible, es la resistencia denominada Resistencia de Diseño a Largo Término, "LTDS (Long Term Design Strength)", la cual está basada en la extrapolación de la resistencia para un período de vida útil de 75 años, tomando en consideración la resistencia a la fatiga, degradación por vejez, efectos químicos y biológicos y la influencia de los daños al momento de la construcción.

REQUISITOS DE CONSTRUCCION

409.04 PREPARACION DE LA SUPERFICIE. La superficie de pavimentación debe estar libre de polvo, agua, aceite, vegetación o de otros residuos. Cuando se vaya a colocar el geosintético sobre una capa de concreto asfáltico que no ha sido abierta al tránsito, la preparación se podrá limitar a barrer la superficie.

En el caso de que la colocación sea sobre un pavimento existente antes de un recapeo, se deberán reparar los defectos de la superficie antes de la colocación del geosintético. Las grietas de más de 3 milímetros deben ser limpiadas y rellenadas, y las fallas locales (baches) y secciones agrietadas delimitadas y otras fallas del pavimento también deben ser reparadas, todo de acuerdo y con cargo a lo especificado en la Sección 406. El material de relleno de las grietas deberá dejarse curar antes de la colocación de la tela de pavimentación. Si hay ahuellamientos o rugosidades en el pavimento existente, éstas deben nivelarse con una capa de nivelación de concreto asfáltico o lechada asfáltica modificada con polímero previamente a la instalación del geosintético de pavimentación, de acuerdo con las instrucciones del Delegado Residente.

No se debe colocar geosintéticos sobre superficies con una pendiente mayor al 8%, pues se tendrán fallas de deslizamiento del mismo.

409.05 LIMITACIONES DEL CLIMA. El riego de material bituminoso y la tela geotextil deben ser aplicados sobre una superficie seca, cuando la temperatura de la superficie del

pavimento sea de por lo menos 15 °C y se esté elevando. No se permitirá el riego de material bituminoso ni la colocación del geosintético cuando esté lloviendo o haya amenaza de lluvia durante la jornada de trabajo.

409.06 PREPARACION DEL MATERIAL BITUMINOSO.

(a) Tanques de Almacenamiento y Equipo. El Contratista debe de contar con equipos de transporte, instalaciones adecuadas y tanques de almacenamiento para el material bituminoso a utilizar, debiendo éstos estar localizados en lugares estratégicos de fácil acceso, y protegidos contra incendio.

(b) Calentamiento del Material Bituminoso. El equipo de calentamiento, ya sea fijo o móvil, debe de tener capacidad adecuada para calentar el material a utilizar, sin dañarlo, debiendo tener sistema circulante con serpentines, evitándose el contacto directo de las llamas del quemador con las paredes del tanque y la superficie de los serpentines, tubería o ductos por donde circula el material bituminoso.

409.07 APLICACION DEL MATERIAL BITUMINOSO.

(a) Cantidad de Material Bituminoso. Antes de colocar el geosintético, se debe aplicar un riego de material bituminoso, el cual se aplica con el objeto de sellar la superficie inferior, saturar el geosintético y ligarlo con el material bituminoso a la capa asfáltica superior a colocar. La cantidad de aplicación del material bituminoso será la indicada en las Disposiciones Especiales o la que ordene el Delegado Residente, según el tipo y grado de material bituminoso a usar. La cantidad debe estar comprendida entre 0.75 y 1.15 Lts./m² (0.20 y 0.30 Gal./m²) de cemento asfáltico o cemento asfáltico residual si se utilizan emulsiones. La emulsión debe ser aplicada sin diluir.

Quando según las Disposiciones Especiales se instalen geosintéticos para usos de refuerzo, el rango de la aplicación podrá estar entre 1.35 y 1.80 Lts./m² según las especificaciones del fabricante del geosintético con la aprobación del Delegado Residente. Para usos de refuerzo, en intersecciones de calles o zonas donde la velocidad de los vehículos cambia frecuentemente, la proporción de aplicación debe ser reducida un 20% o según lo indique el Delegado Residente, pero sin reducir el punto de riego a un valor menor de 0.75 Lts./m². La razón de aplicación del riego de material bituminoso deberá ser suficiente para saturar la tela y ligarlo material bituminoso la superficie del pavimento existente.

(b) Distribución del Material Bituminoso. El material bituminoso debe ser aplicado con uniformidad por medio de distribuidor a presión equipado con sistema de calentamiento, sobre la superficie a tratar. La unidad debe ser autopropulsada o estar compuesta por un tanque distribuidor remolcado con cabezal, en todo caso, con ruedas de llantas neumáticas y fuerza de propulsión suficiente para mantener una velocidad constante que permita el riego especificado. Debe de estar equipado con tacómetro en unidad de operación separada, adaptada al tanque distribuidor, graduado en unidades de velocidad de por lo menos 5 metros por minuto o su equivalente en sistema inglés y colocado para que el piloto del distribuidor lo pueda leer fácilmente. En el sistema de distribución se debe conectar un tacómetro al eje de la bomba con indicador calibrado en revoluciones por minuto, de fácil lectura para el operador.

La barra de riego debe de permitir ajuste de longitud con variaciones cada 300 milímetros en más o en menos hasta una longitud de 8 metros y ajuste vertical para variar la altura de todas las boquillas, así como mecanismo de fijación o de compensación en el sistema de suspensión para mantener constante la altura de la barra respecto a la superficie a tratar en toda la longitud de riego. La altura de la barra será fijada para permitir un traslape triple en el riego en abanico de las boquillas interiores. La alineación de las boquillas respecto al eje de la barra deberá permitir el esparcimiento completo de cada abanico sin interferir con los de las boquillas adyacentes. La barra y boquillas deben tener válvulas que proporcionen un cierre

positivo e inmediato al terminar la distribución y deben permanecer limpias sin atascarse, en las operaciones intermitentes. La capacidad de la bomba del tanque distribuidor debe de ser no menor de 1000 litros (250 galones) por minuto y ser capaz de distribuir el material bituminoso en una corriente uniforme y constante a través de todas las boquillas, con presión suficiente para asegurar un riego parejo de acuerdo con la cantidad ordenada por el Delegado Residente.

El sistema de calentamiento para el material bituminoso debe proveer un calor uniforme para todo el material, con termómetros aislados, que no estén en contacto con los tubos de calentamiento. Cuando se use el sistema de calentamiento, el material bituminoso deberá estar circulando en el tanque y se debe evitar el calentamiento excesivo para evitar su degradación. El distribuidor debe tener además una manguera con rociador anexa para cubrir las áreas que queden fuera del alcance de la barra o para efectuar correcciones.

Antes de proceder a cargar el tanque distribuidor con el material bituminoso a usar, debe inspeccionarse para determinar si no contiene residuos de un producto bituminoso distinto al que se usa en el riego. Si éste fuese el caso, el Contratista debe proceder a lavarlo y limpiarlo perfectamente con solvente adecuado y a remover con agua pura cualquier residuo de solvente, antes de cargarlo.

Antes de la aplicación del material bituminoso, se deben inspeccionar las boquillas para asegurarse que todas funcionen libremente y se debe proceder a la calibración del distribuidor.

El riego de material bituminoso debe ser rociado en un ancho 150 milímetros mayor que el ancho del geosintético. No se debe aplicar más riego de material bituminoso del que pueda cubrirse con el geosintético durante una misma jornada de trabajo y manteniendo el área de trabajo libre del paso del tráfico.

(c) Tiempo de curado para emulsiones asfálticas. Se debe permitir que la emulsión regada cure antes de colocar el geosintético. El tiempo de curado debe ser suficiente para que se evapore completamente toda el agua y cualquier aditivo que contenga la emulsión. Cuando se utilizan emulsiones de curado medio y lento se necesita demasiado tiempo para esperar a su curado, por lo que son imprácticas para aplicación con los geosintéticos de pavimentación. El tiempo de curado para las emulsiones de curado rápido se determinará de acuerdo a la siguiente tabla, debiéndose comprobar antes de la aplicación del geosintético, que efectivamente ésta haya curado adecuadamente, lo cual sucede cuando la superficie se encuentre todavía pegajosa y el color del riego pase del color marrón al color negro.

Tabla 409-3 Tiempo de Curado para la Emulsión Asfáltica

Temperatura Ambiente (° C)	Tiempo de Curado (Horas)		
	Condiciones de Humedad Ambiental		
	Seca	Moderada	Húmeda
15	2	3	4
24	1	2	3
32	0.5	1	2

(d) Correcciones.

(1) Corrección de Riego. Si después de la aplicación del material bituminoso, aparecen áreas que no han recibido adecuadamente el riego, éstas deberán ser cubiertas inmediatamente, usando una manguera con rociador anexo al tanque distribuidor. Las superficies de todas las estructuras y construcciones adyacentes al área a tratar, deben protegerse adecuadamente para evitar su salpicadura o daño. En caso de que esto último ocurra, el Contratista debe, a su propia costa, remover el material bituminoso salpicado y reparar todos los daños ocasionados.

(2) Corrección de Afloramientos. Los afloramientos de material bituminoso que aparezcan en exceso, deben ser corregidos aplicando material secante. Antes de la colocación del geosintético, se deberá barrer éste material. Para que no aparezcan nuevos afloramientos, se harán las correcciones necesarias, en las cantidades de aplicación del material bituminoso.

409.08 COLOCACION DEL GEOSINTETICO PARA PAVIMENTACION. El geosintético de pavimentación debe ser colocado sobre el riego de material bituminoso utilizando un equipo mecánico o manual de colocación capaz de proveer una instalación lisa con un mínimo de arrugas o dobleces. Si se utilizan métodos manuales, el geosintético debe ser desenrollado, alineado y colocado en tramos de aproximadamente 9 metros. Todas los dobleces o las arrugas con una altura mayor de 25 milímetros deben ser estirados y/o aplanados. El geosintético debe ser aplanado con una compactadora de llantas neumáticas para maximizar el contacto de la tela con la superficie del pavimento. El geosintético de pavimentación debe ser colocado antes de que el riego de material bituminoso se enfríe o deje de estar pegajoso. No debe ser instalado en áreas donde la capa de carpeta asfáltica que se colocará encima tenga un espesor menor de 50 milímetros. El exceso de geosintético de pavimentación que se extienda mas allá del borde del pavimento existente o de las áreas de aplicación de la capa de material bituminoso, debe ser cortado y removido.

En las juntas del geosintético, la tela debe ser traslapada entre 50 y 150 milímetros para asegurar un buen traslape. Las juntas transversales deben ser traslapadas en la dirección de la pavimentación para evitar que la pavimentadora levante las orillas. En los traslapes se debe aplicar material bituminoso adicional para asegurar la adherencia adecuada de la doble capa de tela del geosintético.

No se debe de permitir el paso del tráfico público sobre el geosintético. Se deben evitar maniobrar el equipo de acarreo de concreto asfáltico y el de pavimentación sobre la tela. Para evitar dañar el geosintético, no se debe realizar paradas, arranques o giros bruscos del equipo sobre la tela, para evitar el movimiento del geosintético de pavimentación. El geosintético dañado debe ser removido y sustituido con el mismo tipo de geosintético.

409.09 COLOCACIÓN DE LA CARPETA ASFÁLTICA. La construcción de la nueva carpeta asfáltica o del recapeo debe hacerse inmediatamente, de acuerdo con lo indicado en la sección correspondiente, después de la colocación del geosintético, para asegurar que las capas asfálticas se adhieran correctamente.

Si hay tela dañada, ésta debe ser reparada antes de la colocación de la carpeta. Todas las áreas donde se ha colocado el geosintético de pavimentación deben ser pavimentadas el mismo día.

La temperatura de colocación del concreto asfáltico debe limitarse a un máximo de 165° C excepto cuando el geotextil de pavimentación esté compuesto por fibras de polipropileno y, en tal caso, la temperatura de colocación de la mezcla se debe limitar a un máximo de 150° C, pero en ningún caso se deberán exceder las temperaturas indicadas en la Sección 401.

409.10 CONTROL DE TRÁNSITO. Durante todas las operaciones de aplicación del material bituminoso, y el tiempo comprendido hasta colocar la capa asfáltica inmediata superior, no se permitirá el paso del tránsito. El Contratista debe desviar y controlar el tránsito de la zona tratada, señalizando, dirigiendo el mismo y controlando la velocidad para evitar accidentes y deterioro del trabajo efectuado.

409.11 TOLERANCIAS.

(a) Tolerancia en la Aplicación del Material Bituminoso. No serán aceptadas, para efectos de pago, variaciones mayores del 5% de la cantidad ordenada por el Delegado Residente para el riego de material bituminoso.

(b) Tolerancias de Superficie del Geosintético. La superficie colocada debe ser uniforme y estar de acuerdo con los alineamientos horizontal y vertical y secciones típicas mostradas en los planos.

409.12 CONTROL DE CALIDAD.

(a) Material Bituminoso. El Contratista debe proporcionar los certificados de calidad extendidos por el proveedor en donde se hagan constar las características del material bituminoso correspondientes al grado, tipo y marca especificado proveído por lote de producción o embarque según sea aplicable, sin menoscabo de las verificaciones periódicas que ordene el Delegado Residente efectuando las operaciones de muestreo de conformidad con AASHTO T 40. Dichas verificaciones podrán efectuarse por lo menos en forma bimensual.

(b) Geosintéticos. El Contratista deberá presentar los certificados de calidad proporcionados por el fabricante en donde se haga constar que los Geosintéticos utilizados llenan los requisitos estipulados en 409.03 (b) y (c).

409.13 MEDIDA.

(a) Material Bituminoso. La medida se debe hacer del número de galones (USA) tipo de los Estados Unidos de América, a la temperatura de 15.6° C con aproximación de dos decimales, de Material Bituminoso para Aplicación de Geosintético para Pavimentación, ordenados, satisfactoriamente aplicados y aceptados, dentro de los anchos establecidos de la sección típica con las tolerancias establecidas conforme estas Especificaciones Generales, Disposiciones Especiales y planos correspondientes.

La medida del material bituminoso se debe determinar tomando la lectura del indicador del tanque distribuidor y su temperatura, estando éste a nivel, inmediatamente antes y después de cada riego.

(b) Geosintético para Pavimentación. La medida se debe hacer del número de metros cuadrados excluyendo los traslapes, con aproximación de dos decimales, de Geosintético para Pavimentación, colocados satisfactoriamente de acuerdo con estas Especificaciones Generales.

409.14 PAGO.

(a) Material Bituminoso. El pago se debe hacer por el número de galones (USA) tipo de los Estados Unidos de América, medidos como se indica en 409.13 (a), ordenados, satisfactoriamente aplicados y aceptados, dentro de las tolerancias establecidas y conforme a los planos, Especificaciones Generales y Disposiciones Especiales; al precio unitario de contrato, correspondiente a Material Bituminoso para Aplicación de Geosintético para Pavimentación.

(b) Geosintético para Pavimentación. El pago se debe hacer por el número de metros cuadrados, medidos como se indica en 409.13 (b), satisfactoriamente colocados y aceptados, dentro de las tolerancias establecidas y conforme a los planos, Especificaciones Generales y Disposiciones Especiales; al precio unitario de contrato correspondiente a Geosintético para Pavimentación.

Dichos precios incluyen el trabajo estipulado en esta Sección, de conformidad con lo indicado en 110.02.

En ésta sección no se reconocerá ningún pago adicional por correcciones de la superficie a tratar, ni el material secante utilizado en afloramientos, ni por las correcciones de defectos imputables al Contratista. Todos estos gastos y los demos implícitos para la ejecución de este trabajo, deben ser incluidos en los precios unitarios de contrato, correspondiente a esta sección o como se encuentre indicado en las Disposiciones Especiales.

SECCION 410 ARENA ASFALTO

- 410.01 Definiciones.
- 410.02 Descripción.
- 410.03 Requisitos para los Materiales.
- 410.04 Determinación del Procedimiento de Construcción.
- 410.05 Producción del Agregado.
- 410.06 Preparación del Agregado.
- 410.07 Preparación del Material Bituminoso.
- 410.08 Aplicación del Material Bituminoso.
- 410.09 Cantidad de Material Bituminoso.
- 410.10 Curado de las Mezclas en Frío.
- 410.11 Requisitos de Clima.
- 410.12 Requisitos para las Plantas Mezcladoras.
- 410.13 Fórmula de Trabajo.
- 410.14 Transporte de la Mezcla Arena Asfalto.
- 410.15 Colocación y Tendido.
- 410.16 Compactación.
- 410.17 Control de Calidad, Tolerancias y Aceptación.
- 410.18 Correcciones.
- 410.19 Medida.
- 410.20 Pago.

410.01 DEFINICIONES.

Arena Asfalto. Es la capa del pavimento usada como base de una carpeta o como capa de superficie del pavimento, constituida de arena de trituración, arena de río o una mezcla de ambas combinadas con material bituminoso, mezcladas en frío o en caliente en planta o en frío en la carretera con una graduación de acuerdo a lo establecido en ésta Sección. En las Disposiciones Especiales se indicará el tipo de mezcla y el tipo de planta a ser utilizado. Cuando esto último no sea especificado en las Disposiciones Especiales, se aplicarán las normas correspondientes a arena asfalto mezclada en planta en caliente y colocada con máquina pavimentadora.

Lámina Asfáltica (Sheet Asphalt). Es una arena asfalto constituida por una mezcla densa de arena, con altas proporciones de polvo mineral y cemento asfáltico, mezclada en planta en caliente, con una graduación de acuerdo a lo establecido en esta Sección.

410.02 DESCRIPCION. Este trabajo consiste en: la obtención y explotación de arena en su estado natural o como producto de trituración, combinándola con polvo mineral para formar un agregado clasificado; la obtención, suministro, almacenamiento y aplicación del citado polvo mineral; el apilamiento, almacenamiento, transporte y aprovisionamiento del agregado; el suministro, transporte, almacenamiento y aplicación del material bituminoso. La elaboración de la mezcla de arena y material bituminoso; el transporte, colocación, tendido, curado, conformación y compactación de la misma. La regulación del tránsito y el control de laboratorio durante todas las operaciones necesarias para construir la arena asfalto, en una o varias capas, de conformidad con lo indicado en los planos, y ajustándose a los alineamientos horizontal y vertical y secciones típicas de pavimentación, dentro de las tolerancias estipuladas y de conformidad con estas Especificaciones Generales y Disposiciones Especiales.

MATERIALES

410.03 REQUISITOS PARA LOS MATERIALES.

(a) Requisitos para el Agregado. El agregado debe consistir en arena pétreo natural de río o cantera o bien un producto de trituración formado de partículas resistentes, duraderas, y

angulosas, combinados con polvo mineral, que deben integrar un agregado clasificado, que llene los requisitos siguientes.

(1) Desintegración al Sulfato de Sodio. No debe tener una pérdida mayor de 12% al ser sometido a cinco ciclos, en el ensayo AASHTO T 104.

(2) Impurezas. El agregado no debe contener materias vegetales, basura, terrones de arcilla, o sustancias que incorporadas dentro de la capa de arena asfalto puedan producir fallas en el pavimento.

(3) Graduación. El agregado debe cumplir con los requisitos de graduación, determinada según AASHTO T 27 y T 11, de acuerdo a la siguiente tabla, para uno de los tipos establecidos, según lo indiquen las Disposiciones Especiales.

Tabla 410-1 Tipos de Graduación para Agregado de Capa de Arena Asfalto

Estándar mm	Tamiz N°	Porcentaje por peso que pasa un tamiz de abertura cuadrada (AASHTO T 11 y 27)	
		TIPO "A" 9.5 mm (3/8") máximo	TIPO "B" 4.75 mm (N° 4) máximo
		<u>Arena Asfalto</u> AASHTO M 29 (Graduación 4)	<u>Lámina Asfáltica</u> ASTM D 3515
9.5	3/8"	100	
4.75	4	80-100	100
2.36	8	65-100	95-100
1.18	16	40-80	85-100
0.600	30	25-65	70-95
0.300	50	7-40	45-75
0.150	100	3-20	20-40
0.075	200	2-10	9-20

Nota: No se acepta la arena de mar, a menos que expresamente se indique lo contrario en las Disposiciones Especiales.

(4) Características de Plasticidad. La fracción de agregado que pasa el Tamiz 0.425 mm (N° 40), incluyendo el polvo mineral, no debe tener un índice plástico mayor de 6, determinado según AASHTO T 90, ni un límite líquido mayor de 25, según AASHTO T 89, determinados ambos sobre muestra preparada en húmedo, AASHTO T 146. El equivalente de arena, determinado según AASHTO T 176, no debe ser menor de 50.

(5) Peso. El agregado debe ser uniforme en calidad y densidad y su peso unitario AASHTO T 19, no debe ser menor de 1,200 Kg./metro³ (75 lb./pie³).

(b) Requisitos para el Polvo Mineral. Cuando se necesite agregar polvo mineral, en adición al que contiene naturalmente la arena, éste debe consistir en polvo de roca, cemento hidráulico, cal hidratada, o material inerte, que llene según AASHTO M 17, los requisitos siguientes:

(1) Impurezas. No debe contener materia vegetal, basura ni terrones o grumos ya sean de arcilla, o producidos por la humedad.

(2) Graduación. El polvo mineral debe llenar los siguientes requisitos de graduación, determinada según AASHTO T 37, de la tabla 410-2.

Tabla 410-2 Requisitos de Graduación para el Polvo Mineral

Estándar mm	Tamiz N°	Porcentaje total que pasa un tamiz de abertura cuadrada (AASHTO T 37)
0.600	30	100 %
0.300	50	95–100 %
0.075	200	70–100 %

(c) Requisitos para el Material Bituminoso. El tipo, grado, especificación y temperatura de aplicación del material bituminoso a usar, según lo indiquen las Disposiciones Especiales, será uno de los establecidos en la siguiente tabla.

TABLA 410-3 Requisitos para los Materiales Bituminosos

Tipo y grado de material bituminoso	Especificación AASHTO	Temperatura en ° C para mezclas en planta	Temperatura de aplicación en ° C para mezclas en carretera
1) Cemento Asfáltico <ul style="list-style-type: none"> • AC 2.5 • Penetración 250 	M 226 M 20	115-140 115-150	
2) Asfaltos Líquidos MC <ul style="list-style-type: none"> • 70 • 250 • 800 	M 82		> 20 > 40 > 55
3) Emulsiones Asfálticas <u>Aniónicas</u> <ul style="list-style-type: none"> • SS-1, SS-1h • HFMS-2s <u>Catiónicas</u> <ul style="list-style-type: none"> • CSS 1, CSS-1h 	M 140 M 208	<u>Temperatura de la emulsión</u> 10-70 10-70	20-70 20-70

Nota: La tabla anterior sirve para indicar los rangos de temperatura necesarios para proporcionar la viscosidad del asfalto adecuada para su esparcimiento. Debe reconocerse que los rangos de temperatura indicados están arriba del mínimo punto de llama para los asfaltos líquidos. En realidad algunos asfaltos pueden tener puntos de llama a temperaturas inferiores de los rangos aquí indicados, es por ello que deben tomarse precauciones de seguridad adecuadas todo el tiempo cuando se trabaje con asfaltos líquidos. Estas precauciones de seguridad incluyen pero no están limitadas a lo siguiente:

1. No se debe permitir la existencia de llamas o chispas cerca de estos materiales. El control de temperatura debe efectuarse en mezcladoras, distribuidoras u otro equipo diseñado y aprobado para este propósito.
2. Nunca deben usarse llamas para examinar los tambores, tanques de asfalto u otros contenedores en los que se hayan almacenado estos materiales.
3. Todos los vehículos que transporten estos materiales deben ser ventilados adecuadamente.
4. Únicamente el personal con experiencia podrá supervisar y manipular estos materiales.

(d) Requisitos para la Mezcla de Arena Asfalto. La mezcla de arena asfalto, debe llenar los requisitos de diseño establecidos en la tabla 410-4 o según lo indiquen las Disposiciones Especiales.

(e) Aditivos antidesvestimiento. Las partículas de arena asfalto deben ser de tal naturaleza, que al recubrirlas con el material bituminoso del tipo y grado a usarse en la mezcla, no presenten evidencia de desvestimiento (stripping) que afecten su resistencia. El efecto del uso de aditivos antidesvestimiento de las mezclas sometidas a saturación se evaluará de conformidad con el ensayo AASHTO T 283, requiriéndose el 70% mínimo en la resistencia retenida. El uso de aditivos antidesvestimiento, está condicionado a los resultados positivos del ensayo anteriormente indicado, usando los productos propuestos.

Tabla 410-4 Requisitos para la Mezcla Arena Asfalto y Lámina Asfáltica

METODO DE DISEÑO	VALORES LIMITES	
	MINIMO	MAXIMO
MARSHALL (AASHTO T 245, ASTM D 1559 y MS-14 apéndice F para mezclas en frío con emulsión asfáltica y apéndice H para asfaltos líquidos, ambos del Instituto de Asfalto)		
• Número de golpes de compactación en cada extremo del espécimen		
1. Con emulsión asfáltica	50	75
2. Con cemento asfáltico y asfaltos líquidos	75	75
• Estabilidad	3,336 N (750 libras)	
• Fluencia en 0.25 mm (0.01 pulgada)	8	16
• Porcentaje de vacíos con aire en la mezcla compactada	3	12
• Sensibilidad a la humedad AASHTO T 283 Resistencia retenida		
1. Con emulsión asfáltica	50 %	
2. Con cemento asfáltico y asfaltos líquidos	75 %	
• Porcentaje de vacíos relleno con asfalto	65	80
• Contenido de asfalto		
1. Arena asfalto	6	12
2. Lámina asfáltica	8	12

REQUISITOS DE CONSTRUCCION

410.04 DETERMINACION DEL PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION. Previamente a la iniciación de los trabajos de construcción de la capa de arena asfalto, el Contratista debe someter al conocimiento del Delegado Residente, el procedimiento, incluyendo maquinaria, equipo y materiales que utilizará para la ejecución de los trabajos, de acuerdo con las características de los materiales y lo que estipulen las Disposiciones Especiales.

El procedimiento debe determinar: si la mezcla se va a efectuar en planta, en frío o en caliente, o en carretera, el tipo y grado de material bituminoso que se debe utilizar y si es arena asfalto o lámina asfáltica (Sheet Asphalt), a menos que estos requisitos estén establecidos expresamente en las Disposiciones Especiales.

El Contratista debe indicar en dicho procedimiento, la localización de las plantas de producción de arena, polvo mineral y de arena asfalto, la forma y condiciones de suministro, almacenamiento, calentamiento y aplicación del material bituminoso; la producción y preparación del agregado pétreo incluyendo el polvo mineral, las características de la planta de mezcla, los resultados de los ensayos de laboratorio y la fórmula de trabajo propuesta dentro de las tolerancias que establecen estas Especificaciones Generales y Disposiciones Especiales.

Esta información debe presentarla el Contratista antes de iniciar la producción de mezcla de arena asfalto, con 15 días de anticipación como mínimo, para que el Delegado Residente pueda hacer las verificaciones y en su caso, las rectificaciones que estime convenientes, debiendo indicar por escrito al Contratista la cantidad de material bituminoso que se debe aplicar.

En todo caso, el Contratista es responsable de colocar una superficie de Arena Asfalto o de Lámina Asfáltica que se ajuste a estas Especificaciones Generales, Disposiciones Especiales y planos correspondientes.

410.05 PRODUCCION DEL AGREGADO. Previamente a la explotación y producción del agregado, el Contratista debe efectuar la limpia correspondiente en cada banco, eliminar la vegetación, capa de materia orgánica, basura y arcilla, que puedan contaminar el material producido.

La trituración, si fuese requerida por las Disposiciones Especiales, debe ser efectuada en planta, en circuito cerrado de repaso, evitando la laminación del material. En todo caso, la graduación del agregado debe lograrse en la planta de producción. Dicha planta debe estar acondicionada con un sistema de clasificación adecuado, con el número y tipo de zarandas necesarias para lograr la granulometría especificada.

El Contratista debe efectuar el control continuo de laboratorio, sobre la calidad y características del agregado producido y efectuar las correcciones necesarias para obtener un material de conformidad con estas Especificaciones Generales, Disposiciones Especiales y planos correspondientes.

El agregado producido puede apilarse y almacenarse en el área de la planta o ser acarreado para apilarse y almacenarse en lugares estratégicamente localizados, debiendo en todo caso ajustarse a lo establecido en la Sección 313 excepto cuando el agregado se acarree para ser tendido y mezclado en la carretera.

410.06 PREPARACION DEL AGREGADO. Antes de efectuar la aplicación del material bituminoso, el agregado debe de ser preparado de conformidad con el procedimiento de construcción establecido de acuerdo con 410.04, procurando, en todo caso, mantener homogéneas sus características de graduación, humedad, composición y calidad.

Cuando se utiliza cemento asfáltico para la mezcla, el agregado debe de estar seco, no permitiéndose más del 1% de humedad. Cuando se utilizan asfaltos líquidos o emulsiones, el agregado puede tener una humedad que no sobrepase el porcentaje de absorción, ASTM C 125, en condición saturada y superficie seca.

410.07 PREPARACION DEL MATERIAL BITUMINOSO.

(a) Tanques de Almacenamiento y Equipo. El Contratista debe contar con equipo de transporte, instalaciones adecuadas y tanques de almacenamiento para el material bituminoso a utilizar, debiendo éstos estar localizados en lugares estratégicos para la mejor operación, de fácil acceso y protegidos contra incendio.

(b) Calentamiento del Material Bituminoso. Cuando se requiere calentamiento del material bituminoso, el equipo para este objeto, ya sea fijo o móvil, debe tener capacidad adecuada para calentar el material a utilizar a la temperatura especificada, sin dañarlo, debiendo tener sistema circulante con serpentines, evitándose el contacto directo de las llamas del quemador con la superficie de los serpentines, tubería o ductos por donde circula el material bituminoso. En ningún caso se debe calentar a más de 170° C.

410.08 APLICACION DEL MATERIAL BITUMINOSO. Las operaciones para la aplicación del material bituminoso deben iniciarse hasta que se complete la preparación del agregado.

La aplicación y mezcla del material bituminoso puede efectuarse en la carretera ó en planta, según lo establezca el procedimiento determinado de acuerdo a 410.04 ó como lo indiquen expresamente las Disposiciones Especiales.

(a) Aplicación y Mezcla en la Carretera por Riegos. La aplicación del material bituminoso puede ser efectuada por medio de riegos sucesivos por medio de tanque distribuidor a presión, sobre el agregado previamente extendido en una capa de espesor uniforme máximo

de 100 milímetros, procediéndose de inmediato a efectuar la mezcla utilizando de preferencia, máquina estabilizadora o mezcladora pulverizadora, hasta que se obtenga una coloración uniforme del material. Seguidamente se debe colocar la mezcla efectuada en camellones, extender la nueva capa de agregado y proceder al siguiente riego y operación de mezcla, hasta completar la cantidad de material para cubrir el espesor total de capa de arena asfalto especificada en los planos y en las Disposiciones Especiales.

El espesor de la capa nunca debe ser menor de 15 milímetros.

(b) Aplicación y Mezcla en la Carretera con Mezcladora Móvil. La aplicación del material bituminoso, puede ser efectuada por medio de planta mezcladora móvil o máquina estabilizadora, equipadas con sistema acoplado de tanque alimentador de material bituminoso, que permita medir el volumen y temperatura de éste último, efectuándose previamente, el esparcimiento del agregado en capas de espesor uniforme o en camellones, de sección transversal uniforme, con la cantidad de agregado necesaria para formar la capa de arena asfalto, del espesor especificado en los planos, en las Disposiciones Especiales o en las secciones típicas de pavimentación correspondientes.

(c) Aplicación y Mezcla en Planta. La mezcla debe ser producida en planta central en frío o en caliente, según lo indiquen las Disposiciones Especiales. La aplicación debe efectuarse utilizando máquina dosificadora y mezcladora que produzca una mezcla uniforme, asegurándose la unión íntima del agregado pétreo y el material bituminoso, debiendo seguidamente transportarse en camiones, que llenen los requisitos de 401.10, para ser volteada en camellones o montones cuando se utilicen mezclas en frío, para ser esparcida posteriormente con motoniveladora o por medio de máquina esparcidora o pavimentadora, sobre la superficie previamente preparada de la carretera. Las mezclas en caliente sólo podrán ser colocadas utilizando máquina pavimentadora.

410.09 CANTIDAD DE MATERIAL BITUMINOSO. La cantidad de material bituminoso a aplicarse, debe ser indicada por escrito al Contratista, por el Delegado Residente, de acuerdo a lo indicado en 410.04 y los resultados de los ensayos de laboratorio, según las características y condiciones de los materiales que se utilizan. La cantidad de aplicación del material bituminoso debe mantenerse dentro de las tolerancias establecidas en la fórmula de trabajo, según 410.17 (c) (3), y en todo caso, se debe comprobar por medio del ensayo de extracción, AASHTO T 164.

Cuando se utiliza el sistema de riegos para mezcla en la carretera, cada aplicación de material bituminoso, no debe exceder de 2.5 litros (0.7 galones) por metro cuadrado.

410.10 CURADO DE LAS MEZCLAS EN FRÍO. Cuando se utilizan asfaltos líquidos, según el tipo y grado del material, debe airearse o curarse la mezcla, hasta lograr la evaporación de por lo menos el 80% de los solventes, antes de proceder a la conformación final y compactación.

En el caso de mezclas con emulsiones asfálticas, la aireación de la mezcla se deberá efectuar de tal manera que al completar la mezcla en la carretera o al tender el material transportado desde la planta, el contenido de humedad total se haya reducido entre el 2% y el 5% del usado durante la aplicación de la emulsión, o cuando la emulsión empiece a romper, lo cual se evidencia por un notorio cambio de color, de marrón a negro. En éste momento se deberá comenzar en forma inmediata el proceso de compactación.

El tiempo de curado es variable según las características de los materiales y condiciones del clima, por lo que este tiempo debe de ser determinado previamente, por medio de ensayos de laboratorio y de campo, efectuados conjuntamente entre el Contratista y el Delegado Residente.

El curado de las mezclas puede ser efectuado en la carretera o según lo determine el procedimiento de construcción, fijado según 410.04 ó lo estipulen las Disposiciones Especiales.

410.11 REQUISITOS DE CLIMA. Se debe cumplir con lo establecido en 403.09 en lo referente a las mezclas efectuadas en frío y con lo establecido en 401.11 para las mezclas efectuadas en caliente.

410.12 REQUISITOS PARA LAS PLANTAS MEZCLADORAS. Deben cumplir con lo establecido en 403.08 (b) (3) en lo referente a las mezclas efectuadas en frío y con lo establecido en 401.08 para las mezclas efectuadas en caliente.

410.13 FORMULA DE TRABAJO. Previamente a la iniciación de la producción de mezcla de arena asfalto y cuando se trate de mezcla en planta, el Contratista debe someter a la aprobación del Delegado Residente, la fórmula de trabajo que establece las cantidades en las proporciones de agregado y material bituminoso y en el caso de requerirse lámina asfáltica (Sheet Asphalt), las cantidades de arena, polvo mineral y cemento asfáltico, para obtener una mezcla de acuerdo a las tolerancias establecidas en 410.17 (c) (3) y conforme a estas Especificaciones Generales, Disposiciones Especiales y planos correspondientes.

410.14 TRANSPORTE DE LA MEZCLA DE ARENA ASFALTO. Cuando se efectúe la mezcla de arena asfalto en planta en frío, ésta debe de ser transportada de la planta al lugar de su colocación, por medio de vehículos con palangana de volteo, que llenen los requisitos de la Sección 403. Cuando se trate de mezcla de arena asfalto en caliente ó lámina asfáltica (Sheet Asphalt), ésta se debe transportar de inmediato, por medio de vehículos con palangana de volteo que llenen los requisitos de la Sección 401 y proceder al tendido y compactación lo más pronto posible para evitar la pérdida de calor. Cuando se trate de mezcla con asfaltos líquidos, el transporte puede efectuarse antes o después de transcurrido el tiempo y proceso de curado, dependiendo de la forma establecida en el procedimiento de construcción determinado según 410.04.

410.15 COLOCACION Y TENDIDO. Cuando se trate de mezcla efectuada en frío, ésta puede ser colocada en camellones o montones en lugares ubicados estratégicamente, procediéndose después de transcurrido el tiempo y proceso de curado, a su transporte, tendido y conformación final, por medio de motoniveladoras o máquinas pavimentadoras, para luego ser compactada. Cuando se trate de mezcla en caliente, ésta debe colocarse y tenderse a una temperatura mínima de 120° C, con máquina pavimentadora.

Las máquinas pavimentadoras deben ser autopropulsadas especiales para este trabajo que permitan ajustar el espesor y el ancho a tender, asegurando un esparcimiento uniforme en una sola operación, en un ancho no menor a un carril de circulación o a la mitad del ancho de la corona de la carretera de acuerdo con lo que se establezca en las Disposiciones Especiales y en la sección típica correspondiente.

El espesor de cada capa no debe ser mayor de 50 milímetros. La longitud máxima de los tramos de tendido y el espesor, están condicionados al equipo de compactación de que dispone el Contratista y las pérdidas de temperatura que sufra la mezcla cuando ésta sea en caliente. El espesor de la capa nunca debe ser menor de 15 milímetros.

410.16 COMPACTACION. La mezcla arena asfalto debe de ser uniformemente compactada hasta el 100% de la densidad máxima de laboratorio según el método de diseño, indicado en 410.03 (d), a menos que el método sea fijado expresamente en las Disposiciones Especiales.

La compactación en el campo se comprobará de preferencia según AASHTO T 230. Con la aprobación escrita del Ingeniero pueden usarse otros métodos técnicos, incluyendo los no destructivos.

Cuando el espesor a compactar excede de 10 centímetros, el material debe colocarse, tenderse y compactarse en dos o más capas.

Debe colocarse riego de liga, de acuerdo a la Sección 408 cuando la capa inferior haya sido abierta al tránsito antes de ser cubierta con otra capa.

La mezcla arena asfalto con porcentaje de vacíos mayor de 8%, debe siempre recubrirse en la superficie, con una capa de sello asfáltico ordinario de acuerdo con los requisitos establecidos en la Sección 405.

410.17 CONTROL DE CALIDAD, TOLERANCIAS Y ACEPTACION.

(a) Control de Calidad en las Características de los Materiales.

(1) Desintegración al Sulfato de Sodio. En cada banco de material se debe efectuar un ensayo por cada 4,000 metros cúbicos de material pétreo en su estado original y por cada 2,000 metros cúbicos de agregado producido.

(2) Granulometría. Si los ensayos de granulometría se apartan de la curva especificada, deben hacerse inmediatamente correcciones al proceso de clasificación y trituración o cambiar de lugar de explotación en el banco. En cada banco se debe efectuar por lo menos un ensayo por cada día de producción o un ensayo por cada 100 metros cúbicos producidos.

(3) Plasticidad y Equivalente de Arena. En cada banco se efectuarán un ensayo por cada 2,000 metros cúbicos de agregado producido.

(4) Material Bituminoso. El Contratista deberá proporcionar los certificados de calidad extendidos por el proveedor en donde se hagan constar las características del material bituminoso correspondientes al grado especificado proveído por lote de producción o embarque según sea aplicable, sin menoscabo de las verificaciones periódicas que ordene el Delegado Residente efectuando las operaciones de muestreo de conformidad con AASHTO T 40. Dichas verificaciones podrán efectuarse bimensualmente.

(5) Mezcla Arena Asfalto. El Contratista debe tomar muestras de acuerdo a AASHTO T 168 y efectuar un ensayo completo de estabilidad y características volumétricas de la mezcla, incluyendo porcentaje de material bituminoso residual (tomando en cuenta la pérdida de volumen del solvente por evaporación y debido a las operaciones de curado, de acuerdo con el tipo y grado de material bituminoso utilizado) y graduación de los agregados minerales después de la extracción, AASHTO T 30, por cada 400 metros cúbicos de mezcla colocada y compactada.

(b) Tolerancias en las Características de los Materiales. Si los ensayos efectuados a los materiales no llenan los valores estipulados para cada una de las características de 410.03 (a), (b) y (c), después de efectuar las verificaciones necesarias, y si la condición desfavorable persiste en más del 20% de los ensayos verificados, el Contratista debe hacer las correcciones necesarias, a su costa, o el material será rechazado.

(c) Control de Calidad y Tolerancias en los Requisitos de Construcción.

(1) Compactación. Se establece una tolerancia de un 2% en menos, respecto al porcentaje de compactación especificado en 410.16, para aceptación de capa de arena asfalto.

Se efectuará un ensayo representativo por cada 400 metros cuadrados de arena asfalto, de cada una de las capas que se compacten.

Las densidades no podrán ser efectuadas a una distancia menor de 20 metros en sentido longitudinal sobre la superficie compactada que se esta controlando, a menos que se trate de áreas delimitadas para corrección.

(2) Superficie. La conformación de la superficie terminada de la capa de arena asfalto debe ser verificada mediante la utilización de una regla recta rodante ó una regla o varilla de 3 metros de longitud graduada, determinándose si la altura es constante sobre la superficie en sentido transversal y longitudinal. No se permiten irregularidades mayores de 2.5 milímetros en el sentido paralelo al eje de la carretera ni mayores de 5 milímetros en el sentido transversal.

En las Disposiciones Especiales deberá establecerse el Índice de Rugosidad IRI (International Roughness Index) máximo permisible aplicable a cada capa de arena asfalto.

(3) Tolerancias en la Fórmula de Trabajo. La mezcla de arena asfalto cuando se requiere el tipo lamina asfáltica (Sheet Asphalt), debe llenar los requisitos de la fórmula de trabajo dentro de las tolerancias siguientes:

Requisitos de la Fórmula de Trabajo	Tolerancia en más o en menos
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Agregado retenido en Tamiz N°4 (4.750 mm) ▪ Agregado retenido en Tamiz N°8 (2.360 mm) ▪ Agregado retenido en Tamiz N°30 (0.600 mm) ▪ Agregado retenido en Tamiz N°200 (0.075 mm) ▪ Agregado que pasa el Tamiz N°200 (0.075 mm) ▪ Temperatura para mezclar, tender y compactar ▪ Contenido de cemento asfáltico 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 5 % en peso del material pétreo ➤ 4 % en peso del material pétreo ➤ 3 % en peso del material pétreo ➤ 2 % en peso del material pétreo ➤ 1 % en peso de la mezcla total ➤ 5° Centígrados ➤ 5.0 % en peso del contenido de material bituminoso ordenado

Cuando se requiere mezcla arena asfalto que no es del tipo lámina asfáltica (Sheet Asphalt), las tolerancias son las siguientes:

Requisitos de la Fórmula de Trabajo	Tolerancia en más o en menos
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Agregado retenido en Tamiz N°4 (4.750 mm) ▪ Agregado que pasa Tamiz N°4 (4.750 mm) ▪ Agregado que pasa el Tamiz N°200 (0.075 mm) ▪ Contenido de material bituminoso 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ ± 8 % en peso del material pétreo ➤ ± 5 % en peso del material pétreo ➤ ± 2 % en peso del material pétreo ➤ 5.0 % en peso del contenido de material bituminoso ordenado

(d) Espesor. El espesor de la capa de arena asfalto se debe verificar al efectuar cada ensayo de control de compactación según AASHTO T 230, a menos que se hayan autorizado métodos no destructivos, en cuyo caso se deben efectuar perforaciones cada 200 metros lineales por carril de circulación para la verificación del espesor. Para mezclas tendidas con maquina pavimentadora se establece una tolerancia de ± 5 milímetros, pero el promedio aritmético de los espesores determinados cada kilómetro, no debe diferir en más de 2.5 milímetros del espesor estipulado en los planos. Para mezclas tendidas con motoniveladora se establece una tolerancia de ± 10 milímetros, pero el promedio aritmético de los espesores determinados cada kilómetro, no debe diferir en más de 5 milímetros del espesor estipulado en los planos. En ningún caso éstas tolerancias podrán ser mayores de un tercio del espesor de la capa terminada.

(e) Aceptación. La aceptación de la capa de arena asfalto se debe efectuar, hasta que ésta se encuentre en el ancho total indicado en las secciones típicas de pavimentación, debidamente compactada y dentro de las tolerancias establecidas.

410.18 CORRECCIONES. Cuando sea necesario corregir la capa de arena asfalto, por defectos de construcción o variaciones de diseño, se debe proceder en la forma siguiente:

(a) Correcciones por Defectos de Construcción o Causas Imputables al Contratista.

(1) Corrección de Defectos en la Capa de Superficie. Los más comunes son: espesor deficiente, baja compactación, exceso de material bituminoso, baches, grietas, segregación, laminación y otros. El área previamente delimitada por el Delegado Residente para corrección, debe excavarse a la profundidad total de la capa que se está controlando y sustituirse por mezcla de arena asfalto que esté dentro de especificaciones. Después de sustituir el material, se debe proceder a compactarlo de nuevo hasta que tanto el área delimitada como la superficie adyacente cumplan con los requisitos de estas Especificaciones Generales, Disposiciones Especiales y planos correspondientes.

(b) Correcciones por Variaciones de Diseño o Causas no Imputables al Contratista. Cuando sea necesario efectuar correcciones de la capa de arena asfalto, variaciones de diseño o causas no imputables al Contratista, el Delegado Residente debe proceder a delimitar el área a corregir, ordenando las enmiendas necesarias, incluyendo el aumento del espesor de la capa, por cuyo trabajo se debe pagar al Contratista a los precios unitarios de Contrato, o en su defecto por medio de un Acuerdo de Trabajo Extra.

410.19 MEDIDA.

(a) Arena Asfalto por Volumen. La medida se debe hacer por el número de metros cúbicos, con aproximación de dos decimales, medidos en su posición final ya compactados, de Arena Asfalto, satisfactoriamente construidos y aceptados, de acuerdo con estas Especificaciones Generales, Disposiciones Especiales y planos correspondientes. El volumen se debe determinar por procedimientos analíticos, la longitud se debe medir sobre la línea central de la carretera en proyección horizontal, el ancho debe ser el delimitado y dimensionado dentro de la sección típica de pavimentación y el espesor debe ser el promedio de los espesores reales colocados y compactados.

(b) Arena Asfalto por Peso. Cuando las Disposiciones Especiales así lo estipulen expresamente, la medida se debe hacer del número de toneladas de 907.18 Kg (2,000 libras), con aproximación de dos decimales de Arena Asfalto, satisfactoriamente construidas y aceptadas de acuerdo con estas Especificaciones Generales, Disposiciones Especiales y planos correspondientes. El peso se debe determinar por medio de básculas que llenen los requisitos estipulados en la Sección 401, debiéndose efectuar cada medida del peso neto de la mezcla en presencia de un Inspector de la Supervisora, quien debe firmar el vale correspondiente, comprobándose la colocación y aceptación en la carretera con la firma del Inspector de Campo de la misma Supervisora. El Delegado Residente debe llevar un control diario del número de toneladas producidas, aceptadas y rechazadas que correspondan a cada tramo y efectuar las deducciones por rechazos posteriores, No se debe hacer ninguna deducción por el peso del material bituminoso contenido en la mezcla.

(c) Material Bituminoso. La medida se debe hacer por el número de galones (USA) tipo de los Estados Unidos de América, a la temperatura de 15.6° C, con aproximación de dos decimales de Material Bituminoso para Arena Asfalto, ordenados, satisfactoriamente aplicados, y aceptados dentro de las tolerancias establecidas y conforme estas Especificaciones Generales, Disposiciones Especiales y planos correspondientes.

La cantidad de material bituminoso se debe determinar, por diferencia de lecturas del indicador de la mezcladora, de conformidad con la cantidad ordenada según 403.04, y se debe comprobar por medio de ensayos de contenido de bitumen en la mezcla AASHTO T 164.

Para efectuar los ajustes correspondientes a la cantidad, cuando proceda, en ningún caso se debe aceptar para medida, una cantidad mayor de lo ordenado más la tolerancia establecida en 403.17 (c) (3).

410.20 PAGO.

(a) Arena Asfalto por Volumen. El pago se debe hacer por el número de metros cúbicos medidos como se indica en 410.19 (a), satisfactoriamente construidos y aceptados como lo establecen los planos, Especificaciones Generales y Disposiciones Especiales, al precio unitario de contrato correspondiente a Arena Asfalto.

(b) Arena Asfalto por Peso. Cuando las Disposiciones Especiales así lo estipulen expresamente, el pago se debe hacer por el número de toneladas, medidas como se indica en 410.19 (b), de Arena Asfalto satisfactoriamente construidas y aceptadas como lo establecen los planos, Especificaciones Generales y Disposiciones Especiales, al precio unitario de contrato, correspondiente a Arena Asfalto.

(c) Material Bituminoso. El pago se debe hacer por el número de galones (USA) tipo de los Estados Unidos de América, medidos como se indica en 410.19 (c), ordenados, satisfactoriamente aplicados y aceptados, como lo establecen los planos, Especificaciones Generales y Disposiciones Especiales, al precio unitario de contrato, correspondiente a Material Bituminoso para Arena Asfalto.

Estos precios incluyen todo el trabajo estipulado en esta Sección de conformidad con lo indicado en 110.02.

No se reconoce ningún pago adicional por el suministro de todos los materiales incluyendo el agua y el polvo mineral, ni por el acarreo y sobre-acarreo de materiales y mezcla asfáltica, ni por las operaciones necesarias para la obtención y utilización, apilamiento y almacenamiento del agregado pétreo. Tampoco se reconoce pago adicional por el equipo y personal necesario para efectuar el control de laboratorio, ni por las correcciones de defectos imputables al Contratista ni por la mezcla de arena asfalto rechazada. Todos estos gastos y los demás implícitos para efectuar el trabajo, deben estar incluidos en los precios unitarios correspondientes a esta Sección.

El sello asfáltico y riego de liga, cuando se requieren deben ser medidos y pagados de acuerdo a las Secciones 405 y 408, respectivamente.

RESUMEN DE NORMAS

<u>Ensayos</u>		<u>Materiales</u>	
Graduación	AASHTO T 11 AASHTO T 27 y AASHTO T 37	Cemento Asfáltico	AASHTO M 20 AASHTO M 226
		Asfalto MC	AASHTO M 82
Desintegración al sulfato de sodio	AASHTO T 104	Emulsiones Aniónicas	AASHTO M 140
Preparación muestra en húmedo	AASHTO T 146	Emulsiones Catiónicas	AASHTO M 208

Índice plástico	AASHTO T 90
Límite Líquido	AASHTO T 89
Equivalente de arena	AASHTO T 176
Peso Unitario	AASHTO T 19
Desvestimiento	Método DGC
Gravedad Específica	AASHTO T 84 y T 85
Marshall	AASHTO T 245 (ASTM D 1559)
Humedad del agregado seca saturado	ASTM C 125
Muestreo material bituminoso	AASHTO T 40
Viscosidad del cemento asfáltico	AASHTO T 201
Penetración del AC	AASHTO T 49
Punto de inflamación del cemento asfáltico	AASHTO T 48
Viscosidad del Asfalto Líquido	AASHTO T 201
Punto de Inflamación del Asfalto líquido	AASHTO T 48 y 79
Viscosidad de las emulsiones asfálticas	AASHTO T 59
Residuo por destilación de las emulsiones	AASHTO T 59
Punto de ablandamiento de emulsiones asfálticas	AASHTO T 53
Penetración de emulsiones Asfálticas	AASHTO T 49
Contenido de bitumen en la mezcla (extracción)	AASHTO T 164
Compactación en el campo	AASHTO T 230

SECCION 411 ASFALTOS MODIFICADOS

- 411.01 Definición.
- 411.02 Tipos de Cementos Asfálticos Modificados.
- 411.03 Usos de los Cementos Asfálticos Modificados.
- 411.04 Normas de Aplicación.
- 411.05 Medida y Pago.

411.01 DEFINICIÓN. Las propiedades viscoelásticas del cemento asfáltico pueden ser mejoradas mediante la adición de modificadores del asfalto que pueden ser polímeros que incluyen los elastómeros, compuestos metálicos, compuestos azufrados, fibras y silicones. Los polímeros pueden ser clasificados en elastómeros utilizados para mejorar las propiedades elásticas del cemento asfáltico y en plastómeros los cuales mejoran la rigidez del asfalto. El efecto de los modificadores del asfalto es el de ampliar el rango de temperaturas usado en la definición de la clasificación por desempeño PG descrita en la Sección 401.01. Con el uso de los polímeros, se pueden modificar varias propiedades del cemento asfáltico, entre las cuales se encuentran las siguientes:

- Susceptibilidad a la temperatura
- Adhesión a los agregados
- Resistencia a la deformación permanente
- Resistencia al agrietamiento por fatiga
- Ductilidad
- Elasticidad

(a) Elastómeros. Los tipos básicos de elastómeros utilizados para modificar asfaltos son:

(1) Hules sintéticos compuestos de Estireno-Butadieno (Styrene-Butadiene, SB) y Hule de Estireno-Butadieno (Styrene-Butadiene Rubber, SBR), los cuales se fabrican en forma de emulsión comúnmente conocida como látex.

(2) Hule Termoplástico de Estireno-Butadieno-Estireno (Styrene-Butadiene-Styrene, SBS).

(b) Plastómeros. Los tipos básicos de plastómeros utilizados son:

(1) Polietileno de Baja Densidad (Low Density Polyethylene, LDPE).

(2) Etileno-Vinilo-Acetato (Ethylene-Vinyl-Acetate, EVA).

En la Tabla 411-1 se indica un listado de los polímeros típicos que se utilizan para modificar asfaltos.

Los polímeros tienen una estructura de cadena relativamente larga de hidrocarbano en comparación con el asfalto y, por lo tanto, la adición de polímeros usualmente incrementa la rigidez o la viscosidad del cemento asfáltico a altas temperaturas. La adición de pequeñas cantidades de polímeros, en el rango de 1 a 2 por ciento, provee refuerzo general y rigidez al cemento asfáltico. Cantidades mayores de polímero, en el rango de 3 a 4 por ciento, pueden formar una estructura de red. La elección adecuada de asfalto, grado de asfalto, tipo de concentración de polímero y método de mezcla determinará si se forma una estructura de red.

La adición de polímeros al cemento asfáltico mejora principalmente las propiedades del asfalto a altas temperaturas y únicamente tiene un efecto limitado sobre las propiedades a bajas

temperaturas. Las propiedades a bajas temperaturas del asfalto modificado son determinadas principalmente por el grado del asfalto base. Al modificar asfaltos de baja viscosidad (es decir cementos asfálticos de bajo grado) con el polímero adecuado, se pueden fabricar asfaltos que provean un módulo de elasticidad significativamente más bajo a temperaturas más bajas, al mismo tiempo que proveen módulos altos a temperaturas elevadas. Es decir que las características mecánicas pueden ser mejoradas a lo largo de todo el rango de temperaturas de operación por medio de la mezcla con el polímero adecuado y el grado y tipo adecuado de asfalto.

Tabla 411-1 Polímeros típicos utilizados para modificar asfaltos

Tipo	Presentación	Composición Química
1. Elastómeros:		
• Copolímero de Bloque	Látex	Estireno-Butadieno (SB)
• Copolímeros aleatorios	Látex	Estireno-Butadieno-Hule (SBR)
• Copolímero de Bloque	Granulado o en polvo	Estireno-Butadieno-Estireno (SBS)
• Copolímero de Bloque	Grumos	Estireno-Butadieno (SB)
• Copolímero de Bloque	Granulado o en polvo	Estireno-Butadieno-Estireno (SBS)
• Homopolímero	Látex	Policloropreno
• Copolímeros aleatorios	Látex	Estireno-Butadieno-Hule (SBR)
• Copolímero de Bloque	Pre-mezclado	Estireno-Butadieno (SB)
• Copolímero aleatorio	Látex	Estireno-Butadieno-Hule (SBR)
• Copolímero de Bloque	Granulado o en polvo	Estireno-Butadieno-Estireno (SBS)
2. Plastómeros:		
• Copolímero	Granulado o en polvo	Etileno Vinilo Acetato (EVA)
• Homopolímero	Premezclado con el CA	Polietileno de Baja Densidad (LDPE)
• Copolímero	Granulado o en polvo	Etileno Vinilo Acetato (EVA)
• Copolímero	Granulado o en polvo	Etileno Metilacrilato (EMA)
• Copolímero	Pelotitas (Pellets)	Etileno Vinilo Acetato (EVA)

411.02 TIPOS DE CEMENTOS ASFÁLTICOS MODIFICADOS. De conformidad con las especificaciones guía para asfaltos modificados con polímeros desarrolladas por el Grupo de Trabajo No. 31 de la AASHTO-AGC(American General Contractor)-ARTBA(American Road and Transportation Builders Association) las múltiples variedades de asfaltos modificados con polímeros han sido agrupadas en los siguientes Tipos:

(a) **Tipo I.** Las propiedades del cemento asfáltico modificado con polímero Tipo I, corresponden a las propiedades del cemento asfáltico convencional después de modificarlo con copolímeros de bloque de Estireno. La mayoría de estos cementos asfálticos modificados que cumplen con esta especificación tienen semibloques de Butadieno y pueden ser configuraciones de bibloques del tipo SB o tribloques del tipo SBS. De este tipo se distinguen las siguientes clases:

Clases de Asfaltos Modificados Tipo I:

- I-A
- I-B
- I-C
- I-D

En la siguiente tabla se enumeran las especificaciones para éstas clases de asfaltos modificados.

Tabla 411-2 Especificaciones de los Asfaltos Modificados Tipo I

Propiedades	Norma		Clases de Asfalto Modificado Tipo I			
			I-A	I-B	I-C	I-D
Penetración, a 25° C, 100g y 5 s	AASHTO T 49	Min. Máx.	100 150	75 100	50 75	40 75
Penetración, a 4° C, 200g y 60 s	AASHTO T 49	Min.	40	30	25	25
Viscosidad, 60° C, Poises	AASHTO T 202	Min.	1000	2500	5000	5000
Viscosidad, 135° C, centi Stokes	AASHTO T 201	Máx.	2000	2000	2000	2000
Punto de ablandamiento, R & B, ° C	AASHTO T 53	Min.	43.3	48.9	54.4	60
Punto de Flama, ° C	AASHTO T 48	Min.	218.3	218.3	232.2	232.2
Solubilidad en Tricloro etileno (TCE), % ⁽¹⁾	ASTM D 2042	Min.	99	99	99	99
Separación ⁽²⁾ , diferencia R & B, ° C	AASHTO T 44	Máx.	2.2	2.2	2.2	2.2
Ensayo del Residuo del Horno de Película Delgada (RTFOT)						
Recuperación elástica ⁽³⁾ , a 25° C, %	AASHTOT179	Min.	45	45	45	50
Penetración a 4° C, 200g y 60s	AASHTO T 49	Min.	20	15	13	13

⁽¹⁾ Solubilidad del asfalto original.

⁽²⁾ Diferencias de puntos de ablandamiento de la parte superior e inferior de una muestra de asfalto modificado con polímeros, a 162.8° C durante 48 horas según se describe en el Apéndice A de las especificaciones guía para asfaltos modificados con polímeros, elaboradas por la AASHTO-AGC-ARTBA.

⁽³⁾ Deformación recuperable después del ensayo de ductilidad, AASHTO T 51 descrito en el Apéndice B de las especificaciones guías para asfaltos modificados con polímeros, elaboradas por la AASHTO-AGC-ARTBA.

(b) **Tipo II.** Las propiedades del cemento asfáltico modificado con polímero Tipo II, corresponden a las propiedades del cemento asfáltico convencional después de modificarlo con látex de hule de Estireno Butadieno (SBR) o Neopreno. Este tipo se subdivide en las clases II-A, II-B y II-C, los cuales tienen las especificaciones de la siguiente tabla.

Tabla 411-3 Especificaciones de los Asfaltos Modificados Tipo II

Propiedades	Norma		Clases de Asfalto Modificado Tipo II		
			II-A	II-B	II-C
Penetración, a 25° C, 100g y 5 s	AASHTO T 49	Min.	100	70	80
Viscosidad, 60° C, Poises	AASHTO T 202	Min.	800	1600	1600
Viscosidad, 135° C, centi Stokes	AASHTO T 201	Máx.	2000	2000	2000
Ductilidad, 4° C, 5 cpm, mm	AASHTO T 51	Min.	500	500	250
Punto de Flama, ° C	AASHTO T 48	Min.	232.2	232.2	232.2
Solubilidad, %	AASHTO T 44	Min.	99	99	99
Endurecimiento, 25° C, 20 ipm, N-m	ASTM D 5801	Min.	0.429	0.629	0.629
Tenacidad, 25° C, 20ipm, N-m	ASTM D 5801	Min.	0.286	0.429	0.429
Ensayo del Residuo del Horno de Película Delgada (RTFOT) AASHTO T 179					
Viscosidad, 60° C, Poises	AASHTO T 202	Máx.	4000	8000	8000
Ductilidad, 39.2, 5 cpm, mm	AASHTO T 51	Min.	250	250	80
Endurecimiento, 25° C, 20ipm, N-m	ASTM D 5801	Min.	-	-	0.629
Tenacidad, 25° C, 20 ipm, N-m	ASTM D 5801	Min.	-	-	0.429

(c) Tipo III. Las propiedades del cemento asfáltico modificado con polímero Tipo III, corresponden a las propiedades del cemento asfáltico convencional después de modificarlo con acetato vinilo etileno ó con polietileno. De este tipo se distinguen las clases III-A, III-B, III-C, III-D y III-E, con las especificaciones de la siguiente tabla.

Tabla 411-4 Especificaciones de los Asfaltos Modificados Tipo III

Propiedades	Norma		Clases de Asfalto Modificado Tipo II				
			III-A	III-B	III-C	III-D	III-E
Penetración, a 25° C, 100g y 5 s	AASHTO T 49	Min.	30	30	30	30	30
		Máx.	130	130	130	130	130
Penetración, a 4° C, 200g y 60 s	AASHTO T 49	Min.	48	35	26	18	12
Viscosidad, 135° C, centi Stokes	AASHTO T 201	Min.	150	150	150	150	150
		Máx.	1500	1500	1500	1500	1500
Punto de ablandamiento, R & B, ° C	AASHTO T 53	Min.	125	130	135	140	145
Punto de Flama, ° C	AASHTO T 48	Min.	218.3	218.3	218.3	218.3	218.3
Separación		Min.	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)
Ensayos del Residuo del Horno de Película Delgada (RTFOT)	AASHTO T 179						
Perdida por calentamiento, %	AASHTO T 179	Máx.	1	1	1	1	1
Penetración a 4° C, 200g y 60s	AASHTO T 49	Min.	24	18	13	9	6

⁽¹⁾ Debe haber compatibilidad entre el asfalto y el polímero, manteniéndose una mezcla homogénea sin formación de películas en la superficie o asentamiento de lodos en el fondo al efectuar la prueba que se describe en el Apéndice C de las especificaciones guía para asfaltos modificados con polímeros, elaboradas por la AASHTO-AGC-ARTBA.

411.03 USOS DE LOS CEMENTOS ASFÁLTICOS MODIFICADOS. Los Cementos Asfálticos Modificados deberán evaluarse y clasificarse efectuando los ensayos requeridos en la Especificación AASHTO MP-1 correspondiente a las graduaciones de Cementos Asfálticos por Desempeño (PG). Para Concretos Asfálticos, la selección del tipo de Cemento Asfáltico Modificado conforme la graduación indicada anteriormente, se efectuará para cumplir con los requisitos indicados en 401.03 (d) cuando no se encuentren disponibles cementos asfálticos procesados sin modificar. Para el uso de cementos asfálticos modificados, el Delegado Residente requerirá la presentación de los certificados de calidad y los resultados de los ensayos efectuados por laboratorios certificados que comprueben el cumplimiento de la especificación AASHTO MP 1, de acuerdo con el grado nominal bajo el cual se propone el uso del cemento asfáltico modificado. Adicionalmente, se deberán presentar las especificaciones correspondientes a las temperaturas de aplicación o de mezcla, según corresponda.

Los tipos de Cementos Asfálticos Modificados indicados a continuación están orientados a servir de guía para la selección del tipo y clase más adecuado para ser utilizado según las condiciones climáticas del proyecto. Para otras aplicaciones o cuando no se disponga del equipo para realizar los ensayos requeridos para clasificar los cementos asfálticos por desempeño (PG), se podrán usar, como referencia, los resultados de los ensayos y la clasificación efectuada conforme lo indicado en 411.03, como se indica a continuación.

(a) Usos del Tipo I.

- Tipo I-A. Utilizado en mezclas de concreto asfáltico para ser utilizado en climas fríos, en tratamientos superficiales aplicados en caliente y para el sellado de grietas.

- Tipo I-B. De uso general, aplicable a concretos asfálticos de graduación abierta o densa y para aplicaciones de sellado en caliente para ser utilizadas en climas de moderados a cálidos.

- Tipo I-C. De uso general, aplicable a concretos asfálticos de graduación abierta o densa y para aplicaciones de sellado en caliente para ser utilizadas en climas más cálidos que los del inciso anterior.

- Tipo I-D. Para uso en climas calurosos en los cuales el concreto asfáltico estará sometido al paso de altos volúmenes de tráfico, con un alto porcentaje de camiones.

(b) Usos del Tipo II.

- Tipo II-A. Utilizado en mezclas de concreto asfáltico para ser utilizado en climas fríos, en tratamientos superficiales aplicados en caliente y para el sellado de grietas.

- Tipo II-B y Tipo II-C. De uso general, aplicable a concretos asfálticos de graduación abierta o densa y para aplicaciones de sellado en caliente para ser utilizadas en climas cálidos.

(c) Usos del Tipo III.

Los Asfaltos Modificados Tipo III se pueden seleccionar requiriendo un punto de ablandamiento (AASHTO T 53), por lo menos 22° C mayor que la temperatura ambiente diaria máxima durante el mes más caluroso de operación en el proyecto.

La temperatura para efectuar los ensayos de penetración conforme se indica en la tabla de los Asfaltos Modificados Tipo III se podrá modificar sustituyéndola por la temperatura ambiente mínima normal durante el mes más frío en el proyecto.

411.04 NORMAS DE APLICACIÓN.

El uso de Cementos Asfálticos Modificados con Polímetros exceptuando lo aplicable específicamente conforme esta Sección, se regirá por lo establecido en las demás secciones de la División 400, según corresponda.

411.05 MEDIDA Y PAGO.

La medida y pago se debe hacer conforme se establece en las sub-secciones de medida y pago correspondientes al renglón de material bituminoso contratado según el uso ó aplicación que corresponda, dentro de las tolerancias establecidas y conforme estas Especificaciones Generales, Disposiciones Especiales y planos correspondientes.

El precio de los compuestos modificadores del asfalto debe estar incluido dentro del precio del material bituminoso del grado contratado, ya que no se reconocerá ningún pago adicional por estos modificadores. Todos los gastos para suministrar e incorporar los compuestos modificadores del asfalto, deben estar incluidos en los precios unitarios establecidos en el contrato, de conformidad con el uso previsto y definido de acuerdo con la sección correspondiente de estas especificaciones.

DIVISION 500PAVIMENTOS RÍGIDOSSECCION 501 PAVIMENTO DE CONCRETO DE CEMENTO HIDRÁULICO

- 501.01 Definición.
- 501.02 Descripción.
- 501.03 Requisitos para los Materiales.
- 501.04 Equipo de Pavimentación.
- 501.05 Determinación del Procedimiento de Construcción.
- 501.06 Producción de los Agregados.
- 501.07 Producción y Suministro del Concreto.
- 501.08 Colocación y Compactación del Concreto.
- 501.09 Acabado, Texturizado y Ranurado del Concreto.
- 501.10 Colocación del Acero de Refuerzo en Pavimentos Continuamente Reforzados.
- 501.11 Construcción de Juntas.
- 501.12 Curado.
- 501.13 Remoción de las Formaletas.
- 501.14 Relleno y Sellado de las Juntas.
- 501.15 Mantenimiento y Control de Tránsito.
- 501.16 Control de Calidad, Tolerancias y Aceptación.
- 501.17 Correcciones.
- 501.18 Medida.
- 501.19 Pago.

501.01 DEFINICION. Pavimento de Concreto. Es un pavimento rígido, de concreto de cemento hidráulico, con o sin refuerzo, que se diseña y construye para resistir las cargas e intensidad del tránsito.

Existen varios tipos de pavimentos rígidos, que pueden dividirse en 1) Pavimentos de Concreto Simple y 2) Pavimentos de Concreto Continuamente Reforzados con barras de acero. Los pavimentos de concreto simple a la vez pueden ser de dos tipos: a) Pavimento de Concreto Simple con juntas sin barras de transferencia, y b) Pavimento de Concreto Simple con juntas con barras de transferencia, ambos con losas de 3 a 6 metros.

501.02 DESCRIPCION. Este trabajo consiste en la construcción sobre subrasante, sub-base o base preparada y aceptada previamente, de la carpeta o losa de pavimento de concreto, de acuerdo con los planos, incluyendo la fabricación y suministro del concreto estructural, conforme se indica en la sección 551 y el manejo, colocación, compactación, acabado, curado y protección del concreto de acuerdo con la sección 553 y lo indicado en esta sección, ajustándose a los alineamientos horizontal y vertical, espesores y secciones típicas de pavimentación, dentro de las tolerancias estipuladas, de conformidad con estas Especificaciones Generales y Disposiciones Especiales.

En los planos de sección típica de pavimentación, se deberá indicar el año base utilizado para el diseño del pavimento, el período de diseño, el total de ejes equivalentes de 80 kN (ESAL) y el Módulo de Reacción de la subrasante utilizado para el carril de diseño durante el período correspondiente, el espesor de la capa de concreto hidráulico con sus respectivas clases, los tipos de juntas, y la colocación del acero de refuerzo, si es necesaria, de acuerdo con lo especificado en las Disposiciones Especiales.

MATERIALES

501.03 REQUISITOS PARA LOS MATERIALES. Los materiales para pavimentos de concreto de cemento hidráulico, a menos que lo indiquen de otra forma las Disposiciones Especiales, deben llenar los requisitos siguientes:

(a) Cementos Hidráulicos. Estos cementos deben cumplir con los requisitos de 551.04 (a) con una clase de resistencia de 28MPa (4,000 psi) o mayor.

Con la aprobación previa del Ingeniero pueden utilizarse otras clases de cemento.

(b) Agregado Fino. Debe consistir en arena natural o manufacturada, compuesta de partículas duras y durables, que llene los requisitos de 551.04 (b), con las limitaciones sobre cantidad de finos allí estipuladas, para concreto de pavimentos y para concreto sujeto a desgaste superficial.

El agregado fino debe ser almacenado separadamente del agregado grueso, en pilas independientes para las diversas procedencias, debiéndose controlar sus características y condiciones por medio de ensayos de laboratorio, para hacer los ajustes en la dosificación, en el momento de la elaboración del concreto.

(c) Agregado Grueso. Debe consistir en grava o piedra trituradas, trituradas parcialmente o sin triturar, procesadas adecuadamente para formar un agregado clasificado, que llene los requisitos establecidos en 551.04 (c), incluyendo los requisitos de desgaste o abrasión y la limitación de partículas planas y alargadas.

(d) Agua. Debe llenar los requisitos establecidos en 551.04 (d).

(e) Aditivos. El uso de aditivos para concreto debe ajustarse a lo prescrito en 551.05.

(f) Requisitos para la Clase y Resistencia del Concreto. El concreto de cemento hidráulico para pavimentos, debe llenar los requisitos de 551.11 y ser como mínimo clase 24.5 (3,500) con una resistencia a compresión AASHTO T 22 (ASTM C 39), promedio mínima de 24.5 MPa (3,500 psi) y una resistencia a la flexión AASHTO T 97 (ASTM C 78), promedio mínima de 3.8 MPa (550 psi), determinadas sobre especímenes preparados según AASHTO T 126 (ASTM C 192) y T 23 (ASTM C 31), ensayados a los 28 días. Cuando en los planos y Disposiciones Especiales no se indique la clase, resistencia a la compresión y resistencia a la flexión del concreto, deben usarse los valores que se indican a continuación.

Para pavimentos de carreteras principales y vías urbanas principales con un tránsito promedio diario anual mayor de 5,000 y con un tránsito pesado promedio diario arriba del 20%, debe usarse un concreto de clase 28 (4,000) o mayor, con una resistencia a la flexión AASHTO T97 (ASTM C78) promedio mínima de 4.5 MPa (650 psi) o mayor, que llene todos los requisitos de la Tabla 501-1.

Tabla 501-1 Composición del Concreto de Cemento Hidráulico para Pavimentos

Relación Agua Cemento Máxima	Temperatura del Concreto	Asentamiento AASHTO T 119	Contenido de Aire Mínimo ⁽¹⁾	Tamaños agregados AASHTO M 43	Resistencia a la Compresión AASHTO T-22	Resistencia a la Flexión AASHTO T 97
0.49	20 ± 10 ° C	40 ± 20 mm	4.5 %	551.04 (b) y (c)	28 MPa (4,000 psi)	4.5 MPa (650 psi)

⁽¹⁾ Si se usa agregado de tamaño nominal máximo $\frac{3}{8}$ " , el contenido mínimo de aire es de 5%.

Puede utilizarse concreto premezclado de fabricante comercial autorizado que llene los requisitos antes indicados y los estipulados en 551.15.

(g) Requisitos para el Acero de Refuerzo.

(1) Requisitos para el Refuerzo en las Losas. Cuando las Disposiciones Especiales o los planos lo requieran expresamente se usarán losas reforzadas. El refuerzo debe consistir en emparrillado de barras corrugadas de acero de refuerzo, AASHTO M 54 (ASTM A184).

En todo caso el acero de refuerzo debe llenar los requisitos estipulados en la Sección 552 de estas Especificaciones Generales.

(2) Barras de Sujeción en las Juntas. Estas deben de consistir en barras corrugadas de acero de lingote grados 300 (40), 400 (60) ó 500 (75), conforme a 552.03 (a). Las barras de acero grados 400 (60) y 500 (75), no deben usarse como barras de sujeción cuando tengan que ser dobladas o reenderezadas durante la construcción.

(3) Barras Pasadores o Dovelas. Las dovelas deben ser redondas y lisas de acuerdo a lo indicado en 552.03 (g). Deben estar libres de rebabas o deformaciones que restrinjan su deslizamiento en el concreto. Antes de colocarse, las dovelas deben revestirse con una capa delgada de alquitrán o pintura aprobada para metales u otro material que permita el deslizamiento de la barra e impida su oxidación.

El casquete para las dovelas, debe ser de metal o de plástico y del largo suficiente para cubrir por lo menos 60 mm de la dovela, debiendo ser cerrados en el extremo y con un tope para mantener la dovela a la distancia de 25 mm del fondo del casquete. Los casquetes deben ser diseñados para que no se desprendan de las barras durante la construcción.

(h) Materiales para Juntas. Deben llenar los requisitos estipulados en 551.06.

Según lo indiquen los planos y Disposiciones Especiales, cuando se requiere relleno premoldeado en fajas o tiras, cada faja o tira debe suministrarse en una sola pieza suficiente para rellenar la profundidad y ancho requerido por la junta. Cuando las Disposiciones Especiales autorizan más de una pieza para cada junta, los extremos deben ser rápidamente asegurados estirándolos hasta unirlos, engrapándolos adecuadamente.

(i) Materiales para Curado. Los materiales para curado deben ajustarse a lo estipulado en 551.08.

REQUISITOS DE CONSTRUCCION

501.04 EQUIPO DE PAVIMENTACION. El Contratista debe suministrar el equipo adecuado al procedimiento de construcción previsto. El equipo propuesto debe ser inspeccionado y/o ensayado y aprobado previamente por el Delegado Residente.

(a) Procedimiento de Formaleta Deslizante. Debe consistir en pavimentadoras o terminadoras autopropulsadas, capaces de extender, consolidar, enrasar y acabar el concreto fresco colocado frente a ellas, en una sola pasada completa de la máquina, de modo que se requiera un mínimo de acabado manual, para proporcionar un pavimento denso y homogéneo.

Las pavimentadoras deben estar equipadas con:

(1) Controles electrónicos para la dirección y la rasante, preferiblemente a ambos lados de la máquina.

(2) Un tornillo sinfín en la parte inferior frontal, para distribuir el concreto a todo lo ancho de la franja a fundir o colar.

(3) Vibradores y/o apisonadores internos de alta frecuencia de tipo cabeza vibratoria, para consolidar o compactar el concreto en todo el ancho y espesor de la losa que se está colocando, con controles adecuados para parar la vibración o apisonado al interrumpirse el movimiento de avance de la máquina.

(4) Barra o rodillo enrasador para controlar el espesor de la losa.

(5) Placa niveladora y formaletas deslizantes a ambos lados, para dar la sección final casi terminada.

(6) Alisadora o allanadora mecánica de movimiento oscilatorio en dirección longitudinal y desplazamiento en sentido transversal, para dar el acabado final indicado en 553.17(f).

(7) Dispositivo para colocar mecánicamente las barras de sujeción y los pasadores de las juntas longitudinales y transversales.

(b) Procedimiento de Formaleta Fija.

(1) Formaletas Fijas. Las formaletas deben ser de un material resistente y durable, de preferencia metálicas, rectas y de diseño aprobado por el Ingeniero. Para radios de curvatura menores de 60 metros, se deben emplear formaletas flexibles o curvas. Deben ajustarse a lo establecido en la Sección 556.

Cada sección de formaleta debe ser de altura constante e igual al espesor de la losa. El sistema de fijación de las formaletas a la base debe incluir pernos o dispositivos de anclaje que permitan resistir las operaciones de construcción sin causar desplazamientos de la formaleta. Los dispositivos de fijación de las secciones de formaletas en sentido longitudinal deben asegurar una unión firme y hermética. El borde superior de las formaletas no debe variar respecto al perfil teórico en más de 3 mm por cada 3 metros de longitud. Asimismo, la cara de las formaletas no debe variar respecto al plano vertical en más de 3 mm por cada 3 metros.

(2) Equipo para Esparcir, Compactar y dar el Acabado Final del Concreto. Se preferirá el empleo de equipo móvil adecuado para esparcir, compactar y dar el acabado final del concreto con un mínimo de trabajo manual posterior, en todo el ancho del pavimento. No se permitirá el uso de máquinas que causen desplazamiento de las formaletas, tal como se indica en 553.04 (c) y (d) y 553.17 (f). La capacidad de las máquinas de esparcimiento del concreto debe ser la adecuada para ejecutar el trabajo requerido a una razón igual al de llegada del concreto.

(c) Equipos de Producción y Suministro del Concreto. Los equipos para producción y suministro de concreto indicados en 551.14 deben ser de la capacidad suficiente para suministrar adecuadamente y en forma continua, las cantidades de concreto requeridas en la obra, para el rendimiento previsto de los equipos de pavimentación.

(d) Vibradores. Pueden usarse como complemento a los equipos anteriormente mencionados, vibradores de inmersión manuales o vibradores de placa.

(e) Equipo para Texturizado y Ranurado. Debe ser de diseño aprobado y capaz de producir el tipo de ranurado o la textura superficial indicada en los planos o en las Disposiciones Especiales y en 553.17 (f) (5).

(f) Aserrado de Juntas. Deben emplearse sierras para concreto con la potencia suficiente para cortar el espesor total de la losa. Las sierras deben estar equipadas con guías y dispositivos que aseguren la alineación y profundidad de corte requeridos.

501.05 DETERMINACION DEL PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION. Previamente a la iniciación de los trabajos de construcción de las losas del pavimento de concreto, el Contratista debe someter a la aprobación del Delegado Residente, el procedimiento, maquinaria, equipo y materiales que utilizará en las operaciones necesarias, y si en forma parcial o total usará concreto premezclado de fabricante comercial autorizado, de acuerdo con las características de los materiales y las Disposiciones Especiales.

El procedimiento debe determinar: la localización de las plantas de producción de agregados y de mezcla de concreto; la producción, preparación, almacenamiento y suministro de los agregados grueso y fino; la forma de almacenamiento y suministro del cemento hidráulico, el aprovisionamiento de agua; las características de la planta de dosificación y producción de concreto, el uso de aditivos, el tipo de formaletas, los materiales para curado y para juntas, el sistema de colocación y afinado; los resultados de los ensayos de laboratorio, el diseño de mezcla según 551.11, y la fórmula de dosificación propuestos dentro de los requisitos que establecen estas Especificaciones Generales y Disposiciones Especiales.

Esta información debe presentarla el Contratista antes de iniciar la producción de mezcla de concreto, con 30 días de anticipación como mínimo, para que el Delegado Residente pueda hacer las verificaciones y rectificaciones que estime convenientes.

La aprobación del procedimiento de construcción a utilizar no exime al Contratista de su responsabilidad de construir un pavimento de concreto en forma tal, que se ajuste a estas Especificaciones Generales, Disposiciones Especiales y planos correspondientes.

501.06 PRODUCCION DE LOS AGREGADOS. Previamente a la explotación y producción de los agregados, debe efectuarse la limpia, chapeo y destronque correspondiente en los bancos, eliminar la vegetación, capa de materia orgánica, basura, arcilla y sustancias que puedan contaminar los agregados. Si se requiere trituración, debe ser efectuada en planta, en circuito cerrado de repaso, evitando la laminación del material. La graduación de los agregados debe lograrse en la planta de producción, debiendo ésta estar acondicionada con un sistema de clasificación adecuado, con el número y tipo de zarandas para lograr la granulometría especificada.

El Contratista debe efectuar el control continuo de laboratorio, sobre la calidad y características del material producido y efectuar las correcciones necesarias para obtener los agregados de conformidad con estas Especificaciones Generales y Disposiciones Especiales.

Los agregados producidos pueden apilarse y almacenarse en el área de la planta de producción o ser transportados para apilarse y almacenarse en lugares estratégicamente localizados, debiendo en todo caso ajustarse a lo establecido en la Sección 313.

501.07 PRODUCCION Y SUMINISTRO DEL CONCRETO. Las operaciones correspondientes para la producción y suministro del concreto de cemento hidráulico deben llenar los requisitos establecidos en la Sección 551, y lo estipulado en las Disposiciones Especiales.

501.08 COLOCACION Y COMPACTACION DEL CONCRETO.

(a) Acondicionamiento de la Superficie. Las losas de concreto deben ser construidas sobre la superficie de la subrasante, sub-base o base, según lo indiquen las Disposiciones Especiales, previamente preparadas, de conformidad con estas Especificaciones Generales.

Cuando en el área de construcción de la losa de concreto, antes o después de colocar la formaleta, se producen baches o depresiones causadas por el movimiento de equipo y actividades propias de la construcción, éstas deben corregirse antes de colocar el concreto, llenándolas con material igual al de la superficie preparada y nunca con concreto, lechada, mortero o agregados para concreto, seguidamente se debe proceder a conformar y compactar el material, con compactadora mecánica de operación manual efectuándose el control de compactación conforme la Sección de sub-base o base que corresponda. Todo el material excedente debe removerse, dejando la superficie nivelada y de acuerdo a la sección típica de pavimentación.

(b) Acondicionamiento de la Superficie para White Topping. Para recapeo usando concreto de cemento hidráulico sobre pavimento asfáltico existente, se debe acondicionar la superficie de la carpeta de asfalto deteriorada, antes de colocar el concreto.

La primera actividad consiste en limpiar la superficie del pavimento asfáltico existente y corregir las imperfecciones mayores de 20 mm, utilizando un material de sub-base estabilizada con cemento (aproximadamente 3% del peso del material seco) para corregir las depresiones, grietas y baches de la carpeta existente. Las protuberancias deben recortarse a efecto de que no aumenten innecesariamente el espesor de la losa de concreto sobre el pavimento existente.

La sub-base estabilizada con cemento utilizada para corregir las imperfecciones del pavimento asfáltico existente, debe pagarse con cargo a la Sección 307.

(c) Colocación del Concreto utilizando Formaleta Deslizante. Todo el concreto para pavimentos debe ser colocado y terminado por pavimentadoras de concreto deslizante, salvo donde es impráctico o no es posible el empleo de este equipo, en cuyo caso se empleará el procedimiento de formaleta fija.

El concreto proveniente de la planta mezcladora se descarga directamente frente a la pavimentadora, sobre superficie previamente humedecida de donde se esparce a lo ancho del equipo o franja de pavimento con el gusano o tornillo sinfín de la propia pavimentadora.

El Contratista debe hacer los arreglos necesarios con tiempo suficiente para evitar retrasos en la entrega y en la colocación del concreto. Un intervalo de más de 45 minutos entre la colocación de cualquiera 2 bacheadas o vertidas constituirá causa suficiente para detener las operaciones de pavimentación y el Contratista, a sus expensas, tendrá que construir una junta de construcción en la ubicación y del tipo que el Delegado Residente indique.

La pavimentadora debe ser capaz de realizar el enrasado y compactación del concreto, sin causar segregación, produciendo una sección compacta y homogénea con un acabado final solo pendiente del afinamiento manual de pequeñas irregularidades, el que se hace con llanas metálicas de tamaño suficiente para alcanzar la parte media de la sección del pavimento. La superficie final del pavimento debe cumplir con las tolerancias indicadas en 501.09 (a).

Las pavimentadoras deben operarse lo más continuamente posible coordinando todas las operaciones de mezclado, colocación y esparcido, compactación y acabado del concreto de tal forma que se logre un avance uniforme con un mínimo de paradas y arranques.

Cuando sea necesario detener el movimiento de la pavimentadora, también deben detenerse automáticamente los elementos de vibración y/o apisonado. No se debe aplicar ninguna otra fuerza de tracción a la pavimentadora, más que aquella que pueda controlarse desde la propia máquina.

Las dovelas y las barras de sujeción para juntas longitudinales y transversales, deben colocarse con el equipo de inserción de la pavimentadora, salvo que se coloquen manualmente

sobre dispositivos de soporte (canastas) firmemente anclados a la base en los lugares donde se requieran juntas, tal como se indica en 501.11.

Cuando se especifique el empleo de emparrillado de refuerzo de acero, éste debe colocarse como se indica en 501.10.

Cuando deba colocarse concreto en una zona adyacente a la del pavimento construida con anterioridad y deba operarse equipo mecánico sobre la vía de pavimento existente, ésta debe haber alcanzado una resistencia en flexión de 3.5 MPa (500 psi) ó 14 MPa (2000 psi) en compresión, a menos que se especifique lo contrario. Se protegerá la vía, previamente construida, contra el daño causado por el equipo de pavimentación.

(d) Colocación del Concreto utilizando Formaleta Fija. Debe usarse para áreas irregulares o en áreas inaccesibles al equipo de pavimentación de formaleta deslizante o en casos de tramos cortos donde no sea práctico el empleo de este último. Las formaletas deben colocarse en cantidad suficiente y por lo menos 100 metros adelante de las operaciones de colocación del concreto, debiendo ser asentadas sobre la superficie, sin dejar espacios vacíos y de acuerdo con los alineamientos y secciones típicas mostradas en los planos, fijándolas a la base o sub-base con pernos de acero, de modo que soporten sin deformación o movimiento, las operaciones de colocación y vibrado del concreto. El espaciamiento de los pernos, no debe ser mayor de 1 metro, debiendo colocarse en el extremo de cada pieza, un perno a cada lado de la junta. Las formaletas no deben desviarse respecto al eje de colocación, en cualquier punto y dirección más de 3 mm por cada 3 metros, y deben limpiarse y engrasarse previamente a la colocación del concreto.

El concreto debe colocarse de preferencia con máquina esparcidora especial, que prevenga la segregación de los materiales. Si se necesita mover el concreto manualmente, deben utilizarse palas y no rastrillos. Tampoco se debe permitir transportarlo con la acción del vibrador de inmersión.

El concreto debe de ser compactado hasta alcanzar el nivel de las formaletas en la superficie completa de la losa de acuerdo a la sección típica, por medio de vibradores de superficie adecuados, como reglas o placas vibratorias o vibradores de rodillos, preferiblemente montados sobre ruedas, para aplicar la vibración directamente sobre todo el ancho de la losa de concreto, y no sobre las formaletas. También pueden usarse vibradores de inmersión, como complemento.

En los vibradores que se utilicen para consolidar el concreto, la razón de la vibración no debe ser menor de 3,500 ciclos por minuto para los vibradores de superficie y no menor de 5,000 ciclos por minuto para los vibradores de inmersión. La ampliación de la vibración debe ser suficiente para ser perceptible en la superficie del concreto a más de 300 mm del elemento vibrador.

No debe permitirse que los vibradores operen en contacto con las formaletas o con el acero de refuerzo o de las juntas.

Las depresiones observadas, deben llenarse de inmediato con concreto fresco y las partes altas cortadas con la llana para cumplir con las tolerancias de la superficie del pavimento indicadas en 501.09 (a).

La colocación del concreto debe llenar, en lo que corresponda, los requisitos establecidos en la Sección 553.07.

501.09 ACABADO, TEXTURIZADO Y RANURADO DEL CONCRETO.

(a) Acabado Final. El acabado final se debe efectuar siguiendo el procedimiento estipulado en 553.17 (f) utilizando el equipo indicado en 501.04 (a) y (b), según corresponda. La

ejecución del acabado final debe efectuarse antes del endurecimiento, pudiendo dejarse las aristas de las juntas, si la máquina esparcidora es del tipo de formaleta deslizante.

Al terminar el alisado y al haber removido el exceso de agua, y estando el concreto aún en estado plástico, debe comprobarse la exactitud de la superficie de la losa por medio de un escantillón de 3 metros de longitud, el cual debe colocarse en posiciones aleatorias sobre toda el área de la franja o carril, que no esté afectada por cambio de pendientes. Las diferencias observadas por defecto (depresiones) o excesos (áreas altas) no deben ser mayores de 3 mm y toda irregularidad debe ser eliminada ya sea agregando concreto fresco, el que será compactado y terminado como se indica anteriormente o bien cortando los excesos por medio de pasadas con el borde de la llana mecánica o manual.

(b) Texturizado y Ranurado utilizando Pavimentadora de Formaleta Deslizante. Inmediatamente detrás de la alisadora o llana mecánica de la pavimentadora, y una vez el concreto está próximo a perder el brillo se procede al texturizado y ranurado.

El texturizado fino o microtexturizado se logra pasando tiras o pedazos de lona o brin en el sentido longitudinal de la vía. Generalmente esta tela se coloca en brazos extensores en la parte trasera de la pavimentadora, o en la parte delantera del carro o marco texturizador o ranurador, motorizado y de dirección automática o manual.

El texturizado grueso, micro texturizado o ranurado se debe hacer por medio de un bastidor provisto de un peine o rastrillo de cerdas metálicas planas ligeramente flexibles espaciadas a no menos de 12 mm ni más de 25 mm. El ancho de las cerdas debe ser del orden de los 3.2 mm y se deben aplicar cuando el concreto está aún plástico de manera que las ranuras formadas tengan una profundidad mínima de aproximadamente 3.2 mm pero nunca mayor de 6.4mm.

Las aplicaciones deben ser continuas a lo ancho de la franja o carril del pavimento, produciendo un ranurado transversal homogéneo, procurando que las pasadas del peine sean lo más cercanas posibles sin que lleguen a producir traslapes.

Inmediatamente a continuación se aplica el curado como se indica en 501.12.

(c) Texturizado y Ranurado utilizando Formaletas Fijas. Debe hacerse preferentemente con un carro o marco texturizador o ranurador como los indicados para la pavimentadora deslizante. En zonas pequeñas e irregulares donde esto no sea factible tanto el texturizado fino longitudinal como el texturizado grueso o ranurado transversal pueden hacerse manualmente con ayuda de rastrillos o escobas adecuados, siguiendo las recomendaciones señaladas en 501.09 (b).

501.10 COLOCACION DEL ACERO DE REFUERZO EN PAVIMENTOS CONTINUAMENTE REFORZADOS. La colocación del acero en los pavimentos continuamente reforzados debe efectuarse de conformidad con lo estipulado en los planos y Disposiciones Especiales, debiendo llenar los requisitos establecidos en 552.03 (a) y los indicados a continuación:

Cuando se especifique la colocación en una sola capa de concreto, el refuerzo de acero se debe colocar firmemente con anterioridad a la colocación del concreto, o se puede llevar a la profundidad indicada en los planos insertándolo en el concreto fresco plástico por medios mecánicos y/o vibratorios.

Cuando se especifique la colocación de emparrillado de acero en la losa del pavimento fundida o colada en dos capas, primero se debe enrasar la capa inferior de concreto en una longitud y profundidad tales que el emparrillado de refuerzo pueda colocarse en toda su extensión

sobre el concreto, en su posición final, sin necesidad de manipulaciones. Luego se debe colocar el emparrillado de refuerzo sobre el concreto seguido de la capa superior de concreto.

Cualquier capa inferior de concreto que haya estado colocada durante más de 30 minutos sin aplicar la capa superior, debe ser retirada y reemplazada con concreto fresco recién mezclado, a cuenta del Contratista.

El acero de refuerzo debe estar libre de suciedad, aceite, grasa, costras y escamas de óxido que puedan afectar su adherencia con el concreto.

501.11 CONSTRUCCION DE JUNTAS. Deben construirse juntas del tipo, dimensiones y localizaciones que se indican en los planos y Disposiciones Especiales.

Todas las juntas deben construirse con las caras perpendiculares a la superficie del pavimento y deben protegerse contra la penetración en las mismas, de materiales extraños perjudiciales, hasta el momento en que sean selladas.

Las juntas tienen por objeto principal, permitir la construcción del pavimento por losas separadas para evitar grietas de construcción, estableciendo al mismo tiempo una unión adecuada entre ellas, que asegure la continuidad de la superficie de rodadura y la buena conservación del pavimento, y cuando así se especifique, deben proveer además una adecuada transferencia de carga a las losas contiguas.

Los tipos de juntas, su posición y detalles de construcción, incluyendo los rellenos, sellos y retenedores, deben ser los indicados en los planos, debiendo corresponder a lo estipulado en el procedimiento de construcción 501.05, aprobado por el Delegado Residente, de conformidad con estas Especificaciones Generales y las Disposiciones Especiales.

(a) Tipos de Juntas. Los tipos de juntas más comunes en los pavimentos de concreto son las siguientes:

(1) Juntas Transversales de Contracción: Estas juntas se construyen transversalmente a la línea central y espaciadas, para controlar el agrietamiento por esfuerzos causados por contracción del concreto o encogimiento y cambios de humedad o temperatura. Estas juntas están orientadas en ángulos rectos a la línea central y borde de los carriles o franjas del pavimento. Para reducir la carga dinámica a través de la junta y eliminar cargas simultáneas de las llantas, conforme se indique en los planos o Disposiciones Especiales, se deben construir juntas de contracción esviadas.

(2) Juntas Transversales de Construcción: Las juntas transversales de construcción son juntas planas y no se benefician del engrape del agregado. Controlan principalmente, el agrietamiento natural del pavimento. Su diseño y construcción apropiados son críticos, para el desempeño general del pavimento. Deben construirse al concluir la operación de pavimentación, al final del día, o cuando surge cualquier interrupción de la colocación (por ejemplo, en los accesos a puentes o cuando hay falta de suministro de concreto). Estas juntas, siempre que sea posible, deben instalarse en la localización de una junta planificada previamente.

Cuando la junta de construcción es colocada en una ubicación planificada o el pavimento no está adyacente a una losa de concreto existente, se requieren dovelas para proporcionar transferencia de carga. Estas juntas siempre están orientadas perpendicularmente a la línea central, aún cuando las juntas de contracción estén esviadas.

(3) Juntas de Expansión o Aislamiento: Se colocan en localizaciones que permitan el movimiento del pavimento, sin dañar las estructuras adyacentes (puentes, drenajes, etc.) o el pavimento en sí, en áreas de cambios de dirección del mismo.

Las juntas de expansión o aislamiento, deben tener de 19 mm a 25 mm ($\frac{3}{4}$ " a 1") de ancho. En las juntas de expansión, un material premoldeado para relleno de junta, debe ocupar el vacío entre la sub-base o subrasante y el sellador de la junta. El relleno debe quedar como 25.4 mm (1") más abajo del nivel de la superficie y debe extenderse en la profundidad y ancho total de la losa.

En las juntas de expansión, el espesor de la losa debe aumentarse en un 20 % a lo largo de la junta de expansión. La transición de espesor es gradual, en una longitud de 6 a 10 veces el espesor del pavimento.

(4) Juntas Longitudinales de Contracción: Dividen los carriles de tráfico y controlan el agrietamiento, donde se colocan dos o más anchos de carriles al mismo tiempo.

(5) Juntas Longitudinales de Construcción: Estas juntas unen carriles de pavimentos adyacentes, cuando éstos fueron pavimentados en diferentes fechas.

(6) Juntas Esviajadas: Las juntas esviajadas son una variación de la alineación de las juntas transversales de contracción y construcción, inclinadas respecto al eje longitudinal del pavimento entre 80 y 100° (o una relación 1 a 6). Se busca que la inclinación sea tal que las llantas izquierdas de los vehículos crucen primero la junta que las derechas.

(b) Formación de las Juntas:

(1) Juntas formadas por inserción de tiras o fajas premoldeadas. Se hacen insertando en el concreto fresco, tiras o fajas de material premoldeado no metálico de diseño previamente aprobado, con equipo mecánico, para garantizar la verticalidad y alineación. El borde superior de la tira debe quedar de 2 mm a 4 mm de la superficie del concreto. Debe cuidarse que el equipo de aplanado o alisado mecánico final de los equipos de pavimentación de formaleta deslizante no altere la posición de las tiras.

(2) Juntas inducidas en el concreto fresco. Se pueden hacer directamente en el concreto fresco con cuchillas o tiras metálicas o plásticas, o bien con sierras metálicas que se puedan introducir y retirar del concreto, dejando una ranura limpia y sin obstrucciones, del tamaño y profundidad requeridos.

(3) Juntas conformadas con formaleta. Normalmente se fabrican en esta forma las juntas transversales de construcción y las juntas de expansión o aislamiento, por cambios de dirección. Cuando se especifique la colocación de dovelas, debe dejarse la formaleta perforada en los puntos donde deben instalarse las mismas. No deben hacerse juntas de construcción a menos de 3 metros de cualquier otra junta paralela. Si no se tiene disponible concreto para formar una losa de por lo menos 3 metros de largo al ocurrir una interrupción, debe removerse y retirarse el concreto recién colocado hasta la junta precedente inmediata.

Para juntas de expansión o aislamiento contra estructuras fijas como bordillos o muros que no requieren formaleta, ésta se reemplaza por tiras de material compresible de por lo menos 15 mm de espesor y de una profundidad superior a la losa, adosados a la estructura, los que se engrasan antes de fundir o colar el concreto para facilitar su posterior remoción.

Para juntas longitudinales de construcción de franjas o carriles colados o fundidos separadamente, normalmente se utilizan formaletas deslizantes o fijas machihembradas, para proveer una llave de transferencia de carga. Estas juntas van por lo general, provistas de barras de sujeción para unir firmemente las franjas o carriles contiguos. Ver 501.11 (c) (1).

(4) Juntas aserradas en el concreto endurecido. Este es el método que debe ser utilizado preferentemente y consiste en producir ranuras en la superficie del pavimento, con una sierra para concreto aprobada. El ancho, profundidad, separación y alineamiento de las

ranuras será la que se especifique en los planos para todas las juntas transversales y longitudinales de contracción. La junta ya cortada y la superficie adyacente del concreto deben limpiarse adecuadamente. El corte con sierra debe hacerse cuando el concreto haya endurecido lo suficiente para posibilitar dicho corte sin causar roturas o desportillamientos en los bordes y antes de que se produzcan grietas de contracción no controladas, pero en ningún caso deben transcurrir más de 24 horas después de la colocación del concreto. Generalmente se recomienda iniciar los cortes a partir del momento en que los equipos de corte no produzcan huellas en la superficie del concreto y ejecutar los mismos en forma continua, conforme se requieran, tanto de día como de noche y sin tener en cuenta condiciones climatológicas.

Cuando las juntas deban ser selladas, normalmente se hace posteriormente un ensanche de la ranura para formar la caja de sello o bien se realiza un corte de discos abrasivos de ancho suficiente para realizar los cortes más anchos de una sola pasada. Una vez hecho el aserrado debe reponerse la membrana de curado sobre y a los lados de la junta recién cortada.

Cuando aparezca alguna grieta de contracción cerca o en el lugar donde se tenga que hacer el corte, debe discontinuarse o suspenderse el mismo y reducir el tiempo de corte subsiguiente. Si existen condiciones extremas que hacen imposible evitar el agrietamiento irregular, deberá utilizarse el método de juntas formadas con inserción de tiras o el de juntas inducidas antes del fraguado inicial del concreto como se indica en 501.10 (b) (1) y (2), previa autorización del Delegado Residente.

(c) Dispositivos de Transferencia de Cargas. Cuando en los planos o Disposiciones Especiales se especifique el empleo de barras de sujeción o de dovelas o pasajuntas, éstos deben colocarse en las posiciones y alineaciones previstas, con el debido cuidado para obtener una adecuada transferencia de cargas.

(1) Barras de sujeción. Se utilizan en las juntas longitudinales para ligar losas de carriles o franjas contiguas. Se deben utilizar barras de acero de refuerzo corrugadas, de acuerdo con 552.03 (a) colocadas a la mitad del espesor con el espaciamiento especificado en los planos. Cuando la fundición o colado de los carriles se hace separadamente, las barras de sujeción se dejan empotradas en las losas de los carriles previamente construidos. Estas barras generalmente se doblan perpendicularmente al borde de la losa recién colada y se pueden enderezar para su posición final al proceder a la colocación del carril o franja de losa adyacente. Cuando la fundición o colado de los carriles es conjunta, la colocación de las barras de sujeción se hace previa a la fundición de la losa por dispositivos o canastas fijadas a la subrasante, sub-base o base del pavimento o por inserción de las mismas por equipo mecánico aprobado previamente, generalmente acoplado a las pavimentadoras de formaleta deslizante. En este caso, la junta longitudinal se forma por aserrado de superficie del concreto inmediatamente después del corte de las juntas transversales de contracción indicado en 501.11 (b) (4).

(2) Dovelas o pasajuntas. Se utilizan normalmente en juntas transversales de construcción, contracción y de expansión.

Las dovelas o pasajuntas de barras lisas de acero de refuerzo que llenen los requisitos de 552.03 (g) se sostienen y ponen en posición sobre la subrasante, sub-base o base por medio de canastas o marcos fabricados de alambre o barras lisas, en los que las dovelas van soldadas o amarradas a la profundidad y alineación especificadas. También pueden colocarse mecánicamente por los dispositivos especiales incorporados en las pavimentadoras de formaleta deslizantes.

Las dovelas requieren suficiente lubricación, para permitir el movimiento del concreto a lo largo de la superficie de la dovela. Una aplicación de lubricante basado en parafina, emulsión de asfalto, aceite para formaleta o grasa común, proveerá una excelente lubricación. La punta de cada dovela debe estar equipada con un casquete de expansión.

Las dovelas deben ser resistentes a la corrosión, según la norma AASHTO M 254. El espesor del recubrimiento debe ser mayor que 5 mils. En algunos casos, se requiere un recubrimiento más grueso, para una protección extra para las dovelas. Una cubierta de epóxico proporciona una capa muy pareja y buena resistencia a la corrosión.

La posición y alineación correcta de las dovelas son esenciales para el buen funcionamiento de la junta y evitar restricciones al movimiento de las losas en sus extremos. Las tolerancias de las desviaciones de la posición de las dovelas deben ser las que señalen los planos y las Disposiciones Especiales. En todo caso no deben ser mayores de 6 mm por 300 mm de longitud de dovela o pasajunta, en las direcciones vertical, horizontal y combinada.

501.12 CURADO. Inmediatamente después del texturizado y ranurado y tan pronto sea posible sin causar daño a la superficie del concreto, se debe proceder al curado del concreto por alguno de los siguientes métodos:

(a) Carpetas o esteras de algodón, lona o brines empapadas con agua. La superficie del concreto debe ser recubierta en su totalidad con esteras. Las esteras deben tener longitudes (o anchos) tales, que salgan por lo menos dos veces el espesor de la losa de concreto. La estera se colocará de forma tal, que la superficie total y ambos bordes de la losa queden completamente recubiertos. Antes de la colocación, se empaparán con agua las esteras. Las esteras se colocarán y se sujetarán con pesos, para que estén en contacto directo con la superficie revestida y se deben mantener mojadas y colocadas durante 72 horas, a menos que se especifique lo contrario en las Disposiciones Especiales.

(b) Aplicación de compuestos líquidos formadores de membrana de curado. El Contratista debe aplicar un compuesto líquido de curado con pigmento blanco que llene los requisitos de 551.08 (f) y en la forma como se indica en 553.18 (b). Cuando se empleen pavimentadoras de formaleta deslizante, como complemento del equipo mecánico de rociado del tren de pavimentación, deben utilizarse equipos de rociado manual en aquellos tramos irregulares donde no pueda usarse la pavimentadora y para los lados de las losas de pavimento expuestas al remover las formaletas. El compuesto de curado, no debe aplicarse durante tiempo lluvioso.

El compuesto de curado, se aplicará a presión en la proporción de un litro por 3.0 metros cuadrados de pavimento de concreto hidráulico, mediante distribuidores mecánicos. El compuesto de curado tendrá características tales, que la película debe endurecer dentro de los 30 minutos siguientes a la aplicación.

Todo equipo de distribución debe ser del tipo atomizador, equipado con agitador de tanque y una protección contra el viento. Se debe mezclar el compuesto con el pigmento antes de su uso. La mezcla debe agitarse continuamente durante la aplicación por medio de medios mecánicos efectivos.

Se emplearán medios aprobados, para asegurar el curado adecuado de las juntas cortadas con sierra durante por lo menos 72 horas y para evitar la penetración de material extraño en la junta antes de terminar el sellado. Si la película se dañara debido a cualquier causa dentro de las 72 horas del período de curado, el Contratista debe reparar las partes dañadas inmediatamente empleando compuesto adicional.

(c) Membranas impermeables. Se debe mojar inicialmente la superficie del pavimento con un equipo rociador de agua finamente pulverizada o nebulizador de agua, cubriendo después la superficie total con membranas impermeables que cumplan con lo indicado en 551.08 (d) y (e), traslapando las mismas por lo menos 500 mm y extendiéndolas más allá de los lados de la losa en por lo menos dos veces el espesor del pavimento. Las membranas deben mantenerse en contacto directo con la superficie del pavimento por medio de pesos u otros medios apropiados. La duración del curado debe ser de por lo menos 72 horas, salvo que se especifique en otra forma en las Disposiciones Especiales. Las membranas impermeables

también pueden usarse para cubrir las carpetas empapadas con agua a que se hace referencia en 501.12 (a) a fin de hacer más efectivo el curado.

La falta de suministro de material de cualquier clase que el Contratista haya elegido emplear o la falta de agua para cumplir adecuadamente el requisito de curado o cualquier otro requisito, dará lugar a la suspensión inmediata de las operaciones de colocación de concreto. No se dejará el concreto expuesto durante más de media hora entre etapas de curado o durante el período de curado.

501.13 REMOCION DE LAS FORMALETAS. Las formaletas deben ser removidas cuando el concreto haya alcanzado una resistencia suficiente para resistir daños, pero no antes de las 24 horas después de haber colocado el concreto. Cuando se permita el uso de aditivos acelerantes del fraguado, las formaletas podrán retirarse a las 12 horas de la colocación del concreto. Los lados de las losas recién expuestas deben ser protegidas de inmediato con un método de curado igual al aplicado a la superficie del pavimento. Debe asimismo protegerse contra la erosión, la subrasante, sub-base o base bajo la losa del pavimento hasta que se construyan los hombros.

501.14 RELLENO Y SELLADO DE JUNTAS. Las juntas, cualesquiera que sea su función principal y siempre que así se especifique en los planos, deben ser rellenas y/o selladas con materiales aprobados de los tipos indicados en 551.06, en la forma señalada por los planos, siguiendo las recomendaciones de la norma ACI 504-R, las instrucciones de los fabricantes de los productos, las indicaciones de 553.10 (c) y las siguientes:

El relleno y sellado de las juntas debe efectuarse antes de abrir el pavimento al tráfico de vehículos, incluyendo los de la construcción. Los cortes de sierra adicionales en las ranuras de las juntas, para formar las canaletas o cajas para el sello, deben realizarse hasta 72 horas después de haber colocado el concreto.

Antes de aplicar el material de relleno o selladores, deben limpiarse y secarse todas las ranuras. La limpieza final debe hacerse con aire a presión. La presión del aire debe ser mayor de 0.63 MPa (90 psi). El compresor de aire, debe estar equipado con un filtro que quite la humedad y el aceite del aire.

Para juntas de expansión o aislamiento generalmente se emplean rellenos premoldeados como los indicados en 551.06 (a) y sellos premoldeados como los indicados en 551.06 (c), selladores de silicona como los indicados en 551.06 (b) (5) vertidos en frío y selladores vertidos en caliente como los indicados en 551.06 (b). Para juntas longitudinales y transversales de construcción y contracción, los más usados son los selladores vertidos en caliente o en frío.

(a) **Selladores aplicados en frío o en caliente.** Generalmente se instala un respaldo de esponja (backer rod), usualmente de polietileno, por medio de una rueda de acero a la profundidad especificada, cuidando de no doblar o estirar este respaldo durante su instalación. La longitud del respaldo a instalar debe ser limitada a la que puede ser sellada el mismo día. Se debe aplicar el sellador con cuidado, removiendo de inmediato cualquier derrame y limpiando la superficie del pavimento. No debe usarse arena u otro material como material de cubrimiento del sello.

El equipo de calentamiento para los selladores aplicados en caliente, será de tipo baño de María y estará ubicado de forma tal, que no produzca sobrecalentamiento. El vertido se debe realizar de forma que el material no se derrame sobre las superficies expuestas del concreto. Cualquier material sobrante presente en la superficie del pavimento de concreto, debe ser retirado inmediatamente y se debe limpiar la superficie del pavimento. El material para sellado de juntas aplicado en caliente, no debe ser colocado cuando la temperatura ambiente a la sombra sea menor de 10° C.

(b) Sellos premoldeados. Las tiras o fajas de sellos premoldeados deben suministrarse en piezas de la longitud y ancho especificados para la abertura de la junta. Los sellos premoldeados deben ser instalados con el lubricante adhesivo cubriendo ambos lados de la ranura de la junta. El sello debe comprimirse entre el 20 y el 50% de su ancho nominal al insertarlo en la junta y el tope del mismo debe quedar a unos 6 mm debajo de la superficie del pavimento. Los sellos que hayan sido dañados, doblados, colocados incorrectamente o estirados en más de un 3%, deben ser retirados y reemplazados a costa del Contratista.

501.15 MANTENIMIENTO Y CONTROL DE TRANSITO. El Contratista debe de proteger el pavimento, evitando los daños que puedan causarle el tránsito y operaciones de construcción. Cualquier daño ocasionado al pavimento antes de su aceptación final, debe ser reparado a costa del Contratista. Este debe organizar, dirigir y señalizar convenientemente el tránsito, para evitar accidentes y daños al trabajo efectuado.

El pavimento no debe ser abierto al tránsito de vehículos, incluyendo los de la construcción, hasta que los especímenes de ensayo moldeados y curados en condiciones de campo, de acuerdo con AASHTO T 23, hayan alcanzado una resistencia a flexión de 3.8 MPa (550 psi), según AASHTO T 97 (ASTM C 78) o bien una resistencia a compresión de 24.5 MPa (3,500 psi) de acuerdo a AASHTO T 22 (ASTM C 39). En caso no se tenga disponibilidad de estos resultados no se debe abrir el tráfico antes de los 14 días después de la colocación del concreto.

No se permitirá el paso del tráfico cuando el sellador de las juntas aún esté pegajoso y los desechos producidos por el paso del tráfico puedan empotrarse en el sellador.

501.16 CONTROL DE CALIDAD, TOLERANCIAS Y ACEPTACION.

(a) Control de Calidad de los Materiales. Se hará mediante los controles durante la ejecución de la obra, de acuerdo con los requisitos de 106.03.

El número y frecuencia de muestras y de los ensayos a realizar, serán definidos en las Disposiciones Especiales, pero podrá ser ampliado por el Delegado Residente, para asegurar el adecuado control de la calidad de los materiales para la obra.

(b) Aceptación del Concreto. La evaluación y aceptación del concreto debe regirse por lo establecido en 551.12 con las modificaciones señaladas a continuación:

(1) Número y frecuencia de las muestras.

a) Las masas volumétricas, contenidos de aire, temperaturas y asentamientos del concreto fresco se deben determinar en los primeros camiones que salen de la planta, hasta lograr la uniformidad requerida y luego aleatoriamente en lapsos establecidos por el Delegado Residente.

b) Los asentamientos y contenidos de aire, con un mínimo de cinco diarios, se deben determinar preferentemente en las mismas muestras de concreto extraídas para la fabricación de especímenes para ensayos de resistencia.

c) El número de muestras de concreto para obtener especímenes para ensayos de resistencia a la compresión no confinada debe ser de tres por cada 250 m³ para pavimentos que se construyen con pavimentadora deslizante y de una por cada 300 m² de losa para otros casos. Para ensayos de resistencia a la flexión, se debe obtener y ensayar una muestra cada 200 m³. Deben obtenerse especímenes para ensayos de flexión y compresión a las edades de 7 y 28 días. El Delegado Residente puede disponer de una reducción en el número de muestras y el de especímenes para ensayos, dependiendo del comportamiento estadístico de los resultados obtenidos.

(2) Toma de muestras y ensayos. Debe hacerse como se indica en 551.12(b).

(3) Criterio de aceptación de la calidad del concreto suministrado en la obra con base en los ensayos de resistencia. El nivel de resistencia requerida f'_{cr} en compresión y en flexión de una clase dada de concreto, será considerada satisfactoria cuando se cumpla con los requisitos de aceptación establecidos en 551.12 (c).

(4) Comprobación de la adecuación del curado del concreto en obra y/o de la resistencia real alcanzada por el concreto para fines de autorización de desencofrado o puesta en servicio. Se aplicarán los criterios indicados en 551.12 (d).

(c) Tolerancias de los Requisitos de Construcción.

(1) Tolerancia de la Superficie. El concreto, estando aún en estado plástico, debe cumplir con los requisitos de la superficie, indicados en 501.09 (a).

(2) Tolerancias del Texturizado de la Superficie. Conforme se vayan terminando secciones de pavimento y éste sea capaz de soportar el tránsito de vehículos, debe calcularse el índice de perfil, utilizando un perfilógrafo de California, en los diferentes carriles del pavimento. El perfilógrafo debe ser utilizado y evaluado de acuerdo con las instrucciones del fabricante y de acuerdo con el ensayo de California 526. El índice de perfil debe ser calculado en tramos de 100 metros de longitud.

Todas las irregularidades de más de 10 mm detectadas en longitudes hasta de 8 metros, dentro de cada sección de 100 metros de pavimento deben ser corregidas por medio de equipos de fresado o métodos abrasivos equivalentes. Queda prohibido el empleo de herramienta o equipo de impacto. Después del fresado deben restablecerse las condiciones de texturizado o ranurado por discos abrasivos y debe realizarse otra medición con el perfilógrafo.

El pavimento de concreto ya terminado debe cumplir con los requisitos de índice de perfil establecidos en los planos y en las Disposiciones Especiales. Cuando estos valores no estén indicados en los planos y/o en las Disposiciones Especiales, deben cumplir con lo establecido en la siguiente tabla.

Tabla 501-2 Requisitos de Índice de Perfil (American Concrete Pavement Association–ACPA)

Tipo	Índice de Perfil Máximo Permisible (mm/100 m)	
	Vel. de diseño < 70 kph	Vel. de diseño > 70 kph
Segmentos de carreteras principales con un radio (R) > 460 m	---	16
Segmentos de carreteras principales con 260 m < R < 460 m	---	19
Autopistas urbanas	---	19
Rampas y enlaces	47	47
Carreteras secundarias y calles municipales	47	19

Antes de iniciar la medición de los índices de perfil se debe calibrar, en presencia del Delegado Residente, el perfilógrafo. Los perfiles deben hacerse a 1.0 m de distancia y paralelos a cada orilla del pavimento y en la ubicación aproximada de cada junta longitudinal para todas las áreas del pavimento excepto las aquí especificadas.

No se requerirá chequear con el perfilógrafo las siguientes áreas de la superficie del pavimento. La superficie será revisada con un escantillón colocado en los puntos designados por el Delegado Residente. Cuando se coloque el escantillón sobre el pavimento ya terminado en dirección paralela o perpendicular a la línea central, la superficie no debe variar más de 5 mm entre el escantillón y el punto más bajo. Cualquier punto alto que cause que la superficie exceda estas tolerancias debe ser eliminado demoliéndolo.

a) Pavimentos en curvas horizontales que tengan un radio menor de 260 m y pavimentos dentro de la transición de peralte en esas curvas.

b) Pavimentos dentro de 15 m de una junta transversal que separa el pavimento de uno existente no construido bajo el mismo contrato.

c) Pavimentos para rampas de salida, estacionamientos para peso de camiones (básculas), rampas y conexiones con pendientes altas y pasos a desnivel y secciones cortas de calles y carreteras.

(3) Espesor del Pavimento. El espesor debe verificarse midiendo los testigos de concreto endurecido extraídos del pavimento construido, de acuerdo con lo indicado en AASHTO T 24 (ASTM C 42) y AASHTO T 148 (ASTM C 174). Deben extraerse como mínimo 2 testigos de concreto endurecido, cilíndricos, de un mínimo de 50 mm de diámetro, por cada 2,000 metros cuadrados de pavimento. Se establece una tolerancia de 10 mm. Si hay deficiencia en el espesor, en más de dos verificaciones, deben extraerse nuevos testigos en sitios cercanos a los deficientes para delimitar área suficiente en espesor. El Contratista debe efectuar, a su costa, las correcciones correspondientes como se indica en 501.17 (a). Si hay deficiencia en el espesor, son por cuenta del Contratista los gastos que ocasione la extracción de los testigos, así como las pruebas de laboratorio y el llenar los agujeros con concreto fresco de la misma calidad. De lo contrario, este trabajo será pagado al Contratista por medio de un Acuerdo de Trabajo Extra.

(d) Pavimento de Concreto de Cemento Hidráulico. La aceptación final del pavimento se debe efectuar hasta que haya cumplido satisfactoriamente lo estipulado en 501.16 (a) (b) y (c) y se encuentre en el ancho total de las secciones típicas de pavimentación debidamente acabado y curado, llenadas y selladas correctamente las juntas y efectuada la limpieza final.

501.17 CORRECCIONES. Cuando sea necesario corregir el pavimento de concreto por defectos de construcción o variaciones de diseño se debe proceder en la forma siguiente:

(a) Correcciones por Defectos de Construcción Imputables al Contratista.

(1) Corrección de Defectos en las Losas de Concreto. Se deberán corregir los defectos en la superficie, espesor deficiente, grietas, rajaduras, asentamientos y baches. El área previamente delimitada por el Delegado Residente, debe de ser investigada por el Contratista, en presencia del Delegado, verificando por medio de extracción de testigos cilíndricos de concreto endurecido, de un diámetro mínimo de 50 mm y del espesor total de la losa, las características del concreto y demás requisitos estipulados en estas Especificaciones Generales.

En caso de que la verificación corrobore los defectos de construcción, el Delegado Residente debe proceder a delimitar las losas que deben ser removidas y reconstruidas totalmente, con los ajustes necesarios en las juntas de construcción según el caso, ordenando al Contratista la ejecución, a su costa, de los trabajos correspondientes.

Si los defectos, grietas, ratoneras, etc., no son más profundos de la mitad del espesor de la losa, el Delegado Residente puede autorizar la remoción parcial, con un espesor no menor de 80 mm. En estos casos el concreto fresco debe colocarse usando un adhesivo a base de resinas epóxicas, que llene los requisitos de 551.09 (a) (2).

(b) Correcciones por Variaciones de Diseño o Causas No Imputables al Contratista. Cuando se necesite efectuar correcciones del pavimento de concreto debido a asentamientos de las losas, rajaduras o baches, ocasionados por defectos no imputables al Contratista o sea necesario hacer cambios por variaciones de diseño, el Delegado Residente debe proceder a delimitar la losa del pavimento afectada y el área a corregir, proporcionando al Contratista el procedimiento, planos, indicaciones y demás documentos necesarios para efectuar las correcciones y por cuyo trabajo se debe pagar al Contratista a los precios unitarios de contrato o, en su defecto, por medio de un Acuerdo de Trabajo Extra.

501.18 MEDIDA.

(a) Pavimento de Concreto por Superficie. La medida se debe hacer del número de metros cuadrados, con aproximación de dos decimales, de pavimento de concreto, satisfactoriamente construidos y aceptados de acuerdo con estas Especificaciones Generales, Disposiciones Especiales y planos correspondientes. El área se debe determinar por procedimientos analíticos, la longitud se debe medir sobre la línea central de la carretera y el ancho debe ser el delimitado y dimensionado en las secciones típicas de pavimentación, y de acuerdo a los alineamientos horizontal y vertical mostrados en los planos. La determinación de estas dimensiones debe ajustarse a lo estipulado en 110.01.

(b) Pavimento de Concreto por Volumen. La medida se debe hacer del número de metros cúbicos, con aproximación de dos decimales, medidos, ya colocados en su posición final en la carretera, satisfactoriamente construidos y aceptados de acuerdo a estas Especificaciones Generales, Disposiciones Especiales y planos correspondientes. El volumen se debe determinar por procedimientos analíticos. El ancho es el indicado en las secciones típicas de pavimentación, el espesor es el indicado en los planos y Disposiciones Especiales, corregido para cada tramo de acuerdo a las tolerancias y verificaciones de 501.16 (c) (3). La longitud debe medirse sobre la línea central de la carretera en proyección horizontal. No se harán descuentos por el volumen del acero de refuerzo ni por material de juntas.

(c) Pavimento de Concreto de Cemento Hidráulico por Peso. La medida se debe hacer por el número de toneladas de 1,000 Kg. (2,200 lb.), con aproximación de dos decimales, satisfactoriamente construido y aceptado de acuerdo con estas Especificaciones Generales, Disposiciones Especiales y planos correspondientes. El peso se debe determinar por medio de básculas debiéndose calcular la media del peso neto de la mezcla en presencia del inspector que controla el peso por parte de la Supervisora, quién debe firmar el vale correspondiente, comprobándose la colocación y aceptación en la carretera, con la firma del inspector de campo de la misma Supervisora.

El Delegado Residente debe llevar un control diario del número de toneladas producidas, aceptadas y rechazadas, que corresponden a cada tramo y efectuar las deducciones por rechazos posteriores.

501.19 PAGO.

(a) Pavimento de Concreto por Superficie. Se debe hacer por el número de metros cuadrados medidos como se indica en 501.18 (a), satisfactoriamente construidos y aceptados como lo establecen los planos, estas Especificaciones Generales y Disposiciones Especiales, al precio unitario de contrato, correspondiente a Pavimento de Concreto de Cemento Hidráulico.

(b) Pavimento de Concreto de Cemento Hidráulico por Volumen. El pago se debe hacer por el número de metros cúbicos, medidos como se indica en 501.18 (b) satisfactoriamente construidos y aceptados como lo establecen los planos, estas Especificaciones Generales y Disposiciones Especiales, al precio unitario de contrato, correspondiente a Pavimento de Concreto.

(c) Pavimento de Concreto de Cemento Hidráulico por Peso. El pago del concreto debe hacerse por el número de toneladas, medidas como se indica en 501.18 (c), satisfactoriamente construidas y aceptadas como lo establecen los planos, estas Especificaciones Generales, Disposiciones Especiales, al precio unitario de contrato correspondiente a pavimento de concreto de cemento hidráulico.

Estos precios incluyen todo el trabajo estipulado en esta Sección, de acuerdo con lo indicado en 110.02.

No se reconoce ningún pago adicional por la eliminación de la capa vegetal, materia orgánica, material inadecuado, caminos de acceso y obras complementarias para la explotación de los bancos de materiales, ni por operación de las plantas, por el apilamiento y almacenamiento de los agregados, ni por el suministro de todos los materiales, incluyendo el agua, el cemento hidráulico y el acero de refuerzo, ni por las formaleas y materiales para las juntas y el curado, ni por la mezcla de concreto rechazada, ni por las correcciones de defectos imputables al Contratista. Todos estos gastos y los demos implícitos para efectuar el trabajo, deben estar incluidos en el precio unitario correspondiente a esta Sección.

RESUMEN DE NORMAS

<u>Ensayos</u>		<u>Especificaciones</u>	
Muestreo de agregados	AASHTO T 2 ASTM D 75	Agregado Grueso	501.03 (c) y 551.04 (c)*
Densidad Relativa y Absorción de Agregados	AASHTO T 84 y T 180 ASTM C127 y C128	Agregado Fino	501.04 (b) y 551.04 (b)*
Granulometría	AASHTO T 27 y T 11 ASTM C 136 y C 117	Aditivos para concretos	551.05 *
Materia orgánica en arena	AASHTO T 21 ASTM C 40	Adhesivos para concreto	551.09 *
Partículas friables y Terrones de arcilla	AASHTO T 112 ASTM C 142	Materiales para juntas	501.03 (b) y 551.06*
Partículas planas y Alargadas	ASTM D 4791	Materiales para Curado	551.08 *
Abrasión	AASHTO T 96 ASTM C 131 ASTM C 535	Agua	551.04 (d) *
Estabilidad al Sulfato de Sodio	AASHTO T 104 ASTM C 88	Cemento Hidráulico	501.03 (a) y 551.04*
Muestreo de concreto fresco en el campo	AASHTO T 141 ASTM C 172 NGO 41057	Acero de Refuerzo	Sección 552*
Asentamiento del concreto	AASHTO T 119 (ASTM C 143)	Barras de Sujeción	501.03 (g) (2) *
Preparación de	AASHTO T 23	Dovelas	501.03 (g) (3) y 552.03 (g) *
		Clase y Resistencia del Concreto	501.03 (f) y 551.11 *

especímenes en el campo	ASTM C 31 NGO 41061
Ensayo de flexión carga tercios de la luz	AASHTO T 97 (ASTM C 78)
Ensayo a la Compresión	AASHTO T 22 (ASTM C 39)
Toma y ensayo de testigos en concreto endurecido	AASHTO T 24 (ASTM C 42)

* Se refiere a estas Especificaciones Generales.

SECCION 502 REHABILITACION DE PAVIMENTOS DE CONCRETO DE CEMENTO
HIDRÁULICO

- 502.01 Definición.
- 502.02 Descripción.
- 502.03 Materiales.
- 502.04 Composición de la Mezcla.
- 502.05 Equipo.
- 502.06 Reparación de Espesor Parcial.
- 502.07 Reparación de Juntas.
- 502.08 Reparación de Grietas.
- 502.09 Elevación del Pavimento.
- 502.10 Sellado Inferior y Estabilización de Losas.
- 502.11 Colocación de Dovelas.
- 502.12 Fresado Superficial con Discos de Diamante.
- 502.13 Fracturado del Pavimento de Concreto.
- 502.14 Apertura al Tránsito.
- 502.15 Medida.
- 502.16 Pago.

502.01 DEFINICIÓN. Rehabilitación de Pavimentos de Concreto de Cemento Hidráulico. Es la restauración de un pavimento de concreto de cemento hidráulico existente, que ha sufrido diferentes tipos de fallas.

502.02 DESCRIPCION. Este trabajo consiste en el fresado de la superficie con discos de diamante, la reparación de espesor parcial, la reparación de espesor completo, la reparación de juntas, la reparación de grietas, el sellado inferior y estabilización de losas, la colocación de dovelas en las juntas y/o la pulverización de la superficie.

MATERIALES

502.03 MATERIALES.

- (a) Adhesivos de resina epóxica. Deben cumplir con los requisitos de la norma AASHTO M 235.
- (b) Relleno y selladores para juntas. Deben cumplir con lo indicado en 551.06.
- (c) Lechada, mortero y concreto con polímeros. El Contratista debe suministrar un ligante de polímero y agregado fino en las proporciones recomendadas por el fabricante del polímero con una resistencia a la compresión mínima de 25 MPa (3,625 psi) en 4 horas.

REQUISITOS DE CONSTRUCCION

502.04 COMPOSICION DE LA MEZCLA (DISEÑO DE LA MEZCLA DE CONCRETO). La mezcla se debe diseñar de acuerdo con lo indicado en 501.07. El cemento a utilizar debe tener, de preferencia, un color similar al del concreto existente. Asimismo, los agregados deben tener preferentemente una graduación, color y una dureza similares a la de los agregados existentes en el pavimento.

502.05 EQUIPO. Se debe suministrar equipo que cumpla con lo indicado en la Sección 501 y con lo siguiente:

- (a) Remoción del Pavimento de Concreto de Cemento Hidráulico. Se debe suministrar una cortadora para la remoción del pavimento dañado, que no lo fracture más allá de la profundidad necesaria para realizar el bacheo.

(b) Aserrado de juntas. Se deben suministrar sierras que puedan controlar y mantener la profundidad y el ancho de corte requeridos, sin dañar el concreto adyacente o el material de las juntas a reparar.

(c) Limpieza por medio de chorro de arena. Se debe suministrar equipo para el chorro de arena que sea capaz de remover cualquier residuo de sellador, aceite u otro material ajeno al de las juntas que pueda impedir la adherencia con el nuevo sellador.

(d) Limpieza por medio de chorro de agua. Se debe suministrar una máquina de chorro de agua a alta presión capaz de remover todo el residuo de sellador, aceite u otro material ajeno al de las juntas que pueda impedir la adherencia con el nuevo sellador.

(e) Compresores de aire. Se deben suministrar compresores de aire con una presión mínima en la boquilla de 690 KPa (100 psi) y capaces de extraer los desechos sueltos y de secar las juntas y las grietas.

(f) Sellado de grietas y juntas. Se debe suministrar equipo que cumpla con las recomendaciones del fabricante para el material sellador que será utilizado.

(g) Lechada. Se debe suministrar una planta consistente de una bomba de inyección de desplazamiento directo del cemento y un molino coloidal de alta velocidad. La máquina de mezclado coloidal debe operarse a las velocidades necesarias para producir una mezcla homogénea.

Se debe suministrar una bomba de inyección que tenga una capacidad de presión de $1,900 \pm 170$ KPa (275 ± 25 psi) cuando se esté bombeando una lechada mezclada a un tiempo de flujo de cono de 12 segundos y que pueda bombear continuamente a una razón mínima de 6 litros por minuto. El sistema puede ser modificado adicionando una manguera y una válvula para recirculación en el extremo de descarga de la bomba.

El agua se debe dosificar con un contador o una báscula capaz de medir el consumo diario total. Se deben suministrar mangueras, accesorios y controles para proveer un sello positivo durante la inyección de la lechada.

(h) Perforación. Se deben suministrar saca-testigos para roca capaces de perforar agujeros rectos con un diámetro mínimo de 38 milímetros a través de la losa de concreto, del acero de refuerzo y del material de base.

Los saca-testigos deben pesar menos de 27 kilogramos y ser capaces de perforar con una presión hacia abajo de menos de 90 kilogramos. Se debe suministrar un saca-testigos para abrir los agujeros obstruidos y los agujeros para elevar el pavimento existente.

(i) Ensayo para determinar la estabilidad de la losa. Se debe suministrar el equipo necesario para efectuar el ensayo, el cual debe incluir lo siguiente:

(1) Un camión con un eje trasero de llantas dobles. El eje trasero se debe cargar con 80 kN (18,000 libras) distribuidas uniformemente entre las llantas.

(2) Dispositivos para medir cargas estáticas consistentes de 4 indicadores de dial colocados en 2 montajes, dos indicadores por montaje, capaces de detectar el movimiento de la losa bajo la aplicación de la carga.

(3) Una viga Benkelman modificada o un dispositivo similar aprobado.

(j) Fresado de la superficie con discos de diamante. Se debe suministrar equipo para fresado autopropulsado y con una unidad propulsora, diseñado específicamente para texturizar la superficie del pavimento de concreto de cemento utilizando discos de diamante. Se debe suministrar equipo capaz de realizar lo siguiente:

- (1) Debe cortar o fresar un ancho de por lo menos 1 metro.
- (2) No debe interferir con el movimiento del tráfico fuera del área de trabajo.
- (3) Debe fresar la superficie sin astillar las juntas y las grietas y sin fracturar los agregados en la superficie.

(k) Equipo para fracturar y asentar el pavimento. Se debe suministrar un dispositivo previamente aprobado para fracturar el pavimento en la forma deseada sin desplazarlo o astillarlo. No se permitirá el uso de martillos neumáticos vibratorios ni de bolas demoledoras de caída libre.

Se debe suministrar un rodillo de llantas neumáticas de por lo menos 32 toneladas métricas para asentar el pavimento ya fracturado. El remolque debe tener llantas neumáticas y debe mover el rodillo hacia adelante o hacia atrás a lo largo de líneas preestablecidas.

502.06 REPARACION DE ESPESOR PARCIAL. Este trabajo consiste en el bacheo de astilladuras, baches, quebraduras en las esquinas u otros daños en la superficie del pavimento de concreto de cemento hidráulico.

El bacheo debe quedar con una apariencia similar a la del pavimento existente. Se deben preparar planchas de prueba utilizando los mismos materiales propuestos para ejecutar el trabajo. Los trabajos de bacheo deben iniciarse después de que se haya aprobado el diseño de la mezcla y se haya verificado la apariencia de las planchas de prueba.

(a) Material para bacheo. Se debe utilizar un mortero epóxico o un concreto con polímeros para reparar baches con una profundidad menor o igual a 40 milímetros. Se debe utilizar concreto de cemento hidráulico para reparar baches con una profundidad mayor de 40 milímetros.

(b) Preparación del área de bacheo. Los límites de las áreas de reparación se deben extender un mínimo de 100 milímetros fuera del área dañada. El perímetro del área de bacheo debe ser cortado con sierra, paralelo a la junta existente, hasta una profundidad mínima de 40 milímetros. La superficie del corte en las orillas del bache debe ser vertical. Las superficies casi verticales resultantes del molido o pulverización son aceptables para el bacheo. Todas las esquinas de las áreas de reparación sobre aserradas y los agujeros adyacentes al pavimento deben ser reparadas utilizando lechada anticorrosiva que no se contraiga.

Se debe romper el concreto dentro del área de bacheo hasta una profundidad mínima de 40 milímetros para exponer el concreto sano y limpio. Si la profundidad a reparar excede los 100 milímetros, se debe remover y reemplazar la losa del área de la reparación, con una losa de un ancho y una profundidad total, de acuerdo con lo indicado en la Sección 501.

Las superficies expuestas del concreto deben ser limpiadas con un chorro de arena hasta dejarlas libres de partículas, aceite, polvo, trazas de concreto asfáltico y demás contaminantes antes de iniciar el bacheo. Los residuos resultantes de la limpieza con chorro de arena deben ser removidos inmediatamente antes de colocar el adhesivo de resina epóxica.

Los hombros adyacentes al bache deben ser removidos en dirección longitudinal en toda la profundidad del bache y en un ancho máximo de 300 milímetros para facilitar la colocación de la formaleta. Los hombros deben ser rellenados y compactados con material similar al del

hombro existente. El concreto debe ser retirado y dispuesto de acuerdo con lo indicado en la Sección 201.

(c) Colocación del material de bacheo. El adhesivo de resina epóxica debe ser aplicado de acuerdo con las recomendaciones del fabricante. La colocación del concreto se debe retrasar hasta que el epóxico esté pegajoso. Luego se debe colocar y consolidar la mezcla del bacheo para eliminar vacíos entre el concreto existente y la nueva mezcla. Se le debe dar un acabado de manera que sea consistente con el plano y la textura del pavimento contiguo. El concreto se debe curar de acuerdo con lo indicado en la Sección 501.

(d) Juntas. Si durante el bacheo a una profundidad parcial la nueva mezcla obstruye una junta de trabajo, ésta debe ser reparada para que quede de manera similar a la existente y siga cumpliendo su función de trabajo. Se debe formar una junta nueva con el mismo ancho de la existente. Esta junta se debe sellar de acuerdo con lo indicado en 502.07.

502.07 REPARACION DE JUNTAS. Este trabajo consiste en la reparación y resellado de juntas existentes en el pavimento de concreto.

(a) Preparación de las juntas. Las juntas transversales y las longitudinales deben ser limpiadas y reselladas. Para ello se debe remover el material existente en las juntas y se debe limpiar la junta con una anticipación no mayor de un día al resellado. Se deben utilizar procedimientos que no dañen las juntas ni los baches recién reparados.

El sellador se debe remover utilizando una sierra hasta una profundidad mínima de 2.5 veces el ancho de la junta para poder acomodar el respaldo de esponja y para proveer la profundidad requerida para el nuevo sellador. Después de esta operación, se deben limpiar las caras de la junta existente para extraer todos los materiales ajenos, así como la superficie del pavimento adyacente.

Luego se debe limpiar con un chorro de arena, con un chorro de agua a alta presión o con un cepillo mecánico de alambre. El proceso se debe repetir hasta dejar expuesta una superficie nueva y limpia en el concreto. La junta debe ser secada con aire comprimido.

Si los métodos empleados no son capaces de limpiar correctamente la junta, se debe usar una sierra más gruesa. El aserrado se debe limitar a exponer superficies limpias y nuevas del concreto en la junta con un corte permisible mínimo de 2 milímetros en cada cara de la junta.

(b) Respaldo de Esponja. El respaldo de esponja se debe instalar hasta la profundidad requerida después de que se hayan limpiado y secado las juntas. No se debe estirar ni retorcer durante la instalación. La longitud del respaldo de esponja instalado se debe limitar a aquel que pueda ser sellado el mismo día de trabajo.

Si la junta está contaminada o humedecida, se debe remover el respaldo, se debe limpiar y secar la junta y se debe instalar un nuevo respaldo antes de colocar el sellador.

(c) Aplicación del sellador. Las juntas y grietas deben ser selladas inmediatamente después de colocar el respaldo de esponja. El sellador se debe aplicar a las temperaturas ambiente y de la superficie del pavimento recomendadas por el fabricante del sellador. Inmediatamente después de su aplicación, se debe moldear el sellador para proveer un contacto firme con las caras de la junta y para formar la cajuela requerida debajo de la superficie de la losa.

502.08 REPARACION DE GRIETAS. Este trabajo consiste en la reparación y sellado de grietas existentes en el pavimento de concreto.

Normalmente las grietas en el pavimento no siguen una línea recta, por lo que para limpiarlas debe usarse una contorneadora que permita la limpieza y exposición de las caras limpias del concreto hasta una profundidad de 20 milímetros.

Debe limpiarse la grieta de todo material ajeno a la misma por medio de chorro de aire y para secar las paredes. Cuando la grieta sea muy ancha y las condiciones lo permitan, deberá colocarse una esponja de respaldo previo a la colocación del sellador, siguiendo un procedimiento similar al establecido en 502.07. Luego, debe aplicarse el sellador a la temperatura recomendada por el fabricante para proveer un contacto firme con las caras de la grieta.

502.09 ELEVACION DEL PAVIMENTO. Este trabajo consiste en levantar y darle soporte al pavimento de concreto a los niveles especificados, perforando agujeros e inyectando lechada de cemento hidráulico.

(a) **Perforación de los agujeros.** El Contratista debe proponer al Delegado Residente para su aprobación la localización de los agujeros de inyección. Los agujeros deben perforarse redondos, verticales y con un diámetro menor de 50 milímetros. Se debe evitar romper el fondo del pavimento.

(b) **Levantado.** Se deben establecer los puntos altos del pavimento para monitorear el movimiento de la losa. Se debe introducir dentro del agujero una manguera que conecte la planta de producción de la lechada al agujero. No se debe permitir que el extremo de descarga de la manguera se extienda debajo de la superficie inferior del pavimento de concreto.

Cuando se levante un pavimento de concreto con refuerzo continuo, se debe permitir la inyección de la lechada para elevar el pavimento hasta que la diferencia sea de 3 milímetros de una pita que se coloque para marcar el nivel. Cuando se levanten pavimentos con juntas y losas de enfoque de puentes, se debe permitir la inyección para elevar el pavimento dentro de los 6 milímetros de los niveles transversal y longitudinal.

Se permitirán presiones continuas de hasta 1.4 MPa. Se podrán utilizar presiones de 2 MPa pero únicamente por períodos cortos (30 segundos o menos). Si el pavimento está ligado a la sub-base, se permitirán pequeñas elevaciones en la presión (10 segundos o menos) hasta de 4.1 mega pascales. El bombeo debe detenerse si la lechada se sale por las grietas, juntas, hombros o produce contrapresión en la manguera.

(c) **Sobre elevación.** Se debe perfilar el pavimento que se haya elevado arriba de las tolerancias especificadas para el nivel final. Si la sobre elevación es mayor de 25 milímetros, se debe remover y reemplazar la parte o el pavimento afectado, de acuerdo con lo indicado en la Sección 501.

(d) **Grietas.** Las grietas nuevas que aparezcan durante la inyección de la lechada en los agujeros serán consideradas como aplicaciones impropias de las técnicas utilizadas para la inyección. Si aparecen grietas en cualquier agujero de inyección, se debe remover y reemplazar la losa o la parte de la losa afectada de acuerdo con lo indicado en la Sección 501.

(e) **Sellado de los agujeros.** Después de que la lechada haya fraguado y se remuevan los tapones del agujero, se debe remover toda la lechada de los agujeros en toda la profundidad de la losa y éstos deben ser llenados con un mortero epóxico. Se deben reparar los agujeros dañados.

502.10 SELLADO INFERIOR Y ESTABILIZACION DE LOSAS. Este trabajo consiste en el bombeo de una mezcla de lechada de cemento hidráulico dentro de los agujeros perforados en el pavimento y dentro de los vacíos existentes debajo de las losas para estabilizar y sellar por abajo (sellado inferior) el pavimento de concreto.

(a) Ensayos preliminares. Todos los ensayos deben ser efectuados en la noche o cuando no haya evidencia de que las losas se atasquen debido a la dilatación térmica. Se pueden continuar los ensayos si no se traban las losas y si no se someten a compresión. El equipo de prueba debe cumplir con lo indicado en 502.05 (i).

Se debe ensayar cada losa designada utilizando un método estático de la siguiente manera:

(1) Se debe colocar un juego de indicadores de dial, con un medidor en la esquina de cada losa a ambos lados de la junta cerca de la orilla del pavimento.

(2) Se deben fijar en cero los indicadores de dial a cada lado de la junta sin ninguna carga en la losa.

(3) Para llevar a cabo el ensayo, se debe mover el camión a su posición inicial y detenerlo con el centro del eje 300 milímetros detrás de la junta y con la llanta externa a 300 milímetros de la orilla del pavimento. Se debe tomar la lectura del medidor trasero.

(4) Se debe mover el camión a través de la junta a una posición similar 300 milímetros más adelante de la junta y detenerlo. Se debe tomar la lectura del medidor delantero.

(5) Se debe repetir el proceso para cada junta a ser ensayada. Se deben sellar todas las losas que tengan una deflexión de más de 0.8 milímetros.

(b) Perforación de los agujeros. Los agujeros se deben perforar utilizando el patrón requerido para los mismos. Se podrá aprobar un patrón alternativo basado en los resultados de las pruebas sobre las losas y las condiciones in situ. El tamaño del agujero debe ser el adecuado para proveer un sello positivo por medio de la boquilla de bombeo. Para el primer sellado inferior, se deben perforar agujeros hasta una profundidad de 75 milímetros debajo del fondo del concreto.

El número, profundidad y localización de los agujeros para el segundo sellado inferior, si éste se hace necesario, debe ser presentado para su revisión y aprobación.

(c) Limpieza de los agujeros. Después de perforar los agujeros y antes de bombear la lechada para el sellado inferior, se debe limpiar el agujero con aire comprimido para remover los desechos y proveer un pasaje adecuado para la lechada.

(d) Bombeo de la lechada para el sello inferior. La lechada debe ser bombeada en todos los agujeros. Se debe sellar la boquilla de la manguera de descarga en el agujero para mantener la presión de la lechada debajo de la losa. No se debe permitir que el extremo de la boquilla se extienda debajo del fondo del concreto.

Se debe continuar el bombeo dentro del agujero hasta que la lechada fluya afuera de otros agujeros, juntas o grietas o hasta que la losa se empiece a elevar. La introducción de la lechada se debe interrumpir si la losa o el hombro adyacente se empiezan a elevar.

Durante el bombeo y la introducción de la lechada, se deben controlar los dispositivos para medir la elevación con el fin de evitar presiones de bombeo mayores de 700 KPa y elevaciones de la losa mayores de 1.3 milímetros medidos como el movimiento total acumulado en la esquina exterior de la junta. No se deben tapar los agujeros durante la introducción de la lechada.

Se debe evitar el agrietamiento y la ruptura de la losa. Las losas dañadas deben ser removidas y reemplazadas de acuerdo con lo indicado en la Sección 501.

(e) Sellado permanente de los agujeros. Después de que haya fraguado la lechada, se debe remover toda la lechada en los agujeros en toda la profundidad de la losa y se deben rellenar los agujeros con mortero epóxico o con lechada que no se contraiga. Se deben reparar los agujeros dañados.

(f) Ensayos de estabilidad. Después de sellar por debajo las losas designadas y de que éstas hayan sido ensayadas de acuerdo con lo indicado en el inciso a) antes mencionado y después de que hayan transcurrido 24 horas, se deberán sellar por debajo cualquier otra losa que continúe presentando exceso de movimiento. El Delegado Residente podrá aceptar u ordenar el reemplazo de cualquier losa que continúe presentando movimiento en exceso al especificado después de haber sido sellada por debajo dos veces. Las losas designadas deben ser removidas y reemplazadas de acuerdo con lo indicado en la Sección 501.

502.11 COLOCACIÓN DE DOVELAS. Cuando, por el aumento de cargas de tráfico, se denote que hay necesidad de transferencia de carga entre una losa y otra, se colocarán dovelas entre las losas. Para ello, se cortarán ranuras con sierra del ancho de la dovola. Se colocará ésta y se sellará la ranura con un concreto con una resistencia igual o mayor a la del pavimento existente. Para la debida adherencia entre el concreto existente y el nuevo concreto, deberá aplicarse un aditivo epóxico que la garantice.

502.12 FRESADO SUPERFICIAL CON DISCOS DE DIAMANTE. Este trabajo consiste en el fresado del pavimento de concreto existente para eliminar las fallas de las juntas o grietas y para proveer un drenaje lateral adecuado. La transición del fresado del carril auxiliar o de una rampa debe hacerse uniformemente, desde la orilla de la línea principal, para proveer un drenaje adecuado y una superficie aceptable para el paso del tráfico.

Se deben remover los residuos sólidos de la superficie del pavimento antes de que sean sopladados por el viento o por el paso del tráfico. No se debe permitir que los residuos fluyan a través de los carriles utilizados por el tráfico o dentro de los drenajes.

Se debe producir una textura en la superficie consistente de ranuras de 3 ± 0.5 milímetros de ancho. Se debe proveer un área entre las ranuras de 2.2 ± 0.5 milímetros, y una diferencia entre los picos de las lomas y el fondo de las ranuras de aproximadamente 2 milímetros.

La superficie del pavimento debe ser examinada para determinar su texturizado de acuerdo con lo indicado en la Sección 501. Se deben revisar, de manera aleatoria, las juntas transversales y las grietas utilizando para ello una regla escantillón de 3 metros. La diferencia de nivel entre los planos de las superficies a los lados adyacentes de las juntas o grietas y entre cada cepillada debe ser menor de 1.6 milímetros. La pendiente transversal del pavimento no debe tener depresiones o diferencias de nivel en la pendiente mayores de 5 milímetros en tres metros, al ser examinadas en dirección perpendicular a la línea central. El requerimiento del escantillón no se aplicará a través de las juntas longitudinales o fuera de las áreas de fresado.

502.13 FRACTURADO DEL PAVIMENTO DE CONCRETO. Este trabajo consiste en la fracturación del pavimento de concreto existente y en asentar firmemente o compactar el pavimento antes de efectuar un recapeo. Se deben utilizar uno de los métodos siguientes:

(a) Agrietamiento y asentamiento. Se debe agrietar el pavimento de concreto existente hasta formar grietas finas que abarquen la profundidad total de la losa, en pedazos con un tamaño aproximado de 0.5 a 1.0 metros. Se deben asentar los pedazos firmemente en el lecho de cimentación.

(b) Rotura y asentamiento. Se debe romper el pavimento de concreto hasta formar grietas finas que abarquen la profundidad total de la losa formando pedazos con un tamaño

aproximado de 0.4 a 0.6 metros. Se debe romper el refuerzo o romper la adherencia del concreto y se deben asentar los pedazos firmemente sobre el lecho de cimentación.

(c) Fractura y compactación. Se debe fracturar completamente el pavimento existente para formar pedazos con un tamaño aproximado de 0.05 a 0.15 metros. Se debe remover el acero de refuerzo expuesto y la malla de refuerzo, si ese fuera el caso. Los pedazos deben ser compactados en una sola capa.

El Delegado Residente tendrá que designar el tramo a ser fracturado. El Contratista debe fracturar dicho tramo utilizando distintas energías y alturas de los golpes para establecer un patrón de agrietamiento satisfactorio y distribuido uniformemente. Se deben obtener testigos del pavimento de 150 milímetros de diámetro en 10 localizaciones designadas sobre las grietas para verificar que éstas atraviesen el espesor total del pavimento.

Cuando se esté fracturando un tramo de prueba, se debe suministrar agua para humedecer el pavimento después de fracturarlo, para ayudar a determinar visualmente el patrón de fracturación. Se debe suministrar y aplicar agua a un tramo inspeccionado por lo menos una vez al día para verificar que se ha mantenido un patrón de fracturado satisfactorio. Cuando sea aprobado, se deberá ajustar la energía y/o la altura de caída según los resultados del tramo examinado.

El asentado del pavimento rígido se logra por medio de un mínimo de 2 pasadas de un rodillo de 45 toneladas métricas ó de 4 a 7 pasadas de un rodillo de 32 toneladas métricas hasta que los pedazos de concreto se asienten firmemente. La compactación del pavimento rígido se logra por medio de un mínimo de 2 pasadas de un rodillo vibratorio de 9 toneladas métricas. El Delegado Residente determinará el número máximo de pasadas del rodillo en la sección de prueba para asegurar que el asentamiento o la compactación se logre sin dañar el pavimento. Todos los pedazos sueltos de concreto roto que no hayan sido asentados firmemente deben ser removidos.

Se debe colocar una capa de liga en toda la profundidad de la losa, de acuerdo con lo indicado en la Sección 408, en las paredes casi verticales de las cuales se removió el concreto fracturado. El agujero debe ser llenado con concreto asfáltico que cumpla con lo indicado en la Sección 401.

Se debe evitar la formación de grietas longitudinales continuas. No se debe fracturar el pavimento ubicado dentro de 3 metros de alcantarillas existentes de tubería o de caja.

Las depresiones de 25 milímetros o más, resultantes de la compactación, deben ser rellenadas con agregado graduado y éste debe ser compactado.

Si no se logra fracturar el pavimento a los tamaños especificados debido a la presencia de una subrasante mala, el pavimento debe ser removido y reemplazado con agregado que cumpla con los requisitos de la Sección 305.

Se deben limpiar y sellar las juntas y grietas existentes con un ancho mayor de 15 milímetros.

La primer capa de concreto asfáltico debe colocarse dentro de las 48 horas posteriores a la operación de fracturado. Si el pavimento se abre al paso del tráfico público después de efectuar el fracturado, pero antes de colocar el recapeo de concreto asfáltico, se debe barrer y bachear la superficie para mantener una capa de rodadura segura.

502.14 APERTURA AL TRANSITO. No se debe permitir el paso de tráfico en el pavimento bacheado hasta que el concreto de cemento hidráulico haya alcanzado una resistencia a la compresión de 25 MPa cuando ensayado de acuerdo con la norma AASHTO T

22 o hasta que la lechada utilizada para el levantamiento o el sellado inferior del pavimento haya alcanzado una resistencia de 4.2 MPa cuando se ensaye una probeta de 160 milímetros cuadrados de acuerdo con AASHTO T 197.

No se permitirá el paso de tráfico en las juntas selladas, cuando el sello aún esté pegajoso y los desechos del tráfico se empotren en el sello.

502.15 MEDIDA. La medida se debe hacer del número de metros cuadrados, con aproximación de dos decimales, de bacheo de pavimento rígido, efectuado satisfactoriamente, de acuerdo con estas Especificaciones Generales.

El sellado de juntas y de grietas se debe medir por metro lineal medido a lo largo de la alineación de la grieta o junta.

La lechada para la elevación del pavimento y el sellado inferior se debe medir por metro cúbico en la bomba.

Los agujeros para el sellado inferior deben ser medidos por unidad.

El fresado con discos de diamante, el fracturado y el asentamiento del pavimento debe ser medidos por metro cuadrado.

502.16 PAGO. El pago se debe hacer por el número de metros cuadrados, de metros lineales o por las unidades medidas como se indica anteriormente, al precio unitario de contrato correspondiente a Restauración de Pavimentos de Concreto de Cemento Hidráulico, cuyo precio incluye el trabajo estipulado en esta Sección, de conformidad con lo indicado en 110.02.

DIVISIÓN 550 ESTRUCTURASSECCION 551 CONCRETO ESTRUCTURAL

- 551.01 Definición.
- 551.02 Descripción.
- 551.03 Clase y Resistencia del Concreto.
- 551.04 Materiales para la Fabricación del Concreto.
- 551.05 Aditivos.
- 551.06 Materiales para Juntas.
- 551.07 Dispositivos para Soporte.
- 551.08 Materiales para Curado.
- 551.09 Adhesivos para Concreto.
- 551.10 Recubrimientos Protectores.
- 551.11 Calidad y Proporcionamiento del Concreto.
- 551.12 Evaluación y Aceptación del Concreto.
- 551.13 Investigación de Resultados de Ensayos de Baja Resistencia.
- 551.14 Planta y Equipo para Producción del Concreto.
- 551.15 Requisitos de Producción y Suministro de Concreto.
- 551.16 Medida.
- 551.17 Pago.

551.01 DEFINICION. Concreto Estructural. Es el concreto de calidad especificada para uso estructural producto de la mezcla y combinación de cemento hidráulico, agregados, agua y aditivos en las proporciones adecuadas.

551.02 DESCRIPCION. El trabajo consiste en la fabricación, el suministro en el lugar de la obra, el manejo, la colocación, el curado y el acabado del Concreto Estructural, para puentes, alcantarillas, pavimentos y otras estructuras de concreto o partes de ellas, de conformidad con el trazado, alineación y niveles requeridos en los planos y lo prescrito en las distintas Secciones de estas Especificaciones Generales que cubren construcciones de concreto hidráulico.

551.03 CLASE Y RESISTENCIA DEL CONCRETO. Las clases de concreto se indican a continuación en la Tabla 551-01 y se deben emplear de acuerdo a lo indicado en los planos, Disposiciones Especiales y en las distintas Secciones de estas Especificaciones Generales que cubren construcciones de concreto.

TABLA 551-01 Clases de Concreto

CLASE DE CONCRETO	RESISTENCIA A 28 DIAS ⁽¹⁾	
	MPa	Lb/pulg ²
42 (6000)	42	(6000)
38.5 (5500)	38.5	(5500)
35 (5000)	35	(5000)
31.5 (4500)	31.5	(4500)
28 (4000)	28	(4000)
24.5 (3500)	24.5	(3500)
21 (3000)	21	(3000)
17.5 (2500)	17.5	(2500)
14 (2000)	14	(2000)

⁽¹⁾ A menos que en las Disposiciones Especiales se estipule otra edad en días.

Las diferentes clases de concreto deben llenar los requisitos de calidad y aceptación estipulados en 551.11.

MATERIALES

551.04 MATERIALES PARA LA FABRICACION DEL CONCRETO.

(a) Cementos Hidráulicos. Estos cementos deben ajustarse a las Normas AASHTO M 85, ASTM C 150 ó COGUANOR NG 41005 para los Cementos Portland ordinarios y a las normas AASHTO M 240, ASTM C 595 ó COGUANOR NG 41001 y ASTM C 1157, para Cementos Hidráulicos Mezclados y debiendo indicarse su clase de resistencia en MPa o en lbs/pulg².

En Guatemala se comercializan los Cementos Hidráulicos asignándoles una clase de resistencia de 21, 28, 35 y 42 MPa (3000, 4000, 5000 y 6000 lb/pulg²), que corresponde a una resistencia mínima a 28 días en morteros de cemento normalizados AASHTO T 106, ASTM C 109 y COGUANOR NG 41003.h10.

Cuando no se especifique el cemento a usar, pueden emplearse indistintamente los siguientes cementos: El Cemento Portland ordinario tipo I ó II, el Cemento Portland Modificado con Puzolanas IPM, el Cemento Portland Puzolánico IP, el Cemento Portland Modificado con escorias de alto horno ISM y el Cemento Portland de escorias de alto hornos IS. Todos deberán tener una clase de resistencia de 28 MPa (4000 lb/pulg²) o mayor.

Cuando se utilicen cementos de los tipos IV, V, P y PA, se deberán tener en cuenta debidamente, los efectos de la ganancia de resistencia más lenta en la dosificación del concreto y las prácticas de construcción. Para todos los Cementos Puzolánicos, la sustitución por ceniza fina deberá limitarse a un 10-20 por ciento en peso del Cemento Puzolánico. Los cementos de los tipos S y SA solamente serán permitidos cuando sean mezclados con Cemento Portland en las proporciones aprobadas por el Delegado Residente.

Si se propone el uso de Cemento Mezclado (AASHTO M 240), se deberán aplicar todos los requisitos especificados para Cemento Modificado con ceniza fina en las secciones aplicables.

El empleo de otros tipos de cemento debe estar establecido en los planos o en las Disposiciones Especiales, o debe ser aprobado previamente por el Delegado Residente.

No deben mezclarse cementos de diferentes tipos o de diferentes plantas cementeras, sin la aprobación del Delegado Residente.

(b) Agregado Fino. De acuerdo a AASHTO M 6, Clase B, incluyendo el requisito suplementario de reactividad potencial del agregado, excepto lo siguiente: No se aplicará el ensayo de congelamiento y deshielo alternados y que en el ensayo de desintegración al sulfato de sodio la pérdida de masa será no mayor del 15% después de cinco ciclos conforme AASHTO T 104. Las cantidades de sustancias perjudiciales permisibles serán las establecidas para Clase B y cuando el caso lo amerite, serán fijados en las Disposiciones Especiales. El porcentaje permisible en masa de material de baja densidad constituido por pomez y otros materiales piroclásticos debe ser fijado por el Delegado Residente, para cada caso particular. Cuando el material de baja densidad sea carbón, lignito o mica u otro mineral liviano no piroclástico, el porcentaje máximo permisible en masa será de 1.0. La arena de mar, podrá usarse únicamente en concreto no reforzado, cuando además de llenar los requisitos aquí establecidos, no produzca un cambio de más de 25% del tiempo de fraguado del cemento, o una reducción de más del 10% de la resistencia a compresión en morteros de cemento hidráulico a 7 y 28 días, en relación a la resistencia obtenida de morteros hechos con arena normalizada, de acuerdo a AASHTO T 106 (ASTM C 109).

La graduación del agregado debe estar dentro de los límites de la Tabla 551-02:

TABLA 551-02 Graduación de los agregados

TAMICES AASHTO M 92		PORCENTAJE EN MASA QUE PASA
9.500 mm	3/8"	100
4.750 mm	No.4	95-100
2.360 mm	No.8	80-100
1.180 mm	16	50-85
0.600 mm	30	25-60
0.300 mm	50	10-30 ⁽¹⁾
0.150 mm	100	2-10 ⁽¹⁾
0.075 mm	200	0- 5 ⁽²⁾

⁽¹⁾ Para concreto de pavimentos estos límites pueden quedar: de 5-30 para Tamiz 0.300 mm (No. 50), y de 0-10 para Tamiz 0.150 mm (No. 100).

⁽²⁾ Para concreto sujeto a desgaste superficial, estos límites se reducen a 0-3.

Para arena triturada, si el material que pasa por el tamiz 0.075 mm (No.200) consiste en el polvo de la trituración, libre de arcilla o esquistos arcillosos, el límite de material que pasa por el tamiz 0.075 mm (No. 200) puede ser elevado a 5 por ciento, en concretos sujetos a desgaste superficial y a 7 por ciento en otros concretos.

El módulo de finura no debe ser menor de 2.3 ni mayor de 3.1 ni variar en más de 0.20 del valor asumido al seleccionar las proporciones del concreto.

El agregado fino deberá tener un equivalente de arena mínimo de 75 cuando sea ensayado de acuerdo con lo establecido en AASHTO T 176, alternativa 2.

El módulo de finura de un agregado se determina, de la suma de los porcentajes por masa acumulados retenidos en los siguientes tamices de malla cuadrada, dividida entre 100: 75mm (3"), 38.1 mm (1½"), 19 mm (¾"), 9.5 mm (¾"), 4.75 mm (No.4), 2.36 mm (No.8), 1.18mm (No.16), 0.600 mm (No.30), 0.300 mm (No.50), 0.150 mm (No.100).

(c) Agregado Grueso. Debe cumplir con los requisitos de AASHTO M 80 y ASTM C 33; excepto que no se aplicará el ensayo de congelamiento y deshielo alternados y que en el ensayo de desintegración al sulfato de sodio, la pérdida de masa debe ser no mayor de 15% después de cinco ciclos, conforme AASHTO T 104 ó ASTM C 88. Además, el porcentaje de desgaste debe ser no mayor de 40% en masa después de 500 revoluciones en el ensayo de abrasión, AASHTO T 96 ó ASTM C 131 y ASTM C 535.

El porcentaje de partículas planas (relación de ancho a espesor mayor de 3) y de partículas alargadas (relación de largo a ancho mayor de 3) o alternativamente, el porcentaje de partículas planas y alargadas (largo a espesor mayor de 3), según se establezca en las Disposiciones Especiales, no debe sobrepasar de 15% en masa.

El porcentaje de partículas friables (o desmenuzables) y/o de terrones de arcilla no debe exceder del 5% en masa, pero el contenido de terrones de arcilla no debe ser mayor de 0.25 % en masa. Los límites para otras sustancias perjudiciales serán fijados para cada caso en las Disposiciones Especiales.

La graduación del agregado grueso, debe satisfacer una de las graduaciones siguientes, de la Tabla 551-03, según se especifique en los planos o Disposiciones Especiales, o sea aprobada por el Delegado Residente, con base en el tamaño máximo de agregado a usar, de acuerdo a la estructura de que se trate, la separación del refuerzo y la clase de concreto especificado.

TABLA 551-03: PORCENTAJE POR PESO QUE PASA POR TAMICES DE ABERTURA CUADRADA										
GRADUACIONES AASHTO M 80		63.0 mm (2 1/2")	50.0 mm (2")	38.1 mm (1 1/2")	25.0 mm (1")	19.0 mm (3/4")	12.5 mm (1/2")	9.50 mm (5/8")	4.75 mm (No. 4)	2.36 mm (No. 8)
N°7	12.5 a 4.75 mm (1/2" a N°4)	-	-	-	-	100	90-100	40-70	0-15	0-5
N°67	19.0 a 4.75 mm (3/4" a N°4)	-	-	-	100	90-100	-	20-55	0-10	0-5
N°57	25.0 a 4.75 mm (1" a N°4)	-	-	100	95-100	-	25-60	-	0-10	0-5
N°467	38.1 a 4.75 mm (1 1/2" a N°4)	-	100	95-100	-	35-70	-	10-30	0-5	-
N°357	50.0 a 4.75 mm (2" a N°4)	100	95-100	-	35-70	-	10-30	-	0-5	-
N°4	38.1 a 19.0 mm (1 1/2" a 3/4")	-	100	90-100	20-55	0-15	-	0-5	-	-
N°3	50.0 a 25.0 mm 2" a 1"	100	90-100	35-70	0-15	-	0-5	-	-	-

El material que pasa el Tamiz 0.075 mm (N°200) no debe exceder de 1.0%, salvo el caso que consista de polvo de trituración, libre de arcilla, esquistos ó pizarras, en cuyo caso, se podrá aceptar un límite máximo de 1.5%.

(d) Agua. El agua para mezclado y curado del concreto o lavado de agregados debe ser preferentemente potable, limpia y libre de cantidades perjudiciales de aceite, ácidos, álcalis, azúcar, sales como cloruros o sulfatos, material orgánico y otras sustancias que puedan ser nocivas al concreto o al acero. El agua de mar o aguas salobres y de pantanos no deben usarse para concreto reforzado.

El agua proveniente de abastecimientos o sistemas de distribución de agua potable, puede usarse sin ensayos previos. Donde el lugar de abastecimiento sea poco profundo, la toma debe hacerse en forma que excluya sedimentos, toda hierba y otras materias perjudiciales.

(1) Aguas de calidad cuestionable. El agua cuya calidad sea cuestionable, deberá ser sometida al criterio de aceptación indicado en la Tabla 551-04. Cuando el Delegado Residente, tomando en consideración el tipo de construcción y la calidad del agua disponible, así lo ordene, se le deberá someter además, a los criterios establecidos en Tabla 551-05.

TABLA 551-04 Criterio de Aceptación para suministros de Aguas de Calidad Dudosa

	Límites	Método de Ensayo
Resistencia a la compresión, en % mínimo de la resistencia a la compresión de la mezcla de control a los 7 días.	90	AASHTO T 106 ⁽¹⁾ ASTM C 109
Tiempo de fraguado final, desviación a partir del tiempo de fraguado final de la mezcla de control, en horas y minutos.	Desde 1.0 horas menos hasta 1.5 horas más.	AASHTO T 131 ⁽¹⁾ ASTM C 191

⁽¹⁾ La comparación debe basarse en proporciones fijas de los componentes de la mezcla y el mismo volumen de agua de ensayo, comparando con una mezcla de control en la que se haya empleado agua municipal o agua destilada.

(2) El agua de lavado de la mezcladora. Podrá usarse con la aprobación del Delegado Residente, siempre que no tenga efectos perjudiciales y cumpla con los requisitos de la tabla 551-05.

TABLA 551-05 Requisitos químicos del agua de mezclado cuando se le agregan aguas de lavado

	Concentraciones máximas permitidas en mg/L ⁽¹⁾	Método de Ensayo
Cloruros, como cl:		
1. Concreto preesforzado o concreto reforzado en losas de puentes.	500 ⁽²⁾	AASHTO T260 ASTM D512
2. Otros concretos reforzados en un ambiente húmedo o que contenga piezas empotradas de aluminio o esté en contacto con formaletas de metal galvanizado.	1000 ⁽²⁾	AASHTO T260 ASTM D512
3. Concreto reforzado que se mantendrá seco o protegido de la humedad.	Ningún límite para efectos de corrosión.	AASHTO T260 ASTM D512
Sulfato como SO ₄ : ⁽¹⁾	3,000	ASTM D516
Álcalis como (Na ₂ O + 0.658 K ₂ O) ⁽¹⁾	600	ASTM D516
Sólidos Totales, ppm ⁽²⁾	50,000	AASHTO T26

⁽¹⁾ El agua para lavado que se utilice como agua de mezclado del concreto, podrá contener concentraciones de cloruros y sulfatos mayores que las indicadas cuando se compruebe, a satisfacción del Delegado Residente, que la concentración calculada de éstos, para la cantidad total de agua de la mezcla, incluyendo la del agua contenida en los agregados, el cemento, los aditivos y la procedente de otras fuentes, no excede los límites establecidos en esta Tabla.

⁽²⁾ El contenido de cloruros solubles en el concreto endurecido a la edad de veintiocho (28) días, expresado como porcentaje de la masa de cemento, para los casos en que se requiera protección especial del refuerzo de acero contra la corrosión, deberá ajustarse además, a los requisitos establecidos en la Tabla 551-13.

551.05 ADITIVOS. Los aditivos para concreto se deben emplear con la aprobación previa del Delegado Residente y de acuerdo a las instrucciones del fabricante. Debe demostrarse que el aditivo es capaz de mantener esencialmente la misma composición y

rendimiento del concreto de la mezcla básica. No se permitirá el uso de aditivos que contengan iones de cloruro, en ningún tipo de concreto reforzado o preesforzado o concretos que contengan elementos galvanizados o de aluminio. Previa a la autorización del uso de aditivos, el contratista deberá realizar mezclas de pruebas de campo, utilizando los materiales y equipo a emplear en el proyecto u obra. Si se emplea más de un aditivo, debe cuidarse de que los efectos deseables de cada uno se realicen y no interfieran entre sí. Cuando se empleen aditivos acelerantes en tiempo caluroso, deben tomarse las precauciones necesarias para evitar un fraguado muy rápido del concreto.

Los aditivos permisibles son los siguientes:

(a) Aditivos Incorporadores o Inclusores de Aire. Estos aditivos deben cumplir con lo prescrito en AASHTO M 154, ASTM C 260 ó COGUANOR NGO 41069.

(b) Aditivos Retardantes. Estos aditivos deben cumplir con los requisitos para los aditivos tipo B ó tipo D, establecidos en AASHTO M 194, ASTM C 494 ó COGUANOR NGO 41070.

(c) Aditivos Acelerantes. Los aditivos acelerantes deben cumplir con los requisitos establecidos para los aditivos Tipo C, establecidos en ASTM C 494, AASHTO M 194 ó COGUANOR NGO 41070, excepto que no deberán contener cloruros.

(d) Aditivos Reductores de Agua, Reductores de Agua y Retardantes, Reductores de Agua y Acelerantes, Reductores de Agua de Alto Rango y Reductores de Agua de Alto Rango y Retardantes. Deberán cumplir con los requisitos establecidos para los aditivos tipos A, D, E, F y G, respectivamente en AASHTO M 194, ASTM C 494 ó COGUANOR NG 41070.

(e) Aditivos Plastificantes y Plastificantes y Retardantes. Deberán cumplir con los requisitos establecidos para los aditivos tipos I y II en ASTM C 1017 ó COGUANOR NG 41047.

(f) Cloruro de Calcio. Cuando se especifique su empleo como aditivo acelerante, debe usarse sólo para concreto simple sin refuerzo que no tenga aluminio ahogado, o que no sea fundido contra formaletas de metal galvanizado, y debe cumplir además de lo indicado en (c), con AASHTO M 144 ó ASTM D 98. No se debe usar en el concreto a utilizarse en pavimentación.

(g) Ceniza Volante de Carbón y Otras Puzolanas Naturales o Artificiales. Al emplearse como aditivos minerales en el concreto, deben cumplir con los requisitos de AASHTO M 295, ASTM C 618 ó COGUANOR NG 41045.

(h) Escoria Granulada de Alto Horno. Cuando se les emplee como aditivo mineral en el concreto, deben cumplir con lo indicado en AASHTO M 302 y ASTM C 989, para grados 100 y 120.

(i) Humo de Sílice (o Microsílice). Al emplearse como aditivo mineral en el concreto debe cumplir con lo indicado en AASHTO M 307 y ASTM C 1240.

Los aditivos (g), (h) e (i) pueden ser utilizados en casos especiales como reemplazo parcial del cemento, siempre que no existan en el mercado cementos hidráulicos mezclados o adicionados que contengan estos aditivos, en cuyo caso se especificará preferentemente el empleo de estos cementos.

(j) Aditivos Expansivos y Reductores de Contracción. Cuando se especifique el uso de estos aditivos (para cementos expansivos o cementos de contracción compensada), estos materiales deben cumplir con ASTM C 845 y no producir efectos nocivos secundarios en el concreto.

Los ensayos de los aditivos deben hacerse, en lo posible, utilizando el mismo cemento y agregados propuestos para el trabajo de que se trate.

El Contratista puede seleccionar el o los aditivos a usar, de la lista de aditivos aprobados por el Ingeniero, o bien presentar al Delegado Residente, las certificaciones de un laboratorio reconocido por el Ingeniero, en las que se haga constar que el aditivo que se propone emplear cumple con los requisitos arriba establecidos.

551.06 MATERIALES PARA JUNTAS. Los materiales para relleno y/o sellado de juntas y grietas deben ser especificados en los planos o en las Disposiciones Especiales, y deben ser previamente aprobados por el Delegado Residente. Los materiales de esta sección deben ser de los tipos señalados a continuación:

(a) Rellenos Premoldeados para Juntas de Expansión.

(1) Relleno Premoldeado no Bituminoso, Resiliente y No Exprimible. A menos que los planos indiquen en otra forma, debe ser de los Tipos I (caucho esponjoso), II (corcho) ó III (corcho autoexpansivo) de AASHTO M 153 (ASTM C 1752).

(2) Relleno Premoldeado Bituminoso. De acuerdo a AASHTO M 33 (ASTM D 994).

(3) Relleno Premoldeado de Fibra Impregnada de Bitumen, Resiliente y No Exprimible. De acuerdo a AASHTO M 213 (ASTM D 1751).

(4) Relleno Premoldeado de Fibra. De acuerdo a AASHTO M 213 (ASTM D 175), excepto que no se aplican requisitos pertinentes al bitumen de impregnación.

(b) Selladores de Juntas y de Grietas, vertidos en caliente o en frío.

(1) Sellador Vertido en Caliente Tipo Elástico. Debe ajustarse a AASHTO M 173 (ASTM D 1190).

(2) Sellador Vertido en Caliente para Juntas en Pavimentos de Concreto y de Asfalto. Deben cumplir con AASHTO M 301 (ASTM D 3405).

(3) Sellador Vertido en Caliente Tipo Elastomérico para Juntas en Pavimentos de Concreto. Deben ajustarse a AASHTO M 282 (ASTM D 3406).

(4) Sellador Vertido en Caliente para Grietas en Pavimentos de Concreto y de Asfalto. Debe cumplir con ASTM D 5078.

(5) Sellador de Silicona Vertido en Frío. Debe ser de bajo coeficiente de alargamiento, de acuerdo a ASTM C 920.

(c) Sellos Premoldeados Elastoméricos para Juntas en Compresión.

(1) Sellos Premoldeados Elastoméricos de Policloropreno para Juntas en Pavimentos de Concreto. Deben ser de acuerdo a AASHTO M 220 (ASTM D 2628).

(2) Sellos Premoldeados Elastoméricos de Policloropreno para Puentes de Concreto. De acuerdo a AASHTO M 297 (ASTM D 3542).

(d) Relleno Premoldeado de Espuma de Poliestireno Expandido. Con una resistencia a compresión no menor de 70 kilo pascales.

(e) Cordones o Rodos de Apoyo o Respaldo para Selladores Fluidos. Deben ser de polietileno del tipo 1, de acuerdo a ASTM D 3204, o del tipo recomendado por los fabricantes de los selladores.

(f) Rodos, Tiras y Láminas de Apoyo para Selladores Fluidos en Pavimentos de Concreto Hidráulico y de Concreto Asfáltico. Deben ser conforme ASTM D 5249.

(g) Sellos de Lámina de Cobre. Deben ser, a menos que se especifique en otra forma, del tipo "110 ETP" (Electrolytic Tough Pitch), laminado en frío y temple suave y de 0.432 mm de espesor como mínimo, conforme AASHTO M 138 (ASTM B 152).

(h) Sellos de Lámina de Acero Galvanizado. Deben ser de clase 1.25 comercial y de 0.5512 mm de espesor como mínimo, conforme a ASTM A 525.

(i) Sellos de Lámina de Zinc. Deben ser a menos que se especifique en otra forma del tipo II y de 0.432mm de espesor como mínimo, conforme AASHTO M113 (ASTM B69).

(j) Sellos de Planchas o Perfiles de Acero Estructural. Las planchas, angulares u otros perfiles de acero estructural usados como sellos de juntas, deben ser de la calidad indicada en 559.03 (a) y conformados en taller para ajustarse a la sección del elemento de concreto en que se colocarán.

La fabricación y pintura de los mismos debe hacerse conforme se indica en las Secciones correspondientes de estas Especificaciones Generales. En caso de que los planos o Disposiciones Especiales así lo indiquen, el material puede ser galvanizado en vez de pintado. Las superficies de contacto de los sellos deben ser planas y alineadas.

(k) Retenedores de Agua.

(1) Retenedores de Plástico PVC. Los retenedores de plástico PVC (Cloruro de Polivinilo), deben ajustarse a la norma del cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos de Norteamérica, CRD-C 572.

(2) Retenedores de Caucho. Pueden ser obtenidos por moldeo o por extrusión a presión y deben estar constituídos por caucho natural o sintético o mezcla de ambos, junto con otros materiales, que produzcan un retenedor durable y elástico que cumpla con los requisitos siguientes:

TABLA 551-06 Requisitos para Retenedores de Caucho

PROPIEDAD	REQUISITOS	NORMA
Dureza Durómetro Shore Tipo A	60 a 70	ASTM D 2240
Alargamiento a la Rotura	450% mínimo	ASTM D 412
Resistencia a Tensión	17 MPa (2500 Lb/pulg ² mínimo)	ASTM D 412
Absorción de Agua (en masa) después de inmersión en agua a (158°F + 2°F) 70°C ± 1°C por 2 días.	5% máximo	
Deformación Permanente por Compresión después de 22 horas a 70°C (158°F).	30% máximo	ASTM D395 Método B

551.07 DISPOSITIVOS PARA SOPORTE. Las planchas de soporte, balancines y otros dispositivos de soporte deben construirse de acuerdo a los detalles de los planos. Si se especifica el uso de planchas de bronce o de aleación de cobre, éstas deben ajustarse a lo prescrito en 561.03 (b) de estas Especificaciones Generales. El acero estructural y la pintura para el mismo, deben cumplir con los requisitos de las Secciones correspondientes de estas

Especificaciones Generales. Si se especifica el empleo de apoyos elastoméricos, éstos deben cumplir con lo prescrito en AASHTO M 251 y 561.03 (c).

551.08 MATERIALES PARA CURADO.

(a) Esteras de Algodón.

(b) Brin de Yute o de Kenaf. Debe ser de 2 capas de 305 g/m² ó más (10 onzas o más por yarda lineal de brin de 40 pulgadas de ancho) o de 3 capas de 227 g/m² o más (7.5 onzas o más por yarda lineal de brin de 40 pulgadas de ancho).

No puede usarse brin que haya sido empleado para encostalar azúcar. Antes de que el brin se use por primera vez, se debe lavar cuidadosamente con el fin de remover los almidones usados en el encolado del material. El brin se debe suministrar en tiras más largas que el ancho de la superficie que se va a cubrir.

(c) Papel Impermeable. El papel será del tipo Kraft de acuerdo a AASHTO M 171 (ASTM C 171). En estructuras pequeñas, con autorización del Delegado Residente, se podrán usar las bolsas para empaque del cemento.

(d) Tiras o Rollos de Polietileno Blanco. Conforme AASHTO M 171 (ASTM C 171).

(e) Brin de Yute o de Kenaf Impregnado en Polietileno Blanco. Consistirá de brin de 305 g/m² ó más del tipo mencionado en (b), impregnado con no menos de 84.77 g/m² (2.5 onzas/yarda²) de película de polietileno, de acuerdo a AASHTO M 171, excepto que no serán aplicables los ensayos de resistencia a tensión, elongación y tolerancias dimensionales.

(f) Compuestos Líquidos Formadores de Membranas de Curado. Deben ajustarse a lo prescrito en AASHTO M 148 (ASTM C 309).

551.09 ADHESIVOS PARA CONCRETO.

(a) Adhesivos para concreto, a base de resinas epóxicas.

(1) Adhesivos para unir concreto endurecido u otros materiales a concreto endurecido. Deben ser del Tipo I, de acuerdo con AASHTO M 235 ó ASTM C 881.

(2) Adhesivos para unir concreto fresco a concreto endurecido. Deben ser del tipo II, especificado en AASHTO M235 ó ASTM C 881.

(3) Adhesivos para unir materiales antideslizantes a superficies de concreto endurecido o como conglomerante de morteros y concreto de resinas epóxicas. Deberán ser del tipo III según AASHTO M 235 ó ASTM C 881.

(b) Adhesivos para concreto, a base de resinas de latex. Este tipo de adhesivos para unir concreto fresco o concreto endurecido, especialmente en pisos, pavimentos, losas de puentes, rampas, aceras y bordillos, deben ser del tipo II (no reemulsificable), en conformidad con ASTM C 1059.

551.10 RECUBRIMIENTOS PROTECTORES. Deben cumplir con los requisitos y deben colocarse como se indica en la Sección 570.

551.11 CALIDAD Y PROPORCIONAMIENTO DEL CONCRETO.

(a) Generalidades. El concreto debe dosificarse y producirse para asegurar una resistencia a la compresión promedio lo suficientemente alta, para minimizar la frecuencia de

resultados de ensayos por debajo del valor de resistencia a la compresión especificada ($f'c$) en los planos. Los planos deben mostrar claramente la resistencia a la compresión del concreto, para la cual se ha diseñado cada parte de la estructura.

Los requisitos para comprobar la resistencia del concreto, deben basarse en ensayos de cilindros fabricados y probados de acuerdo con los métodos AASHTO ó ASTM que se estipulan en 551.12. A menos que se especifique otra cosa en los planos y/o en las Disposiciones Especiales, la resistencia a la compresión de base para la aceptación del concreto será la de 28 días.

Cuando en las Disposiciones Especiales así se establezca, por la naturaleza de la obra de que se trate, el concreto deberá cumplir, además, con las resistencias a tracción indirecta o con el módulo de ruptura (a flexión), especificados según el caso.

(b) Selección de las Proporciones del Concreto. El proporcionamiento de los materiales para el concreto debe establecerse como se indica a continuación, para lograr:

(1) El cumplimiento con los requisitos de evaluación y aceptación del concreto con base en los ensayos de resistencia de acuerdo con 551.12.

(2) La trabajabilidad y consistencia adecuadas para permitir su fácil manejo y colocación dentro de las formaletas y alrededor del refuerzo, bajo las condiciones de colocación que van a emplearse, sin segregación ni exudación excesivas según 551.15 (f).

(3) La resistencia a aguas o suelos agresivos y a otras condiciones especiales de exposición, cuando así se requiera en los planos o en las Disposiciones Especiales, de acuerdo con 551.11 (e).

El Contratista debe diseñar sus mezclas preferentemente por el Método de Proporcionamiento por Volumen Absoluto de los Componentes del Concreto del ACI (American Concrete Institute) 211-1 u otro similar.

Las proporciones del concreto, incluyendo la relación agua/cemento o agua/materiales cementantes, deben establecerse con base en la experiencia de campo o por mezclas de prueba en el laboratorio con los materiales que hayan de utilizarse de acuerdo con 551.11 (c). A menos que en las Disposiciones Especiales se autorice el proporcionamiento basado en relaciones agua/cemento máximas y en contenidos de cemento mínimos como se indica en 551.11 (d), o en lo requerido en 551.11 (e) (2) para concreto sujeto a condiciones especiales de exposición cuando se empléen materiales diferentes para distintas partes de una obra, se deberá evaluar cada una de las combinaciones propuestas.

Las mezclas de concreto a utilizar en la obra, deben ser verificadas por medio de mezclas de prueba en la obra o en laboratorio y deben ser sometidas a la aprobación del Delegado Residente por lo menos 30 días antes de su empleo en la obra. Al efecto el Contratista debe suministrar información sobre los materiales a usar, sus proporciones en masa, registros de ensayos de resistencia del concreto a 7 y 28 días y muestras de los materiales. Una mezcla podrá ser aprobada estando pendiente de resultados de ensayos de resistencia a 28 días sobre la base de los resultados de resistencia a 7 días, siempre que éstos sean iguales o excedan el 85% de la resistencia requerida a 28 días, sin usar acelerantes ni cementos de alta resistencia.

(c) Proporcionamiento de Mezclas de Concreto con Base en la Experiencia de Campo y/o en Mezclas de Prueba en el Laboratorio. Para la selección de una mezcla de concreto por esta metodología, se debe aplicar el procedimiento siguiente: primero se debe determinar la desviación estándar de los registros de ensayos de resistencia disponibles; luego se determinará la resistencia promedio requerida para la mezcla ($f'cr$) y finalmente se seleccionan las proporciones requeridas para obtener dicha resistencia promedio ($f'cr$).

(1) Cálculo de la Desviación Estándar.

a) Cuando la planta de producción de concreto lleve un registro y control adecuados de su producción, debe establecerse la desviación estándar. Los registros de ensayos, a partir de los cuales se calculará la desviación estándar, deben cumplir con los requisitos siguientes:

i) Deben corresponder a materiales, procedimientos de control de calidad y condiciones similares a las esperadas y los cambios en materiales y proporciones dentro de la serie de ensayos, no deben haber sido sujetos a más restricciones que los de la obra a realizar.

ii) Deben corresponder a concreto producido que cumpla con la resistencia o resistencias especificadas ($f'c$), dentro de un margen 7 MPa (1000 lb/pulg²), de la estipulada para la obra propuesta.

iii) Deben constar, al menos, de 30 ensayos consecutivos o de dos grupos de ensayos consecutivos que totalicen al menos 30 ensayos definidos como se establece en 551.12 (b), con excepción de lo que se establece en 551.11 (c)(1) b).

b) Cuando la planta de producción de concreto no cuente con registros de ensayos, que se ajuste a los requisitos de 551.11 (c)(1) a), pero lleve un registro basado en 15 a 29 ensayos consecutivos, se establecerá una desviación estándar multiplicando la desviación estándar calculada por el factor de modificación indicado en la Tabla 551-07. Para que sea aceptable, el registro de ensayos debe ajustarse a los requisitos de 551.11 (c)(1) a) y representar un solo registro de ensayos consecutivos que cubran un período no menor de cuarenticinco (45) días calendario.

TABLA 551-07 Factor de Modificación para la Desviación Estándar, cuando se dispone de menos de 30 ensayos

Número de Ensayos ⁽¹⁾	Factor de Modificación para Desviación Estándar ⁽²⁾
Menos de 15	1.16
15	1.08
20	1.08
25	1.03
30 o más	1.00

⁽¹⁾ Interpolar para números intermedios de ensayos.

⁽²⁾ Desviación estándar modificada, que se deberá emplear para determinar la resistencia promedio requerida ($f'cr$) de la tabla 551-15.

(2) Cálculo de la Resistencia Promedio Requerida ($f'cr$). Para determinar la aceptabilidad del concreto con respecto a la resistencia a la compresión especificada, la mezcla se debe proporcionar a manera de que el promedio de todos los ensayos de resistencia realizados sea igual, o superior, a la resistencia especificada ($f'c$) para cada clase de concreto. Además, el número de resultados que sean menores que la resistencia especificada debe cumplir con uno de los criterios de aceptación indicados en la tabla 551-15.

La resistencia promedio requerida ($f'cr$) se calcula aplicando la ecuación siguiente, empleando una desviación estándar (s) calculada de acuerdo con 551.11(c)(1) a) ó b), y un factor de probabilidad (p), basado en el porcentaje de ensayos que se permita sean menores de $f'c$ de acuerdo a tabla 551-15.

$$f'cr = f'c + ps$$

En la que:

- $f'c$ = resistencia a la compresión especificada en los planos, a la edad de 28 días.
 p = factor de probabilidad basado en el porcentaje de ensayos de resistencia que se permita sean menores de $f'c$. Ver tabla 551-15.
 s = desviación estándar (o desviación típica) de los ensayos individuales de resistencia.

Cuando la planta de concreto no cuente con registros de ensayos de resistencia en el campo o laboratorio, para el cálculo de la desviación estándar que se ajuste a los requisitos de 551.12 (c)(1) a) ó b), la resistencia promedio requerida deberá determinarse de la Tabla 551-08 y la documentación que garantice que se obtendrá dicha resistencia promedio, debe cumplir con los requisitos de 551.11 (c)(3).

TABLA 551-08 Resistencia Promedia a la Compresión requerida ($f'cr$) cuando no hay datos disponibles para establecer una desviación estandar

Resistencia a la Compresión Especificada ($f'c$)		Resistencia Promedio a la Compresión Requerida ($f'c$)	
MPa	Lb/pulg ²	MPa	Lb/pulg ²
Menos de 21	3000	$f'c + 7$	$f'c + 1000$
De 21 a 35	3000 a 5000	$f'c + 8.4$	$f'c + 1200$
Más de 35	5000	$f'c + 9.8$	$f'c + 1400$

(3) Documentación que garantice que con las proporciones propuestas se obtendrá la resistencia promedio requerida. La documentación que garantice que con las proporciones propuestas para la mezcla de concreto, se obtendrá una resistencia promedio a la compresión, igual o mayor que la resistencia promedio requerida de acuerdo a 551.11 (c)(2), debe consistir en uno o varios registros de ensayos de resistencia en el campo o de mezclas de prueba preparadas en el laboratorio.

a) Cuando se empléen registros de ensayos de campo, dichos registros deberán representar materiales y condiciones similares a las esperadas y llenar los requisitos de 551.11 (c)(2). No obstante, y con el propósito de documentar el potencial de alcanzar la resistencia promedio requerida, pueden aceptar registros de ensayos que consistan en menos de treinta (30), pero nunca en menos de diez (10) ensayos, siempre que dichos registros abarquen un período no menor de cuarenticinco (45) días. Las proporciones requeridas, se pueden establecer por interpolación, entre las resistencias y las proporciones de dos o más registros de ensayos, cada uno de los cuales debe cumplir con los demás requisitos de esta sección.

b) Cuando no se disponga de un registro aceptable de resultados de ensayos de campo, las proporciones del concreto se pueden establecer con base en mezclas de prueba en el laboratorio que cumplan con los requisitos siguientes:

i) Los materiales y la combinación de los mismos deben ser los que se utilizarán en la obra a ejecutar.

ii) Las mezclas de prueba con las proporciones y resistencias requeridas para la obra a realizar, se deben preparar empleando cuando menos tres (3) relaciones diferentes agua/cemento o agua/materiales cementantes, que produzcan una gama de resistencias que abarque la resistencia promedio requerida ($f'cr$).

iii) Las mezclas de prueba se deben diseñar para producir un asentamiento dentro de ± 20 mm del máximo permitido y para concreto con aire incluido o incorporado, el contenido de aire deberá quedar dentro de $\pm 0.5\%$ del máximo permisible.

iv) Para cada relación agua/cemento o agua/materiales cementantes, se deberán hacer por lo menos 2, y preferiblemente 3, cilindros de prueba para cada edad de ensayo, de acuerdo con la norma AASHTO T 126 ó ASTM C192.

Los cilindros se deben ensayar a 28 días o a la edad señalada por el Delegado Residente, para determinar la resistencia de concreto especificada ($f'c$).

v) A partir de los resultados del ensayo de los cilindros, se debe graficar una curva que muestre la correspondencia entre la relación agua/materiales cementantes o el contenido de materiales cementantes y la resistencia a una edad de ensayo determinada.

vi) La relación agua/materiales cementantes máxima, o el contenido mínimo de cemento o materiales cementantes para la mezcla que se usará en la obra, deben ser los que indique la curva para producir la resistencia promedio requerida ($f'cr$), por 551.11 (c)(2), a no ser que, en el caso en que los requisitos especiales para exposición establecidos en 551.11 (e) sean determinantes, los planos o las Disposiciones Especiales exijan una relación agua/materiales cementantes menor o una resistencia requerida mayor.

(4) Reducciones permitidas en la resistencia promedio requerida. Conforme se disponga de más datos sobre resultados de ensayos de resistencia, durante la construcción, se puede reducir la cantidad en la que el valor de la resistencia promedio requerida ($f'cr$), deba exceder el valor de la resistencia especificada ($f'c$) siempre que:

a) Se tenga disponibles los resultados de 30 ó más ensayos de resistencia y que el promedio de los mismos exceda el requerido por el criterio de aceptación, aprobado de acuerdo con 551.11 (e), empleando una desviación estándar calculada de acuerdo con 551.11 (c)(1) a).

b) Se disponga de los resultados de 15 a 29 ensayos de resistencia y el promedio de los mismos exceda al requerido por el criterio de aceptación aprobado para el caso, de acuerdo con 551.11 (e), empleando una desviación estándar calculada conforme 551.11 (c)(1) b).

c) Se cumpla con los requisitos establecidos para concreto sujeto a condiciones especiales de exposición, cuando éstos sean aplicables. Ver 551.11 (e).

(d) Proporcionamiento de mezclas por medio de la relación agua/cemento máxima o del contenido mínimo de cemento. Cuando se trate de estructuras pequeñas o de menor importancia, y cuando no se disponga de experiencias y registros de ensayos de campo, o de mezclas de prueba en el laboratorio, el Delegado Residente podrá autorizar como base para las proporciones del concreto, los límites máximos de la relación agua/cemento, o los contenidos mínimos de cemento en porcentaje, indicados en la Tabla 551-09. Esta tabla se deberá usar únicamente para concreto fabricado con cementos de clase de resistencia de 28 MPa (4,000 lb/pulg²) o mayor y no será aplicable a concretos con agregados livianos o con aditivos que no sean incorporadores de aire. La aplicación de este método para estimar las proporciones, no elimina el requisito de cumplir con los criterios de aceptación de los ensayos de resistencia a la compresión de 551.12 y con los requisitos para condiciones especiales de exposición de 551.11 (e).

TABLA 551-09 PROPORCIONAMIENTO DEL CONCRETO CON BASE EN LA RELACION AGUA/CEMENTO MAXIMA Y DEL CONTENIDO DE CEMENTO MÍNIMO

CONCRETOS SIN AIRE INCLUIDO			
Clase de Concreto ⁽¹⁾	Relación agua/cemento máxima ⁽²⁾		Contenido de Cemento Mínimo. Sacos de 42.5kg/m ³ de Concreto.
	Agua/Cemento	Litros/Saco	
14 (2000)	0.71	30.0	6.5
17.5 (2500)	0.62	26.5	7
21 (3000)	0.58	24.5	7.5
24.5 (3500)	0.53	22.5	8
28 (4000) ⁽³⁾	0.44	19.0	8.5

CONCRETOS CON AIRE INCLUIDO ⁽⁴⁾			
Clase de Concreto ⁽¹⁾	Relación agua/cemento máxima ⁽²⁾		Contenido de Cemento Mínimo. Sacos de 42.5kg/m ³ de Concreto.
	Agua/Cemento	Litros/Saco	
14 (2000)	0.58	24.5	7.5
17.5 (2500)	0.53	22.5	8
21 (3000)	0.49	21	8.5
24.5 (3500)	0.44	19	9
⁽³⁾ ---	---	---	---

⁽¹⁾ Resistencia a compresión a 28 días, expresada en MPa (lb/pulg²).

⁽²⁾ La cantidad de agua requerida para el asentamiento o revenimiento queda fija y se varía la cantidad de cemento para cumplir con los requisitos de esta tabla.

⁽³⁾ Las proporciones para mezclas de mayor resistencia que las indicadas, deberán establecerse basadas en 551.11 (c).

⁽⁴⁾ El contenido de aire del concreto con aire incluido no debe sobrepasar los límites de 551.11 (e) (1).

(e) Proporcionamiento de mezclas para concretos expuestos a condiciones especiales de exposición.

(1) Concretos expuestos a congelación y deshielo o a la acción de productos químicos deshelantes. Deben ser concretos con aire incluido o incorporado, con el contenido de aire señalado en la Tabla 551-10. La tolerancia para el contenido de aire, a la entrega del concreto, deberá ser de $\pm 1.5\%$. En los casos de resistencia a la compresión mayor que 35 MPa (5,000 lb/pulg²), el contenido de aire indicado podrá reducirse en 1%. El incorporador de aire a utilizar deberá cumplir con los requisitos indicados en 551.05 (a).

TABLA 551-10 Contenido total de aire para concretos resistentes a la congelación

Tamaño máximo nominal del agregado ⁽¹⁾	Contenido de aire, en %	
	Exposición Severa ⁽³⁾	Exposición Moderada ⁽⁴⁾
9.5 $\frac{3}{8}$	7½	6
12.5 $\frac{1}{2}$	7	5½
19.0 $\frac{3}{4}$	6	5
25.0 1	6	4½
37.5 1½	5½	4½
50.0 2 ⁽²⁾	5	4
63.0 2½ ⁽²⁾	4½	3½

⁽¹⁾ Ver nota de la Tabla 551-03.

⁽²⁾ Estos contenidos de aire serán aplicables a la mezcla total, pero para determinarlos se deberá retirar por tamizado, el agregado de tamaño mayor de 38 mm (1½") y el contenido de aire se determinará en la fracción de mezcla con agregados de tamaño menor que 38 mm (1½"). La tolerancia para el contenido de aire a la entrega se aplicará a este valor.

⁽³⁾ Concreto en clima frío en contacto casi permanente con la humedad previo al congelamiento o donde se utilizan sales deshelantes sobre el concreto.

⁽⁴⁾ Concreto en clima frío ocasionalmente expuesto a la humedad, previo al congelamiento y donde no se empean sales deshelantes sobre el concreto.

(2) Concretos que deban ser poco permeables al agua y concretos expuestos a condiciones de exposición especial. Deben cumplir con todos los requisitos para la relación máxima agua/cementantes indicados en la Tabla 551-11.

El concreto reforzado deberá cumplir además, con los requisitos de recubrimiento mínimo indicados en la Tabla 551-14 para asegurar la protección del refuerzo contra la corrosión.

TABLA 551-11 Relación agua/materiales cementantes máxima y resistencia a compresión mínima permitida para concretos en condiciones de exposición especial

Condición de Exposición	Relación Agua/Cementantes Máxima	Resistencia a Compresión Mínima a 28 días	
		MPa	Lb/pulg ²
1) Concretos que deban ser de baja permeabilidad al agua:			
a) Concreto expuesto al agua dulce	0.50	28	4000
b) Concreto expuesto al agua salobre o al agua de mar u otras aguas o suelos agresivos.	0.45	31.5	4500
2) Concreto expuesto a congelamiento en condiciones húmedas:			
a) Barandales, canaletas, guardarieles y otras secciones delgadas.	0.45	31.5	4500
b) Otros elementos	0.50	28	4000
c) En presencia de sales deshelantes.	0.45	31.5	4500
Para proteger contra la corrosión al refuerzo en concretos expuestos a sales deshelantes, agua salobre, agua de mar u otras aguas o suelos agresivos.	0.40 ⁽¹⁾	31.5	5000

⁽¹⁾ Cuando el recubrimiento mínimo del refuerzo indicado en Tabla 551-14 se incremente en 13mm, la relación agua/cemento se podrá incrementar a 0.45.

NOTA: Para concreto expuesto a sales deshelantes, la masa máxima de ceniza volante y puzolanas, humo de sílice o escorias que se incluyan en el concreto no deberá ser mayor de 25, 10 y 50% respectivamente, de la masa total de cementantes y la masa total de adiciones no deberá sobrepasar el 50% de la masa total de cementantes.

(3) Concretos expuestos a soluciones que contengan sulfatos. Los concretos que vayan a estar expuestos a aguas sulfatadas o a suelos sulfatados, deben cumplir con los requisitos indicados en la Tabla 551-12 y deben ser fabricados con un cemento que proporcione la resistencia a los sulfatos, en una mezcla cuya relación agua/cemento o agua/cementantes máxima y la resistencia a compresión mínima a 28 días, sea la indicada en la Tabla 551-12. No se debe emplear cloruro de calcio en concretos simples que vayan a quedar expuestos a sulfatos, bajo condiciones severas o muy severas, como ahí mismo se definen.

(4) Contenido máximo de cloruros para la protección del refuerzo contra la corrosión. Para protección del refuerzo contra la corrosión, las concentraciones máximas de iones de cloruro solubles en agua – en concreto endurecido, a la edad de 28 días y aportados por todos los componentes incluyendo el agua, cemento, puzolanas, agregados y aditivos – no deben exceder los límites fijados en la Tabla 551-13.

Cuando el concreto reforzado vaya a estar expuesto a sales descongelantes, sal, agua salobre, agua de mar y otras aguas y suelos agresivos y otras condiciones que aceleren la corrosión del refuerzo, debe cumplir con los requisitos de la Tabla 551-11. Además, debe tener los recubrimientos mínimos señalados en la Tabla 551-14.

TABLA 551-12 Tipos de Cemento y Relación Agua/Materiales Cementantes máxima permitidos para concretos expuestos a soluciones que contengan sulfatos

Grado de Exposición a Sulfatos	Sulfato (SO ₄) Soluble en el Suelo (% en masa)	Sulfato (SO ₄) en el Agua (en mg/l)	Tipos de Cementos Recomendados	Relación Agua/Cementantes Máxima por Masa ⁽¹⁾	Resistencia a compresión mínima 28 días MPa lb/pulg ²
Insignificante	0.0 a 0.10	0-150	---	---	----
Moderado ⁽²⁾	0.10 a 0.20	150-1500	II, IP, IPM, IS, ISM.	0.50	28 4000
Severo	0.20 a 2.0	1500-10000	V ó P	0.45	31.5 4500
Muy Severo	Más de 2.0	Más de 10000	V más puzolana o escoria ⁽³⁾ P y IS.	0.45	31.5 4500

⁽¹⁾ Para lograr una baja permeabilidad del concreto, para la protección contra la corrosión del refuerzo u otras piezas ahogadas en el concreto, o para protección contra la congelación y el deshielo en condiciones de humedad, podrá requerirse una relación agua/cementantes más baja. Ver tabla 551-11.

⁽²⁾ Normal para la exposición al agua de mar.

⁽³⁾ Se refiere a puzolanas o escorias de alto horno que, mediante pruebas de servicio o de laboratorio, hayan demostrado mejorar la resistencia a los sulfatos cuando se les emplea con cemento tipo V.

TABLA 551-13 Contenido máximo de Cloruros para la protección del Refuerzo

Tipo de Elemento	Contenido Máximo de Iones de Cloruro (CL -) Solubles en Agua, en el Concreto (Porcentaje por Masa de Cemento)
Concreto Preesforzado	0.06
Concreto Reforzado Expuesto a Cloruros ⁽¹⁾	0.15
Concreto Reforzado que estará seco o protegido de la humedad.	1.00
Otras construcciones de concreto reforzado	0.30

⁽¹⁾ El contenido de cloruros se determina de acuerdo con ASTM C 1218.

(5) Recubrimientos mínimos de concreto para protección del acero de refuerzo contra la corrosión. El recubrimiento mínimo de concreto para el acero de refuerzo, excepto para ambientes muy corrosivos, exposiciones severas o protección contra el fuego debe ser como se indica en la Tabla 551-14.

551.12 EVALUACION Y ACEPTACION DEL CONCRETO.

(a) Número y frecuencia de las muestras. Las muestras para los ensayos de resistencia de cada clase de concreto producido por la planta mezcladora, deben tomarse como mínimo una vez por cada cien metros cúbicos (100 m³) o fracción de concreto colocado diariamente en una estructura y de cargas de concreto diferentes, a menos que por el grado de supervisión y de control de las operaciones, el Delegado Residente autorice un muestreo más espaciado. En ningún caso, el número de muestras será menor que una (1) por día o una por cada ciento veinte metros cúbicos (120 m³) de concreto colocado diariamente y no menos de una (1) por cada 500 m² de superficie de losa y muros.

Cuando en un proyecto dado, el volumen total del concreto sea tal que la frecuencia de muestreo indicada anteriormente proporcione menos de cinco (5), resultados de ensayos de resistencia para una clase dada de concreto, los ensayos se deben realizar en muestras representativas de cuando menos cinco (5) cargas de concreto seleccionadas al azar, o en una (1) por cada carga cuando se emplee menos de cinco (5) cargas.

(b) Toma de las muestras, fabricación y ensayo de los especímenes de prueba en el laboratorio. Las muestras para los ensayos de resistencia deberán tomarse de acuerdo a AASHTO T 141, ASTM C1 72 ó COGUANOR NGO 41057. Normalmente, se debe hacer un muestreo del concreto al ser recibido en la obra, de la descarga de las mezcladoras o agitadores

TABLA 551-14 Recubrimientos mínimos de Concreto en mm para protección del Acero de Refuerzo contra la Corrosión ^{(1) (2)}

Condiciones de Exposición	CONCRETO REFORZADO		CONCRETO PREESFORZADO	
	COLADO	PREFABRICADO	COLADO	PREFABRICADO
1) Concreto fundido en contacto con el suelo y permanentemente expuesto a él.	75	---	75	---
2) Concreto expuesto al suelo, agua o a la intemperie.				
a) <u>Losas, muros y viguetas:</u>				
• Barras #14 a #18.....	50	40	30	25
• Barras #11 y menores.....	40	20	30	25
<u>Vigas y columnas:</u>				
• Refuerzo principal.....	50	40	40	40
• Estribos y espirales.....	40	30	40	30
<u>Cáscaras y elementos similares:</u>				
• Barras #6 y mayores.....	50	40	40	40
• Barras #5 y alambre W31, D31 y menores.....	40	30	40	30
Concreto no en contacto con el suelo, agua ni expuesto a la intemperie.				
<u>Losas, muros y viguetas:</u>				
• Barras #14 a #18.....	40	30	20	20
• Barras #11 y menores.....	20	15	20	15
<u>Vigas y columnas:</u>				
• Refuerzo principal.....	40	$d_b^{(3)}$	40	$d_b^{(3)}$
• Estribos y espirales.....	40	10	25	10
<u>Cáscaras y elementos similares:</u>				
• Barras #6 y mayores.....	20	15	$d_b^{(4)}$	15
• Barras #5 y alambre W31, D31 y menores.....	13	10	10	10

⁽¹⁾ Para los casos de exposición muy severa a ambientes corrosivos, los planos o las Disposiciones Especiales pueden establecer o el Delegado Residente puede ordenar un recubrimiento mayor o el empleo de un concreto más denso o impermeable o el suministro de cualquier otro tipo de protección adecuada (recubrimientos o selladores), cuyo empleo se autorice previamente. Cuando por razones de protección contra el fuego se especifiquen recubrimientos mayores que los indicados se deben utilizar esos espesores mayores.

⁽²⁾ Para concretos preesforzados que deban permanecer expuestos a la intemperie, o en contacto con el suelo en ambientes corrosivos y para los cuales se exceda el esfuerzo permisible de tracción en la zona precomprimida de tracción, el recubrimiento mínimo se debe incrementar en un cincuenta por ciento (50%). Para concretos preesforzados, fabricados bajo condiciones de control en planta, el recubrimiento del refuerzo no preesforzado debe ser el indicado para concreto prefabricado.

⁽³⁾ " d_b " es el diámetro de la barra, pero el recubrimiento no debe ser en ningún caso, menor que 15 mm, ni mayor que 40 mm.

⁽⁴⁾ " d_b " es el diámetro de la barra, pero el recubrimiento no debe ser en ningún caso, menor que 20 mm.

de camión, de la descarga de las mezcladoras en el sitio de la obra o de la descarga de las tuberías del equipo de bombeo, según el caso. Los cilindros y/o viguetas para los ensayos de aceptación deben moldearse y curarse bajo condiciones de humedad y temperatura en el laboratorio de acuerdo con AASHTO T 23, ASTM C 31 ó COGUANOR NGO 41061. Los cilindros deben ensayarse de acuerdo a AASHTO T 22, ASTM C 39 ó COGUANOR NGO 41017h y las viguetas conforme a AASHTO T 97 ó ASTM C 78. Los cilindros para tracción indirecta deberán ensayarse de acuerdo a AASHTO T 198 ó ASTM C 496.

Un "resultado de ensayo" o "un ensayo de resistencia" será el promedio de por lo menos dos (2) especímenes obtenidos de la misma muestra de concreto y ensayados a la edad especificada. Se deberá realizar ensayos a los 7 ó a 28 días, o a la edad establecida en las Disposiciones Especiales.

(c) Criterios de aceptación de la calidad del concreto suministrado en la obra, con base en los ensayos de resistencia. El nivel de resistencia requerida (f'_{cr}) de una clase dada de concreto será considerado satisfactorio cuando cumpla con los requisitos de aceptación establecidos en los planos o fijados en las Disposiciones Especiales, con base en las recomendaciones dadas en la Tabla 551-15.

Cuando el concreto no cumpla con dichos requisitos, el Contratista deberá tomar las medidas necesarias para incrementar el valor promedio de los ensayos de resistencia subsiguientes.

Cuando persista el incumplimiento con el criterio de aceptación y/o cuando se detecte zonas de baja resistencia en la estructura, el Delegado Residente debe ordenar que se siga el procedimiento indicado en 551.13.

TABLA 551-15 Criterios de aceptación del Concreto con base en los ensayos de Resistencia y Valores de “ps” recomendados para calcular la Resistencia Promedio (f'_{cr}) requerida ⁽¹⁾⁽²⁾

Aplicación	Criterio de Aceptación	Valor de “ps” para el cálculo de f'_{cr} ⁽³⁾ en MPa
1. Estructuras en las que la resistencia es crítica (consecuencia de fallas severas, pérdida de vidas; utilidad pública y costos).	- No se aceptará resultados individuales de resistencia menores que f'_{c} ⁽⁴⁾	3 s
	- No más de 1 resultado menor que f'_{c} en 100 resultados individuales de ensayos de resistencia a la compresión.	2.33 s
	- No más de 5 resultados menores que f'_{c} en 100 resultados individuales de ensayos de resistencia a la compresión.	1.64 s
2. Estructuras diseñadas por el método de resistencia última ACI-318, COGUANOR NG 41089 y estructuras de concreto preesforzado.	- No más de 1 resultado promedio menor que f'_{c} en 100 de los promedios de cualesquiera serie de 3 ensayos consecutivos de resistencia a la compresión ⁽⁵⁾	1.34 s
	- No más de 1 resultado menor que $(f'_{c} - 3.5)$ MPa en 100 resultados individuales de ensayos de resistencia a la compresión (aplicable solamente para valores de s mayores de 3.5 MPa)	2.33 s – 3.5 s
3. Estructuras diseñadas por el método de esfuerzos de trabajo y otras construcciones donde la resistencia no sea crítica para el diseño.	- No más de 10 resultados menores que f'_{c} en 100 resultados individuales de ensayos de resistencia a la compresión.	1.28 s
	- No más de 20 resultados menores que f'_{c} en 100 resultados individuales de ensayos de resistencia a la compresión.	0.85 s

(1) La resistencia promedio requerida (f'_{cr}) se calcula como se indica en 551.11 (c)(2).

(2) El criterio de aceptación debe ser establecido en los planos o en las Disposiciones Especiales, con base en esta Tabla. En el caso de que éste no se indique, se aplicarán los criterios establecidos para estructuras diseñadas por el método de resistencia última, Normas ACI 318 ó COGUANOR NGO 41089. Para estructuras en las que la resistencia no sea crítica, el Delegado Residente podrá aplicar alguno de los criterios indicados para estructuras diseñadas por el método de esfuerzos de trabajo.

(3) Los valores dados por el producto “ps” (factor de probabilidad por desviación estándar), serán aplicables cuando el número de ensayos realizados sea mayor que treinta (30); cuando el número de ensayos realizados sea menor, la desviación estándar no será confiable y deberá ser corregida como se indica en 551.11 (c) (1) a) ó b).

(4) El establecer un valor mínimo de resistencia, utilizando un límite de 3 desviaciones estándar, no asegura que algún ensayo no pueda caer por debajo de f'_{c} . La probabilidad de valores menores que f'_{c} es de 1.3 en 1000.

(5) La aplicación de este criterio da una probabilidad de 9 resultados menores que f'_{c} en 100 resultados individuales de ensayos de resistencia.

(d) Comprobación de la adecuación del curado del concreto en obra y/o de la resistencia real alcanzada por el concreto en la estructura, para fines de autorización del desencofrado y/o puesta en servicio. Cuando lo estime necesario, el Delegado Residente puede solicitar ensayos de resistencia de especímenes curados bajo las condiciones de campo. Los especímenes se deben tomar y moldear al mismo tiempo y en la misma forma y de las mismas muestras que los obtenidos para ser curados en el laboratorio para la aceptación del concreto, [Ver 504.12 (b)], excepto que el curado de los mismos debe ser bajo las mismas condiciones de curado en el campo del elemento estructural que representen. Los cilindros curados en el campo, se deben moldear al mismo tiempo y de las mismas muestras que los cilindros curados en el laboratorio. Los procedimientos para proteger y curar el concreto deben mejorarse cuando la resistencia de los cilindros curados en el campo a la edad de ensayo establecida para determinar el desarrollo de resistencia alcanzada, sea menor que el 85% de la de los cilindros gemelos curados en el laboratorio. Esta limitación del 85% puede omitirse si los cilindros curados en el campo superan en 3.5 MPa (1,500 lb/pulg²) la resistencia especificada prevista para la edad del ensayo.

Antes de autorizar el desencofrado de la estructura y/o la puesta en servicio de la misma, el concreto debe haber alcanzado el porcentaje de la resistencia especificada ($f'c$), establecido en las Disposiciones Especiales, o el que el Delegado Residente señale.

551.13 INVESTIGACION DE RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE BAJA RESISTENCIA. Cuando los ensayos de resistencia 551.12 (b) de los especímenes curados en el laboratorio sean menores que el valor de la resistencia especificada ($f'c$), fuera de los límites del criterio de aceptación especificado sobre la base de 551.12 (c), o cuando los ensayos de cilindros curados en el campo indiquen deficiencias en la protección o en el curado en la obra [ver 551.12 (d)], el Delegado Residente debe tomar las medidas para asegurar que no se pondrá en peligro la capacidad de carga de la estructura, mediante la realización de las acciones indicadas a continuación:

(a) Ensayos de testigos de concreto endurecido extraídos de las estructuras. Cuando se confirme que la resistencia determinada por ensayos de especímenes de concreto es baja, y si una revisión de los cálculos estructurales indica que la capacidad de carga de la estructura pudo haberse reducido significativamente, el Delegado Residente puede ordenar el exámen y evaluación de toda la estructura, o de la parte de la misma que esté en duda, utilizando métodos no destructivos aprobados para detectar las zonas más débiles [Ver 551.13 (b)]. Debe también, requerir el ensayo de testigos extraídos de dichas zonas, realizados de acuerdo con las Normas AASHTO T 24 ó ASTM C 42. Para el efecto, se deben tomar 3 testigos (núcleos barrenados) por cada ensayo de resistencia cuyo resultado sea menor de 3.5 MPa (500 lb/pulg²) que la resistencia especificada ($f'c$). Cuando el concreto de la estructura vaya a mantenerse seco en condiciones de servicio, se debe secar los testigos al aire (temperatura entre 15 y 30°C y humedad relativa entre 55 y 65%) durante los 7 días anteriores a su ensayo y se deben ensayar en seco.

Cuando el concreto de la estructura vaya a permanecer húmedo en las condiciones de servicio, se deben mantener los testigos sumergidos en agua, por lo menos durante las 48 horas anteriores al ensayo y se les debe ensayar húmedos.

La resistencia del concreto en la zona representada por los testigos, se considerará estructuralmente aceptable cuando el promedio de la resistencia de los tres testigos sea, cuando menos, igual al 85% de la resistencia especificada ($f'c$) y siempre que ninguno de los testigos tenga menos del 75% de dicha resistencia. Se permitirá ensayar nuevos testigos, tomados de las zonas representadas por resistencias irregulares cuando así lo ordene el Delegado Residente.

(b) Determinación de la resistencia del concreto por métodos no destructivos. Como complemento de los ensayos de resistencia de especímenes tomados durante la construcción,

551.12 (b), y de los testigos extraídos de la estructura, 551.13 (a), se podrán efectuar ensayos no destructivos, previa autorización del Delegado Residente, para estimar la resistencia a la compresión y/o el módulo de elasticidad del concreto "in situ". La exactitud de estas estimaciones es relativa, dados los muchos factores que influyen las medidas, pero proporcionan información útil si se les correlaciona con los otros ensayos mencionados. Los métodos generalmente empleados son los siguientes:

(1) Martillo Suizo de Rebote. Llamado también martillo Schmidt. Da una medida de la dureza superficial, con base en el rebote de una pequeña masa cilíndrica disparada contra la superficie del concreto, por medio de un resorte calibrado.

Es útil para exámenes cualitativos de concreto in situ, por comparación de lecturas de rebote entre diversas áreas o elementos, detectando áreas de resistencia potencialmente baja. El ensayo se debe realizar de acuerdo con ASTM C 805.

(2) Pistola de Windsor. Este método consiste en insertar en la superficie del concreto un clavo de acero, disparado por explosión por medio de una pistola especial; la penetración del clavo proporciona una medida de dureza y resistencia similar a la que se obtiene con el martillo de rebote y se le emplea para los mismos fines. El ensayo se deberá efectuar de acuerdo con ASTM C 803.

(3) Ensayo de Arranque (pullout). Consiste en embutir en concreto fresco un inserto de acero para luego, a la edad requerida, medir la fuerza necesaria para arrancarlo, la cual se relaciona con la resistencia al corte y la resistencia a compresión del concreto. El ensayo se hace de acuerdo a ASTM C 900.

(4) Medidas de Velocidad de Propagación de Ondas Ultrasónicas. Consiste en determinar por medio de un aparato de ultrasonido adecuado, la velocidad con que una onda de alta frecuencia se propaga en la masa de concreto. Suministra una indicación de la densidad e integridad del concreto y de su resistencia. El ensayo se debe hacer de acuerdo con ASTM C597.

(5) Otras técnicas. Podrán utilizarse otras técnicas (eco de pulso ultrasónico, rayos x, radiografía gamma, inspección térmica, radar, emisión acústica u otras) siempre que sean previamente aprobadas por el Delegado Residente.

(c) Pruebas de Carga de las Estructuras o Partes de Ellas. Cuando el concreto no se ajuste a los criterios de aceptación mencionados anteriormente, aún después de los ensayos de testigos, y persistan dudas con respecto a la confiabilidad estructural de la estructura o de parte de la misma, después de su evaluación analítica, el Delegado Residente puede ordenar la realización de pruebas de carga en la parte dudosa de la estructura, tal como lo especifica el Reglamento ACI 318. En caso de que las pruebas de carga indiquen que el concreto colocado no llena los requisitos establecidos en los planos, en estas Especificaciones Generales, o en las Disposiciones Especiales, el Contratista deberá tomar las medidas que el Delegado Residente ordene para corregir esta deficiencia; éstas podrán incluir la demolición total o parcial de la estructura, si fuere necesaria, sin ningún costo adicional para El Estado.

REQUISITOS DE FABRICACION

551.14 PLANTA Y EQUIPO PARA LA PRODUCCION Y SUMINISTRO DEL CONCRETO.

(a) Requisitos Generales de la Planta y Equipo para Producir Concreto. Todo el equipo necesario para la producción y suministro adecuado del concreto destinado a la obra debe estar en condiciones óptimas de servicio, debiendo ser inspeccionado y aprobado por el Delegado Residente antes de que se dé inicio a las operaciones de construcción y podrá estar

ubicado en el sitio de la obra o en una planta externa para la producción de concreto premezclado, según lo autorice el Delegado Residente. La planta debe incluir las áreas de almacenamiento, los silos o depósitos, las tolvas de pesaje y las básculas, tanto para el cemento como para el agregado fino y para cada uno de los tamaños del agregado grueso y demás materiales a usar (agua, aditivos, puzolanas, etc.), así como el equipo para la mezcla y transporte del concreto, salvo cuando por la naturaleza de la obra, se ha especificado de otra forma, en las Disposiciones Especiales. Los diferentes equipos de pesaje, mezclado y transporte del concreto deben ajustarse a lo prescrito en las normas AASHTO M 157, ASTM C 94 y COGUANOR NG 41068. Los equipos de mezclado volumétrico continuo deberán cumplir con las normas AASHTO M 241 y ASTM C 685.

(b) Almacenamiento de los Materiales.

(1) Cemento. El cemento hidráulico se debe suministrar en sacos o barriles o bien a granel. El Contratista debe obtener de la compañía a la cual se le compra el cemento, un certificado del fabricante por cada embarque, en el que conste que el cemento entregado en la obra, llena los requisitos de las Especificaciones estipuladas en 551.04 (a) sobre el tipo de cemento para el uso especificado.

a) Almacenaje de sacos. Los locales o bodegas para el almacenaje de sacos de cemento deben ser sitios adecuados en los que éstos queden debidamente protegidos de la lluvia y de la humedad; en los trabajos pequeños y en forma temporal, el Delegado Residente podrá autorizar el apilamiento al aire libre sobre plataforma separada del suelo y amplia cubierta impermeable.

Durante su transporte y almacenamiento, el cemento en sacos no debe ser apilado en pilas de más de diez (10) sacos. Los diferentes envíos de cemento en sacos, se deben almacenar por separado a fin de facilitar su identificación e inspección. Como precaución adicional se recomienda que cuando esto sea factible, el cemento más antiguo sea utilizado primero.

Cuando el cemento en sacos haya estado almacenado por más de sesenta (60) días, o cuando el Delegado Residente compruebe que ha sufrido algún daño, éste debe ser reinspeccionado y reensayado, a fin de establecer si puede ser utilizado nuevamente.

No se debe usar cemento dañado por exposición a la humedad, parcialmente fraguado o que contenga terrones o que se haya endurecido; en estos casos, se debe rechazar el contenido total del saco, recipiente o bulto, el que debe ser retirado inmediata y definitivamente de la obra. No puede usarse el cemento recogido de sacos rechazados o usados, o proveniente de la limpieza de los mismos.

b) Almacenamiento del cemento a granel. El cemento a granel se debe almacenar en silos apropiados que lo protejan de la intemperie y que dispongan de un sistema de ventilación forzada que impida la acumulación de humedad. De preferencia, los silos deberán estar equipados con tablillas de flujo, difusoras de aire para aflojar el cemento que se adhiera al silo; deberán estar provistos, además, de mecanismos precisos para el control y corte inmediato del flujo de descarga, así como de sellos contra el polvo, localizados entre el silo y la tolva de pesaje.

No se permite la mezcla de cementos de marcas diferentes o de la misma marca pero de distinta procedencia, o de tipos diferentes, en un mismo proceso de fundición del concreto; tampoco se deben mezclar alternadamente en ninguna de las unidades mezcladoras de concreto para estructuras. Las diferentes marcas, tipos y clases de cemento, también se deben almacenar por separado.

(2) Ceniza volante de carbón, otras puzolanas naturales y artificiales y escoria granulada de alto horno. Se deben manejar y almacenar en la misma forma que el cemento.

(3) Agregados para Concreto. Los agregados se pueden almacenar en pilas o silos; en términos generales, se deben almacenar y manejar en forma tal que se evite la segregación y la mezcla con materiales extraños.

a) Almacenamiento en pilas. El almacenamiento de los agregados en pilas se debe reducir al mínimo posible, ya que aún bajo condiciones ideales, la porción fina de los agregados tiende a asentarse y acumularse. Cuando el apilamiento sea inevitable, éste se debe hacer por métodos adecuados, para minimizar la pérdida de finos, la segregación, la ruptura de agregados y la variación excesiva en la graduación.

Los agregados finos y cada uno de los tamaños de los gruesos, se deben almacenar en pilas distintas, a una distancia adecuada o separadas unas de las otras por muros o tabiques adecuados, para evitar su mezcla con los materiales contiguos.

Las pilas se deben formar sobre bases firmes construídas con material igual al que se apilará sobre ellas o preferiblemente, sobre plataformas de concreto, madera, asfalto u otro material duro. Las bases deben permitir el drenaje hacia afuera de las pilas, estar libres de maleza u otro tipo de vegetación y permanecer inalteradas durante todo el tiempo que dure el apilamiento.

El apilamiento debe ser ejecutado en capas horizontales o con pendientes suaves y no se debe operar camiones, cargadores, topadoras ni ningún otro tipo de equipo sobre el material apilado, ya que además de fracturar el agregado, frecuentemente depositan polvo y material extraño sobre el mismo.

Se deben tomar las medidas adecuadas para evitar que los agregados finos sean separados por la acción del viento y que los materiales apilados sean contaminados con agregados sueltos, provenientes de los cucharones o almejas empleados para el manejo de las pilas de agregados de diferentes tamaños.

b) Almacenamiento en silos. Cuando la planta cuente con silos para el almacenamiento de agregados, éstos deberán ser del tipo adecuado con compartimientos separados para el agregado fino y para cada uno de los distintos tamaños de agregados gruesos. Todos los compartimientos de cada silo deben estar diseñados para que la operación de descarga sea eficiente, con un mínimo de segregación en la tolva de pesaje; deben contar además, con un sistema adecuado para regular el flujo de material a dicha tolva. El diseño de las tolvas de pesaje debe permitir la descarga fácil y completa del material, sin que éste se acumule adherido a ellas.

c) Control de humedades. Cuando los agregados sean producidos en planta, éstos pueden ser apilados o almacenados en silos, tomando todas las precauciones necesarias para asegurar un contenido de humedad uniforme y estable. El empleo de materiales que registren variaciones en el contenido de agua libre, constituye una de las causas más frecuentes de la pérdida de control de la consistencia del concreto fresco.

Los agregados producidos o manejados por métodos hidráulicos, los agregados lavados y los agregados rociados con agua en épocas calurosas para proveer su enfriamiento, deben dejarse escurrir un tiempo prudencial para remover el exceso de agua libre antes de su transferencia a las tolvas de pesaje.

(4) Aditivos. Los aditivos, tanto líquidos como sólidos, se deben almacenar en depósitos o contenedores sellados en las condiciones que recomiende el fabricante.

(c) Equipos de Dosificación de los Materiales para Concreto.

(1) Equipos de dosificación por masa. La dosificación y la medición de los componentes del concreto se deben hacer, de preferencia, en forma automática o semiautomática; se podrá también, hacer manualmente cuando así lo autorice el Delegado Residente. Todas las plantas, automáticas o semiautomáticas, deberán contar con tolvas de pesaje que descarguen los materiales fácil y completamente, por la acción de la gravedad y sin que el material se adhiera a ellas. Deben contar además, con dispositivos de seguridad para regular la apertura del mecanismo de carga cuando la báscula indique carga cero o cuando la compuerta esté cerrada y con dispositivos para que ésta se pueda abrir únicamente cuando el peso deseado se haya completado dentro de la tolva y el mecanismo de carga esté cerrado. Las tolvas y compuertas de pesaje deben ser herméticas contra filtraciones. Tanto el mecanismo de pesado como los tableros indicadores deben ser instalados a manera de que faciliten la observación por el operador e indiquen el momento preciso en que la cantidad exacta de material está en la tolva de pesaje.

Las básculas para pesar los ingredientes del concreto pueden ser de brazo, de balancín o de carátula, sin resortes y deberán tener una exactitud con tolerancias de $\pm 4\%$ de la capacidad total de la escala cuando sean probadas con cargas estáticas. Son aceptables también, los métodos de pesado en los que se emplee sistemas electrónicos, hidráulicos, de celdas de carga, etc. y cualquier otro método que asegure la tolerancia indicada.

En toda planta para la fabricación de concreto, se debe disponer de masas calibradas (patrones) para verificar la exactitud de las básculas. Todos los componentes de las básculas se deben mantener perfectamente limpios. Las básculas de brazo deben estar equipadas con un indicador lo suficientemente sensible como para que registre movimiento cuando se coloque en la tolva de pesaje una masa igual al cero uno por ciento (0.1%) de la capacidad nominal de la báscula. El desplazamiento del puntero indicador debe ser como mínimo, del cinco por ciento (5%) de la capacidad neta especificada del brazo de pesaje mayor, cuando se trate de pesadas por debajo de dicha capacidad y del cuatro por ciento (4%) de la capacidad neta cuando se trate de masas mayores.

El dispositivo para la medición del agua añadida directamente debe tener la capacidad para suministrar, con la exactitud requerida, el volumen de agua especificado para cada carga de concreto; este dispositivo debe ser instalado en tal forma que las mediciones no sean afectadas por las variaciones de presión registradas en la línea de suministro de agua. Los tanques de medición deben estar equipados con válvulas u otros elementos adecuados para permitir su calibración en forma rápida.

En el caso de los aditivos, se recomienda utilizar dispensadores mecánicos de fácil calibración, con dispositivos ajustables para variar la dosificación; cuando se trate de aditivos agregados en forma líquida, éstos deben ser agitados convenientemente antes de su utilización.

Los materiales para el concreto deben ser pesados dentro de las tolerancias indicadas en 551.15 (a)(1) a (4).

La exactitud de las básculas y demás equipo de pesaje debe verificarse con la periodicidad que el Delegado Residente ordene.

(2) Equipo de Dosificación por Volumen. Cuando se utilice la dosificación por volumen, ésta debe ejecutarse como una operación continua, acompañada de un proceso de mezclado, también continuo. La dosificación exacta se logra haciendo pasar los materiales a través de un alimentador calibrado, con paletas rotativas; de una compuerta de salida calibrada, de contadores de revoluciones indicadores de velocidad o por cualquier otro dispositivo que asegure la acumulación de un volumen conocido de materiales, en una unidad calibrada de

tiempo. Tanto el equipo como su operación debe cumplir con lo que establece la Norma ASTM C 685.

Todos los dispositivos indicadores de la exactitud de la dosificación deben estar a la vista y al alcance del operador mientras dure la producción del concreto.

Los dispositivos de dosificación y los indicadores deben ser calibrados individualmente de acuerdo con las recomendaciones del fabricante de los mismos. El Contratista debe suministrar las medidas normalizadas de volumen, las básculas y los patrones de masa adecuados para que la exactitud de los mecanismos de dosificación pueda ser comprobada en cualquier momento.

Los materiales dosificados por volumen deben cumplir con las tolerancias indicadas en 551.15 (a)(5).

(d) Equipo de Mezclado. Las mezcladoras, ya sean estacionarias o de camión, deben ser de un tipo aprobado y un diseño que garantice su capacidad para mezclar los ingredientes del concreto, dentro del tiempo especificado, hasta formar una masa uniforme y bien mezclada de concreto, así como su capacidad para descargarlo sin segregación y con un grado de uniformidad que cumpla con los requisitos de las normas AASHTO M 157, ASTM C 94 ó COGUANOR NG 41068. Ver tabla 551-17.

Las mezcladoras deben contar con una placa en la que se indique claramente la velocidad de mezclado y/o agitación del tambor o de las paletas y la capacidad del tambor, en términos del volumen del concreto mezclado. Las mezcladoras estacionarias deben contar además, con un dispositivo de control de tiempo, que no permita su descarga antes de que haya transcurrido el tiempo de mezcla especificado.

Las mezcladoras deben ser examinadas y pesadas periódicamente con la frecuencia necesaria para detectar cambios debidos a acumulaciones de concreto o de mortero endurecido, o desgaste en las aspas o paletas.

(e) Equipo de Mezclado Continuo. La mezcladora continua debe estar equipada con un aspa en espiral, tornillo sin fin u otro tipo de elemento mezclador que tenga la capacidad para producir y descargar un concreto, cuya consistencia y uniformidad sean las requeridas por la Norma ASTM C 685. Las mezcladoras continuas se utilizan, generalmente, en conjunto con equipos de dosificación volumétrica. Ver 551.14 (c) (2).

La mezcladora continua debe llevar una placa visible en la que se destaque su capacidad en términos de volumen de concreto mezclado; su velocidad de descarga y la constante de calibración por masa en términos de lectura del contador de revoluciones o de otro tipo de indicador del flujo de concreto descargado por unidad de tiempo.

La unidad de dosificación y mezclado continuos debe contar con compartimientos para los distintos materiales necesarios para fabricar el concreto y estar equipada con mecanismos o dispositivos de calibración y ajuste que permitan variar las proporciones de la mezcla, a efecto de producir un concreto que cumpla con los requisitos de uniformidad indicados en la Norma ASTM C 685 y en la Tabla 551-17.

(f) Equipo para transporte del concreto.

(1) Equipo sin agitación. El concreto mezclado en planta central o en una mezcladora estacionaria puede ser transportado en equipo apropiado, sin agitación y previamente aprobado por el Delegado Residente, siempre que la descarga del concreto se complete dentro de los 20 minutos contados desde la adición del cemento a la mezcladora. Los recipientes o depósitos deben ser sellados, de paredes internas lisas y equipados con

compuertas que permitan el control de la descarga del concreto. Además, deben estar provistos de cubiertas que protejan el concreto contra las inclemencias del tiempo y tener la capacidad para suministrar un concreto con el grado de uniformidad requerido en la Tabla 551-17.

(2) Mezcladoras y/o agitadoras de camión. De preferencia el transporte del concreto de la planta central al sitio de la obra, se debe hacer por medio de mezcladoras o agitadoras de camión, que cumplan con los requisitos de AASHTO M 157, ASTM C 94 ó COGUANOR NG 41068 y que descarguen un concreto cuyo grado de uniformidad se ajuste al especificado en la Tabla 551-17.

Las mezcladoras, cuando se les utilice como agitadoras y las agitadoras deben ser operadas dentro de los límites de capacidad y de velocidad de rotación para los que fueron diseñadas por el fabricante.

551.15 REQUISITOS DE PRODUCCION Y SUMINISTRO DE CONCRETO. Se debe producir y suministrar concreto en forma tal que permita una fundición continua del mismo, sin que ninguna porción de concreto frague antes que el concreto restante que se está colando, adyacente al mismo. Los métodos de transporte, manejo y colocación del concreto deben minimizar la remanipulación del concreto y prevenir daños a la estructura que se está fundiendo o colando.

(a) Manejo y medición de los materiales. La medición y dosificación de los materiales que forman la mezcla de concreto, debe realizarse en una planta con equipos aprobados que llenen los requisitos de 551.14 (c); salvo que en el caso de estructuras pequeñas o de poca importancia, el Delegado Residente lo autorice en otra forma.

(1) Cemento y puzolanas. Cuando el cemento y/o las puzolanas se suministren a granel, su transporte se debe hacer en carros-tanque (pipas) apropiados y protegidos adecuadamente contra la humedad ambiental y el viento. Si se les transporta en sacos o barriles se le debe cubrir con lonas impermeables o con otros medios que los protejan de la lluvia o de la humedad. Su almacenaje debe hacerse de acuerdo con lo indicado en la Subsección 551.14 (b)(1) y (2).

Salvo en los casos en que se especifique su dosificación por volumen, como se indica en 551.14 (c)(2) o cuando se trate de trabajos menores, tanto el cemento como las puzolanas deben ser medidos con equipo de dosificación por masa que satisfaga los requisitos de 551.14 (c)(1). Cuando el diseño de la mezcla especifique el uso de cenizas volantes de carbón o de otras puzolanas, éstas pueden ser pesadas en forma acumulativa con el cemento; el cemento y la puzolana se deben pesar en una báscula, con su correspondiente tolva de pesaje, destinada exclusivamente para pesar el cemento y la puzolana por lo que no deberá ser utilizada para otros materiales. El cemento se debe pesar antes que la puzolana y cuando la cantidad de cemento exceda el treinta por ciento (30%) de la capacidad total de la báscula, la cantidad de cemento y la cantidad acumulada de cemento más puzolana debe estar comprendida dentro de $\pm 1\%$ de la masa requerida. Para cargas pequeñas, hasta de un metro cúbico (1m^3) como mínimo, la cantidad de cemento y la cantidad acumulada de cemento más puzolana utilizada, no debe ser menor que la cantidad requerida ni mayor que el cuatro por ciento (4%) en exceso. Bajo circunstancias especiales y previa aprobación del Delegado Residente, el cemento se puede medir en sacos, tomando la masa neta normalizada de cada uno (50 kg, 42.5 kg ó 25 kg) según el caso. No se deben utilizar fracciones de saco, a menos que las mismas sean debidamente pesadas y se lleve un registro de las masas parciales utilizadas.

El Contratista debe proporcionar al Delegado Residente, copias de todas las boletas de envío o embarque de las cantidades de cemento y puzolanas suministradas a la obra y cuando le sea requerida, una certificación de que el material cumple con las especificaciones correspondientes.

(2) Agregados. Los agregados se deben manejar y almacenar tratando, en lo posible, de mantener la uniformidad de su graduación (granulometría) y su grado de humedad y de evitar su segregación y contaminación con materias extrañas.

El almacenamiento de agregados debe cumplir con lo indicado en 551.14 (b)(3) y el control de humedad se debe hacer como se indica en 551.14 (b)(3) c).

Los agregados deben ser medidos por masa en equipo que cumpla con los requisitos de 551.14 (c)(1), salvo cuando, en conformidad con 551.14 (c)(2) y/o con las Disposiciones Especiales o cuando se trate de trabajos menores, se estipule su medición por volumen. Las masas de las cargas deben corresponder a la masa de los materiales secos más la masa total de la humedad (tanto absorbida como superficial), contenida en el agregado. La masa del volumen de agregado empleado en una carga dada de concreto, indicado por la báscula, debe estar dentro de una tolerancia de $\pm 2\%$ de la masa obtenida, cuando el agregado se pesa en tolvas de pesaje individual. Cuando se emplee tolvas de pesaje acumulativo, el peso acumulado después de cada pesada sucesiva, debe estar dentro de una tolerancia de $\pm 1\%$ de la cantidad acumulada requerida, cuando la báscula se utilice por encima del 30% de su capacidad. Para masas acumuladas menores que el 30% de la capacidad de la báscula, la tolerancia debe ser de $\pm 0.3\%$ de dicha capacidad, o de $\pm 3\%$ de la masa acumulada requerida tomando el valor que sea menor.

Los agregados deben ser ensayados y aceptados por el Delegado Residente antes de su utilización, como se indica en 551.04 (c) y (d).

(3) Agua de Mezcla. El agua de mezcla comprende el agua agregada a la carga o bachada, directa o indirectamente, y el agua presente en los agregados como humedad superficial; el agua agregada directamente se debe medir por masa o por volumen, con una exactitud de $\pm 1\%$ del total de agua de mezcla requerida. En el caso de mezcladoras de camión, cualquier cantidad de agua de lavado, retenida en el tambor de mezclado, debe ser medida exactamente antes de colocar la siguiente carga de concreto. Si ésto fuera impráctico o imposible de realizar, el agua de lavado retenida debe ser eliminada antes de preparar la carga siguiente.

El agua total, incluyendo el agua de lavado si la hubiere, se debe medir o pesar con una exactitud de $\pm 3\%$ de la cantidad total especificada.

El agua a emplear debe ser aprobada previamente por el Delegado Residente como se especifica en 551.04 (d).

(4) Aditivos. Los aditivos se deben almacenar tal como se indica en 551.14 (b) (4). Los aditivos u otros materiales adicionados en polvo, se deben medir por masa. Los aditivos en pasta o líquidos se pueden medir por masa o por volumen. La exactitud de la operación de pesado de los aditivos debe estar comprendida entre $\pm 3\%$ de la masa requerida. Las mediciones volumétricas deben tener una exactitud de $\pm 3\%$ de la cantidad total requerida, o bien una exactitud comprendida entre más o menos el volumen de la dosificación requerida para un saco de cemento, tomando el valor que sea mayor.

Los aditivos deben ser del tipo y calidad aprobados y deben utilizarse en las cantidades autorizadas previamente por el Delegado Residente, de acuerdo con 551.04 (e).

(5) Medición continua de los materiales por volumen. Las tolerancias señaladas en 551.15 (a) (1)(2)(3) y (4) son también aplicables a las dosificaciones continuas por volumen, para lo cual se debe establecer en cada caso, la relación volumen/masa correspondiente, mediante la calibración de los dispositivos de medición del equipo de dosificación, como se indica en 551.14 (e) y en la norma ASTM C 685. Se exceptúa el caso de trabajos menores, en el que se debe aplicar lo estipulado en 551.15 (a)(6).

En la Tabla 551-16 se presenta un resumen de las tolerancias para mediciones de masas y volúmenes de materiales indicados en 551.15 (a)(1)(2)(3)(4) y (5).

TABLA 551-16 Tolerancias para mediciones de masas y volúmenes de materiales

Material	Masa de carga, mayor que el 30% de la capacidad de la báscula.		Masa de carga, menor que el 30% de la capacidad de la báscula.	
	Dosificación por cargas Individuales	Dosificación Acumulada	Dosificación por cargas Individuales	Dosificación Acumulada
Cemento y otros materiales cementantes en masa. ⁽¹⁾	± 1%	± 1%	0 ± 4%	0 ± 4%
Agua por volumen o masa	± 1%	No recomendada	± 1%	No recomendada
Agregados en masa	± 2%	± 1%	± 2%	± 0.3% de la capacidad de la báscula o ± 3% de la masa acum. requerida, el que sea menor.
Aditivos (por volumen o masa)	± 3%	No recomendado	± 3%	No recomendado

⁽¹⁾ Cenizas volantes, puzolanas, escoria de alto horno, humo de sílice, etc.

(6) Medición y dosificación de los materiales para trabajos menores.

Cuando el volumen de concreto requerido para un trabajo determinado sea pequeño, no sería práctico establecer y mantener una planta dosificadora y mezcladora en el lugar de la construcción; en este caso es preferible el empleo de concreto premezclado o utilizar un equipo móvil de dosificación volumétrica y mezclado continuo, de acuerdo a 551.14 (c)(2) y 551.14 (e). Si ninguno de éstos estuviere disponible se debe tomar las precauciones necesarias para la medida y dosificación de la mezcla en el lugar de trabajo. Siempre que sea posible, se debe dosificar por masa utilizando una báscula con la capacidad adecuada para pesar cubetas, carretillas, u otros contenedores y proceder a dosificar por masa. Se puede también, efectuar la medición inicial por masa, marcando en el contenedor el nivel de masa correcto y continuar dosificando por volumen, llenando el contenedor hasta esta marca. Se debe determinar el contenido de agua, agregados y del agua neta de mezcla, para tomar en cuenta, al hacer la dosificación, el estado real de humedad de los agregados. El cemento puede agregarse por sacos, los que deben ser protegidos de la humedad, pero no se permite el uso de fracciones de saco, a menos que las mismas sean previamente pesadas. Los dispositivos para medir el agua deben ser confiables y la capacidad de la mezcladora a utilizar no debe ser excedida en ningún caso.

(b) Transporte de las cargas de los materiales ya pesados a la mezcladora. Cuando las cargas deban ser transportadas de la planta dosificadora a la mezcladora (caso de planta dosificadora central y de mezcladoras en el sitio del proyecto), el acarreo de las mismas debe hacerse en depósitos o contenedores sellados de la capacidad adecuada. El cemento a granel puede ser transportado por separado, o pipas entre capas de los agregados grueso y fino. En este último caso y si los agregados están húmedos, las cargas serán rechazadas a menos que el mezclado se realice dentro de los 30 minutos contados a partir del contacto del cemento con los agregados; este tiempo debe ser reducido a 15 minutos en tiempo caluroso. El cemento puede ser transportado también en sacos.

Las cargas deben ser entregadas y descargadas en la mezcladora por separado.

(c) Mezclado y suministro del concreto.

(1) Requisitos Generales. El concreto puede ser producido y suministrado al lugar de la obra por cualesquiera de las siguientes operaciones y/o sus combinaciones:

- a) Concreto mezclado en planta central estacionaria. Puede ser transportado al lugar de la obra en una agitadora de camión o en equipo sin agitación aprobado previamente por el Delegado Residente.
- b) Concreto mezclado parcialmente en planta central estacionaria y terminado en tránsito (en mezcladoras de camión).
- c) Concreto mezclado en tránsito o al llegar al proyecto (en mezcladoras de camión).
- d) Concreto producido en mezcladoras continuas móviles.
- e) Concreto premezclado proveniente de plantas externas a la obra.
- f) Concreto mezclado manualmente.
- g) Concreto envasado, mezclado en seco.

El equipo utilizado deberá llenar los requisitos establecidos en 551.14 (d)(e) y (f) y deberá producir o suministrar un concreto que cumpla con todos los requisitos de uniformidad indicados en 551.15 (e).

(2) Concreto mezclado por cargas en mezcladoras estacionarias o de camión. Se definirá como carga a la cantidad de concreto producido en una sola operación de mezclado, sea manualmente o en una mezcladora de cargas individuales, estacionaria o de camión.

Los materiales deben ser colocados en la mezcladora en tal forma que una parte del agua sea introducida antes que los materiales sólidos (cemento y agregados) y que sustancialmente, la totalidad del agua esté en el tambor al final del primer cuarto del tiempo total de mezcla especificado.

Los aditivos químicos deben ser introducidos a la mezcladora en el mismo punto de la secuencia de mezclado para todas las cargas. Los aditivos líquidos se deben introducir junto con el agua de mezcla o con la arena húmeda; los aditivos secos, mezclados con el cemento u otros materiales secos.

La mezcla se debe iniciar dentro de los treinta (30) minutos después de que el cemento entre en contacto con los agregados. Cuando los agregados estén muy húmedos o existan condiciones que favorezcan el endurecimiento rápido de la mezcla, este tiempo debe reducirse al requerido para producir un concreto de la uniformidad y consistencia especificados.

El contenido de las mezcladoras debe ser totalmente descargado antes de colocar la carga siguiente. El interior del tambor y de la canaleta de descarga se deben conservar libres de acumulaciones de mezclas y se les debe lavar cuidadosamente después de cada turno de fundición de concreto y cuando se interrumpa dichas operaciones por más de una hora.

Las mezcladoras deben ser operadas dentro de los límites de su capacidad y a la velocidad de rotación para las que fueron diseñadas por el fabricante del equipo, con la salvedad de que si el concreto no cumple con los requisitos de uniformidad exigidos en 551.15 (e), la velocidad de mezclado debe ser ajustada o el tiempo de mezclado extendido, según lo autorice el Delegado Residente.

El tiempo de mezclado debe medirse a partir del momento en que el cemento y los agregados se introduzcan en el tambor y hasta el momento en que se inicie la carga del concreto.

Para mezcladoras estacionarias, la carga de concreto no debe exceder de la capacidad nominal de mezclado de las mismas, el tiempo de mezclado deberá ser determinado con base en la habilidad de la mezcladora para producir un concreto uniforme, que cumpla con los requisitos establecidos en 551.15 (e).

Cuando no se hagan ensayos previos del comportamiento de una mezcladora estacionaria, el tiempo de mezcla aceptable para mezcladoras con capacidad de 1m³ o menos, no debe ser menor que 1 minuto. Para mezcladoras con capacidades mayores, este valor mínimo debe ser aumentado en 15 segundos por cada metro cúbico o fracción de capacidad adicional.

El tiempo de mezclado se puede reducir cuando el Contratista demuestre, mediante ensayos de comportamiento y a satisfacción del Delegado Residente, que la mezcladora es capaz de producir, en un tiempo menor, un concreto que cumpla con los requisitos de uniformidad indicados en 551.15 (e).

Para mezcladoras de camión, el volumen de la carga de concreto no debe exceder del 63% del volumen total del tambor o recipiente y el mezclado debe hacerse entre 70 y 100 revoluciones a la velocidad de mezclado recomendada por el fabricante para producir un concreto de la uniformidad especificada en 551.15 (e). Cuando sea necesario incrementar el número de revoluciones de la mezcladora para mantener la uniformidad requerida, éstas se deben ajustar a la velocidad de agitación recomendada por el fabricante. El número máximo de revoluciones no debe exceder, en ningún caso, de las trescientas (300), salvo cuando el Delegado Residente compruebe que el concreto tiene un grado de asentamiento aceptable y que puede ser colocado sin añadir más agua a la mezcla.

En el caso del concreto mezclado parcialmente en planta estacionaria y terminado en tránsito, el tiempo de mezclado parcial en la mezcladora estacionaria puede reducirse al mínimo de 30 segundos requerido para entremezclar los ingredientes, completando el mezclado en la mezcladora de camión, como se indica en el párrafo anterior.

Cuando el concreto se mezcle totalmente en planta central, el volumen de concreto transportado en una mezcladora de camión, o en una agitadora de camión, no debe exceder del ochenta por ciento (80%) del volumen total del tambor o recipiente.

(3) Concreto producido en mezcladora continua. Las dosificadoras-mezcladoras continuas, ya sean estacionarias o de camión, deben tener compartimientos o contenedores separados para todos y cada uno de los distintos materiales requeridos para producir el concreto y la mezcla se debe realizar en forma automática y continua. La dosificación y las velocidades de mezcla y de descarga del flujo de concreto se deben regular por mecanismos apropiados de calibración del equipo [Ver 551.14 (e)], a efecto de producir un concreto con las características de uniformidad requeridas en 551.15 (e).

(4) Concreto premezclado proveniente de plantas externas al proyecto. El concreto premezclado proveniente de plantas de proveedores comerciales o del propio Contratista, situadas fuera del sitio de la obra, debe cumplir con todos los requisitos de la sección 551, que le sean aplicables y con los específicos indicados en las Normas AASHTO M157, ASTM C 94 ó COGUANOR NGO 41068.

(5) Concreto mezclado manualmente. No se debe emplear concreto mezclado manualmente, salvo cuando se trate de estructuras secundarias o en casos de emergencia, en los que únicamente se requiera un pequeño volumen de concreto el Delegado

Residente debe autorizar el mezclado a mano, previamente y por escrito. El concreto mezclado a mano se debe fabricar en cargas no mayores que un cuarto ($\frac{1}{4}$) de metro cúbico, mezcladas sobre una base o plataforma firme y lisa que no deje escapar el agua. El cemento debe medirse en sacos y los agregados en cajones o recipientes adecuados, conforme 551.15 (a) (6). Los agregados gruesos y fino deben ser esparcidos sobre la base o plataforma en 2 capas cuyo espesor sea de 150 mm aproximadamente; sobre estas capas se debe esparcir el cemento en seco y toda la masa debe ser mezclada, también en seco, no menos de 2 veces hasta lograr una apariencia uniforme; luego se debe formar un cono truncado, ahuecado en el centro, al que se debe agregar agua, mezclándola poco a poco y evitando que escurra; la masa de concreto fresco se debe mezclar 3 veces cuando menos, hasta lograr un concreto uniforme y de la consistencia requerida.

(6) Concreto envasado mezclado en seco. Para reparaciones y para estructuras secundarias de pequeño volumen, se podrá utilizar concreto de esta clase, siempre que el Delegado Residente lo autorice previamente y por escrito. Este concreto debe ser de los tipos, y cumplir con los requisitos especificados en la Norma ASTM C 387. Dicho concreto debe alcanzar la resistencia a la compresión especificada a los 28 días, al ser mezclado con la cantidad de agua suficiente, para producir un asentamiento entre 50 y 75 mm (2" a 3").

(d) Carga, transporte y entrega del concreto. El concreto debe ser cargado, transportado, entregado y colocado dentro de un lapso de $1\frac{1}{2}$ hora contado a partir del momento en que se inició el mezclado. Cuando se emplee mezcladoras o agitadoras de camión, el concreto debe ser descargado antes de que el tambor de la mezcladora haya rotado trescientos (300) revoluciones.

No obstante, los límites indicados pueden ser extendidos, previa autorización del Delegado Residente, cuando los ensayos de campo indiquen que el concreto ha alcanzado un grado de asentamiento que permita su colocación sin necesidad de añadir más agua a la carga. Asimismo, en climas cálidos y bajo condiciones que favorezcan el endurecimiento rápido del concreto, el Delegado Residente puede ordenar una reducción del tiempo de descarga, a menos que se utilice aditivos retardantes u otros mecanismos (como el de enfriamiento del concreto) que garanticen que el concreto se podrá colocar satisfactoriamente en el tiempo previsto.

La temperatura mínima del concreto descargado en el lugar de la obra, debe ser de 16°C cuando vaya a ser colocado en encofrados de poco espesor o en losas, y de 10°C cuando se utilice para fundiciones masivas.

La temperatura máxima del concreto no debe sobrepasar los 32°C a menos que se determine experimentalmente, en el sitio de la obra y a satisfacción del Delegado Residente, la posibilidad de obtener a una temperatura mayor, resultados satisfactorios.

No debe permitirse el reablandamiento del concreto descargado en el sitio del proyecto, agregándole agua por otros medios, salvo cuando se trate de concreto transportado en mezcladoras o agitadoras de camión aprobadas y que para alcanzar el asentamiento especificado, requiera agua adicional al ser descargado en el proyecto. En este caso, el agua adicional, necesaria para llevar el asentamiento a los límites especificados en 551.15 (f), no debe exceder la relación agua-cemento de diseño. El tambor de mezclado debe rotar 30 revoluciones adicionales o más si fuera necesario, a la velocidad de mezclado, hasta que la uniformidad del concreto sea aceptable. En ningún momento posterior se debe añadir agua a la mezcla.

(e) Requisitos de uniformidad del concreto fresco recién mezclado. El concreto fresco, o recién mezclado, debe ser despachado al sitio del proyecto bajo la forma de una masa bien mezclada y uniforme y descargado con un grado de uniformidad que cumpla con los requisitos indicados en la Tabla 551-17. Para su aceptación el concreto fresco deberá cumplir además, con los requisitos de manejabilidad y consistencia indicados en 551.15 (f).

TABLA 551-17 Requisitos de uniformidad del concreto fresco recién mezclado

Determinaciones	Diferencia máxima permitida entre los resultados de muestras tomadas en puntos separados de una misma carga de concreto ⁽¹⁾	Metodología de ensayo
1. Masa unitaria libre de aire, en Kg/m ³ (lb./p ³)	16 (1.0)	AASHTO M157 ASTM C94 ó COGUANOR NG 41068
2. Contenido de aire, en porcentaje de volumen del concreto	1.0	AASHTO T152 ASTM C231 COGUANOR NG 41017h7
3. Asentamiento: - Si el asentamiento promedio es de 100 mm (4 pulg) o menos, en mm (pulg) - Si el asentamiento promedio es de 101 mm a 150 mm (4 a 6 pulg), en mm (pulg)	25 (1.0) 38 (1.5)	AASHTO T119 ASTM C143 COGUANOR NG 4107h4
4. Contenido de agregado grueso, porción en masa de cada muestra retenida en tamiz de 4.75 mm (No.4) en porcentaje.	6.0	AASHTO M157 ASTM C94 COGUANOR NGO 41068
5. Masa unitaria del mortero libre del aire, en porcentaje con respecto al promedio de todas las muestras comparativas ensayadas.	1.6	AASHTO M157 ASTM C94 COGUANOR NGO 41068
6. Promedio de la resistencia a la compresión a 7 días, para cada muestra, en porcentaje con respecto a la resistencia de todos los especímenes de ensayo comparativos ⁽²⁾	7.5 ⁽³⁾	AASHTO T 22 ASTM C 39 ó COGUANOR NGO 41017h1

(1) Las determinaciones para establecer las diferencias indicadas en la presente tabla, se deberán hacer sobre muestras individuales tomadas después de la descarga de aproximadamente el 15% y el 85% de la carga, de acuerdo con AASHTO M157, ASTM C94 ó COGUANOR NG 41068 y en relación con el muestreo para ensayos del concreto fresco.

(2) Se debe moldear y ensayar tres (3) cilindros por cada muestra como mínimo.

(3) Se puede aprobar tentativamente la mezcladora o agitadora sujeta a evaluación, pero la aprobación definitiva dependerá de los resultados de los ensayos de resistencia a la compresión a los siete (7) días.

Los requisitos de uniformidad establecidos para el concreto servirán específicamente, como base para la evaluación y aprobación del equipo para mezclado del concreto, 551.14 (d) y (e), y del equipo de transporte del concreto, 551.14 (f), hasta su lugar de descarga en la obra, así como para regular la operación de dicho equipo (tiempo de mezclado, velocidad de mezclado, tiempo máximo de transporte, volumen de cargas, tiempo límite para la descarga y colocación del concreto, etc.), todo de acuerdo a 551.15 (c) y (d).

Las pruebas para la comprobación de la uniformidad del concreto se deben efectuar inicialmente, como base para que el Delegado Residente dé su aprobación al equipo de producción y suministro del concreto y luego con la frecuencia que éste considere necesaria para detectar cualesquiera cambios en las condiciones de dicho equipo, debidas a acumulaciones de concreto o de mortero en el tambor, deterioro o desgaste de las espas, etc.; cuando surjan dudas con respecto a la uniformidad del concreto o cuando se identifique cambios lo suficientemente grandes como para afectar el funcionamiento del equipo de mezclado o transporte. Paralelamente, se debe tomar las medidas correctivas necesarias para el reacondicionamiento o reparación del mismo, o para ambos, para llevar el concreto nuevamente al grado de uniformidad indicado en la Tabla 551-17. Se considera uniforme un concreto que cumple con por lo menos cinco (5) de los requisitos especificados en dicha tabla.

(f) Requisitos de manejabilidad y consistencia del concreto.

(1) Determinación del asentamiento. Tanto la manejabilidad o trabajabilidad como la consistencia del concreto recién mezclado se debe determinar en el campo y en el laboratorio por medio de ensayos de asentamiento (o revenimiento), efectuados de acuerdo con las Normas AASHTO T 119, ASTM C 1433 ó COGUANOR NGO 41017h4. El asentamiento debe quedar comprendido dentro de los valores que se especifique en los planos y/o en las Disposiciones Especiales, y el concreto debe además, cumplir con los requisitos de aceptación de la resistencia [Ver 551.12] y con los de durabilidad o resistencia a condiciones de exposición especiales, [Ver 551.11 (e)], que le sean aplicables. Cuando en los planos y/o en las Disposiciones Especiales no se haya establecido valores para el asentamiento, el Delegado Residente debe fijarlos dentro de los límites indicados en la Tabla 551-18.

TABLA 551-18 Asentamientos recomendados para Concretos Vibrados en Diversos Tipos de Construcción ⁽¹⁾

Tipo de Estructura	Asentamiento Máximo ⁽¹⁾		Asentamiento Mínimo	
	mm	(pulg)	mm	(pulg)
Muros de cimentación y cimientos de concreto reforzado	75	3	25	1
Estribos, pilas y otras subestructuras	75	3	25	1
Vigas, columnas, muros de concreto reforzado y secciones delgadas reforzadas	100	4	25	1
Tubos de concreto reforzado	75	3	25	1
Losas de pavimentos	75	3	25	1
Concreto masivo	50	2	25	1

⁽¹⁾ Los valores de esta tabla se podrán incrementar en 25 mm (1") cuando se emplee otros métodos de consolidación que no sean basados en vibración.

Los ensayos de asentamiento (AASHTO T 119, ASTM C 143 y COGUANOR NGO 41017h4), y los de contenido de aire (AASHTO T 152, ASTM C 231 y COGUANOR NGO 41017h5), se deben efectuar en el momento en que se descargue el concreto en el proyecto o en el momento en que se coloque, según lo ordene el Delegado Residente, quien debe también, establecer la frecuencia de los ensayos de verificación para fines de control y aceptación. Estos ensayos se deben realizar siempre que se prepare especímenes para los ensayos de resistencia.

Cuando la medida del asentamiento o del contenido de aire esté fuera de los límites especificados, se debe realizar de inmediato otro ensayo de comprobación en una porción diferente de la misma muestra; en caso de que esta segunda muestra también falle, se considerará que el concreto no cumple con los requisitos establecidos en estas Especificaciones.

(2) Tolerancias para los asentamientos. A menos que en los planos, en las Especificaciones Técnicas Especiales y/o en las Disposiciones Especiales se especifiquen otras tolerancias, se deben aplicar las siguientes:

a) Cuando en las Especificaciones se indique que los asentamientos deben "ser máximos" o que "no deben exceder de", se aplicarán las tolerancias siguientes:

TABLA 505-19 Tolerancias para asentamientos que no deban exceder de una valor máximo especificado

Asentamiento Especificado	Tolerancia
75 mm (3 pulg) o menor	+ 0 mm- 38 mm (1.5 pulg)
Más de 75 mm (3 pulg)	+ 0 mm- 64 mm (2.5 pulg)

NOTA: Esta opción permite una única adición de agua en la obra, con la condición de que esa adición no incremente la relación agua-cemento por encima del máximo permitido por las Especificaciones. Ver 551.15 (d).

b) Cuando en las Especificaciones no se indique que los asentamientos “deben ser máximos” o que “no deben exceder de”, es decir que se señala asentamientos nominales promedio, se deberán aplicar las tolerancias indicadas en la Tabla 551-20.

TABLA 551-20 Tolerancias para asentamientos normales

Asentamiento Especificado	Tolerancia
50 mm (2 pulg) o menos	± 13 mm (± 0.5 pulg)
Más de 50 mm (2 pulg) hasta 100 mm (4 pulg)	± 25 mm (± 1.0 pulg)
Más de 100 mm (4 pulg)	± 38 mm (± 1.5 pulg)

c) El asentamiento del concreto debe mantenerse dentro de las tolerancias especificadas, durante un período de 30 minutos cuando menos, contado a partir del momento en que llegue al sitio de descarga en la obra o de que se efectúe el ajuste inicial del contenido de agua permitido para alcanzar el asentamiento deseado, de acuerdo con 551.14 (d), si éste fuere el caso. Están exentas del cumplimiento de este requisito, tanto la primera como la última porciones de ¼ de metro cúbico de mezcla que se descargue.

(g) Aceptación del concreto fresco o recién mezclado en el proyecto. El concreto debe ser entregado en el lugar señalado para su descarga, en el sitio de la obra, mezclado totalmente y con el grado de uniformidad señalado en la Tabla 551-17. No obstante, el incumplimiento con uno o más de los requisitos de uniformidad no será motivo para el rechazo del concreto, siempre que éste cumpla con los otros requisitos que se establecen más adelante. La identificación de falta de uniformidad será indicativa de la necesidad de tomar, en relación con el equipo de mezclado y/o transporte que se esté utilizando, algunas de las medidas correctivas indicadas en 551.15 (e), a fin de reestablecer la uniformidad especificada.

El concreto fresco debe cumplir con los requisitos de manejabilidad y consistencia especificadas de acuerdo con 551.15 (f) y cuando se utilice un aditivo incorporador de aire, con los de contenido de aire que se establece en 551.11.

No debe aceptarse el concreto que haya desarrollado un fraguado o endurecimiento inicial. Tampoco debe autorizarse el uso de material que se haya desbordado de la mezcladora, o que haya sobrepasado los límites de tiempo para descarga y colocación, establecidos en 551.15 (d).

También debe rechazarse el concreto cuyo asentamiento se encuentre fuera de los límites especificados en 551.15 (f)(2) a) b) y c) o cuya temperatura exceda los límites indicados en 551.15 (d).

Todo el concreto fresco rechazado, cualquiera que haya sido la causa, deberá ser retirado del sitio del proyecto y reemplazado por un concreto satisfactorio a costa del Contratista.

551.16 MEDIDA. No se hará ninguna medida directa con cargo a esta Sección del concreto estructural colocado. La medida se debe hacer del número de unidades fabricadas, en la forma indicada en las Secciones correspondientes a estructuras, pavimentos u otros tipos de construcciones en las que se utilice este concreto, de acuerdo con estas Especificaciones y/o con las Disposiciones Especiales.

551.17 PAGO. No se hará pago directo con cargo a esta Sección. El pago se debe hacer por el número de unidades medidas como se indique en las Secciones correspondientes, en las que se emplee Concreto Estructural y al precio unitario de contrato para el renglón de que se trate. Dicho precio cubrirá todo lo correspondiente a esta Sección, más lo que se estipule en la Sección en la que se utilice este concreto, en conformidad con lo establecido en 110.02.

RESUMEN DE NORMASMATERIALES PARA FABRICAR CONCRETO

<u>Ensayos</u>		<u>Materiales</u>	
Muestreo cemento	AASHTO T 127 ASTM C 183 NGO 41004	Cementos Portland ordinarios	AASHTO M 85 ASTM C 150 NGO 41005
Otros ensayos del cemento	AASHTO M 85 ASTM C 150 NGO 41005 AASHTO M 240 NGO 41001	Cementos Hidráulicos mezclados	AASHTO M 240 ASTM C 595 NGO 41001
Muestreo agregados	AASHTO T2 ASTM D 75	Agregado fino Agregado grueso	AASHTO M 6 AASHTO M 80
Densidad relativa y absorción:		Agua	551.04 (d) *
- Agregado fino	AASHTO T 84 ASTM C 128		
- Agregado grueso	AASHTO T 85 ASTM C 127		
Masa unitaria volumétrica	AASHTO T 19 ASTM C 29		
Granulometría	AASHTO T 27 ASTM C 136		
Material pasa Tamiz 0.075mm (No.200)	AASHTO T 11 ASTM C 117		
Materia orgánica	AASHTO T 21 ASTM C 40		
Efecto materia orgánica en morteros	AASHTO T 71 ASTM C 87		
Partículas friables y terrones de arcilla	AASHTO T 112 ASTM C 142		
Partículas livianas	AASHTO T 113 ASTM C123		
Partículas planas y alargadas	ASTM D 4791		
Desgaste o abrasión máquina Los Angeles			
- Agregado grueso menor de 37.5mm (1½")	AASHTO T 96 ASTM C 131		

- Agregado grueso mayor de 19mm (¾")	ASTM C 535
- Estabilidad al sulfato de Sodio	AASHTO T 104 ASTM C 88
- Análisis de agua	AASHTO T 26

ADITIVOS PARA CONCRETO

Ensayos incorporadores o inclusores de aire	AASHTO T 157 ASTM C 233	Incorporadores o inclusores de aire	AASHTO T 154 ASTM C 260
Ensayos aditivos químicos	AASHTO M 194 ASTM C 494	Aditivos químicos	AASHTO M 194 ASTM C 494
Ensayos cloruro de calcio	AASHTO T 143 ASTM D 345	Cloruro de calcio	AASHTO M 144 ASTM D 98
Ensayos de ceniza volante de carbón y otras puzolanas naturales y artificiales	AASHTO M 295 ASTM C 618 NGO 41045	Ceniza volante de carbón y otras puzolanas naturales o artificiales	AASHTO M 295 ASTM C 618 NGO 41045
Ensayos de escoria granulada de alto horno	AASHTO M 302 ASTM C 989	Escoria granulada de alto horno	AASHTO M 302 ASTM C 989
Ensayos de humo de sílice o microsílíce	AASHTO M 307 ASTM C 1240	Humo de sílice o microsílíce	AASHTO M 307 ASTM C 1240
Ensayos de aditivos expansivos y reductores de contracción	ASTM C 845	Aditivos expansivos y reductores de contracción	ASTM C 845

MATERIALES PARA JUNTAS

Materiales para juntas 551.06 *

DISPOSITIVOS DE APOYOS Y SOPORTES

Dispositivos de apoyos y soportes 551.07 *
559.04*

MATERIALES PARA CURADO

Materiales para Curado 551.08 *

ADHESIVOS PARA CONCRETO

Adhesivos para Concreto 551.09 *

RECUBRIMIENTOS PROTECTORES

Guía general de selección y empleo de recubrimientos protectores para Concreto	AASHTO M 224	Materiales para recubrimientos protectores	518.03 *
--	--------------	--	----------

DISEÑO O PROPORCIONAMIENTO DE MEZCLAS DE CONCRETO

Diseño o proporciónamiento de Mezclas de concreto	ACI 211.1 551.11 (b)(c) (d) y (e) *
---	---

EVALUACION Y ACEPTACION DEL CONCRETO

Muestreo concreto fresco en el campo	AASHTO T 141 (ASTM C 172) (NGO 41057)	Evaluación resultados de ensayos de resistencia en especímenes de concreto	ACI 214
Preparación especímenes De ensayo en el campo	AASHTO T 23 (ASTM C 31) (NGO 41061)		
Contenido de aire (gravimétrico y masa unitaria volumétrica en concreto fresco)	AASHTO T 121 ASTM C 138		
Contenido aire concreto fresco (método de presión)	AASHTO T 152 (ASTM C 231)		
Contenido de aire en concreto fresco – método volumétrico	AASHTO T 196 ASTM C 173		
Asentamiento o revenimiento	AASHTO T 119 (ASTM C 143)		
Preparación de especímenes de ensayo en el laboratorio	AASHTO T 126 (ASTM C 192)		
Ensayo compresión	AASHTO T 22 (ASTM C 39)		
Ensayo tracción indirecta	AASHTO T 198 (ASTM C 496)		
Ensayo de flexión con Carga a tercios de la luz	AASHTO T 97 y (ASTM C 78)		
Toma y ensayo testigos De concreto endurecido	AASHTO T 24 (ASTM C 42)		
Resistencia concreto por métodos no destructivos	551.13 (b) *		
Pruebas de carga en Estructuras	ACI 318 551.13 (c) *	Evaluación resultados prueba carga	ACI 318

CONCRETO PREMEZCLADO

Ensayos concreto pre-
mezclado

AASHTO M 157
ASTM C 94
NGO 41068

Concreto pre-
mezclado

AASHTO M 157
ASTM C 94
NGO 41068

(*) Se refiere a estas Especificaciones Generales

SECCION 552 ACERO DE REFUERZO

- 552.01 Definición.
- 552.02 Descripción.
- 552.03 Acero de Refuerzo.
- 552.04 Lista de Pedidos.
- 552.05 Almacenaje y Protección del Material.
- 552.06 Doblado de las Barras.
- 552.07 Colocación y Amarre.
- 552.08 Empalmes.
- 552.09 Sustituciones.
- 552.10 Medida.
- 552.11 Pago.

552.01 DEFINICION. Acero de Refuerzo. Son las barras, alambre de refuerzo, mallas de barras, mallas de alambre de refuerzo y perfiles estructurales de acero o tubos de acero, utilizados como refuerzo del concreto estructural.

552.02 DESCRIPCION. Este trabajo consiste en el suministro, almacenaje, transporte y colocación del refuerzo para concreto, de entera conformidad con los planos, estas Especificaciones Generales y/o las Disposiciones Especiales.

MATERIALES

552.03 ACERO DE REFUERZO. El acero de refuerzo para concreto y el acero estructural y tubos de acero que se utilicen como refuerzo del concreto, deben ajustarse a los requisitos estipulados a continuación. Puede sin embargo, aceptarse el uso de otros tipos de acero de refuerzo, de acuerdo a otras Especificaciones equivalentes, para lo cual el Contratista debe presentar al Delegado Residente copia traducida al idioma español de dichas Especificaciones, así como los resultados de las pruebas y los certificados de laboratorio pertinentes, con su correspondiente traducción. El acero de refuerzo debe ser corrugado, excepto las barras No. 2 para estribos y barras para refuerzo en espiral o para pasadores, que pueden ser barras lisas.

<u>TIPO DE REFUERZO</u>	<u>ESPECIFICACION</u>
(a) <u>Barras corrugadas de acero de refuerzo.</u>	
(1) Barras corrugadas de acero de Lingotes grados 300 (40), 400 (60) y 500 (75)	AASHTO M 31, ASTM A 615 ó COGUANOR NGO 36011
(2) Barras corrugadas de acero de Riel grados 350 (50) y 400 (60)	AASHTO M 42, ASTM A 616 ó COGUANOR NGO 36011
(3) Barras corrugadas de acero de Eje grados 300 (40) y 400 (60)	AASHTO M 53 ó ASTM A 617
(4) Barras corrugadas de acero de Baja aleación grados 300 (40) y 400 (60)	ASTM A 706

Pueden emplearse barras corrugadas de refuerzo con una resistencia a la fluencia especificada f_y que exceda de 42 MPa, siempre que f_y sea el esfuerzo correspondiente a una deformación de 0.35% y las barras cumplan con una de las especificaciones indicadas anteriormente.

Las barras corrugadas de acero de refuerzo que vayan a soldarse, deben cumplir con el Código de Soldadura Estructural, sección Acero de Refuerzo ("Structural Welding Code – Reinforcing Steel") ANSI / AWS D1.4 de la Sociedad Americana de Soldadura (American Welding Society). El tipo y ubicación de los empalmes soldados y otras soldaduras requeridas de las barras de refuerzo, deberán indicarse en los planos o en las Disposiciones Especiales.

Las especificaciones para barras de refuerzo, excepto la ASTM A 706, deben complementarse con un certificado que demuestre que el material es apto para cumplir con los procedimientos de soldadura especificados en el código ANSI / AWS D1.4.

(b) Otras barras de refuerzo corrugado.

- | | | |
|-----|---|-------------------------------|
| (1) | Barras corrugadas de acero galvanizado | ASTM A 767 |
| (2) | Barras de acero de refuerzo con recubrimiento epóxico | AASHTO M 284 ó
ASTM A 3963 |

Las barras de refuerzo galvanizadas o con recubrimiento epóxico, deben cumplir además con una de las especificaciones indicadas en 552.03 (a).

(c) Alambres y Mallas de Acero de Refuerzo.

- | | | |
|-----|---|--|
| (1) | Alambre corrugado de acero para refuerzo | AASHTO M 225, ASTM A 496 ó
COGUANOR NGO 36020 |
| (2) | Alambre liso de acero para refuerzo | AASHTO M 32, ASTM A 82 ó
COGUANOR NGO 36018 |
| (3) | Malla engrapada y/o soldada de barras corrugadas de acero de refuerzo | AASHTO M 54 ó ASTM A 184 |
| (4) | Malla soldada de alambre corrugado de acero de refuerzo | AASHTO M 221, ASTM A 497 ó
COGUANOR NGO 36021 |
| (5) | Malla soldada de alambre liso de acero de refuerzo | AASHTO M 55, ASTM A 185 ó
COGUANOR NGO 36019 |

(d) Alambres y Mallas de acero de refuerzo con recubrimiento epóxico. ASTM A 884

(e) Barras y Alambres Lisos de Acero de refuerzo, para refuerzo en Espiral y pasadores o pasajuntas.

- | | | |
|-----|---|-------------------------|
| (1) | Barras lisas de acero de refuerzo. Deben cumplir con requisitos de especificaciones indicadas en (a)(1), y (3) para barras lisas. | |
| (2) | Alambre liso de acero para refuerzo en espiral. | AASHTO M 32 ó ASTM A 82 |

(f) Perfiles Estructurales y Tubos de Acero de Refuerzo para Concreto.

(1) Perfiles de acero estructural, utilizado junto a barras de refuerzo en elementos compuestos sujetos a compresión, deben ajustarse a las siguientes especificaciones:

- | | | |
|----|---|------------------------------|
| a) | Acero estructural al carbono | AASHTO M 183 ó
ASTM A 36 |
| b) | Acero estructural de baja aleación y alta resistencia | ASTM A 242 |
| c) | Aceros de baja aleación de columbio-vanadio de calidad estructural y alta resistencia | AASHTO M 223 ó
ASTM A 572 |
| d) | Acero estructural de baja y alta resistencia, con límite de fluencia mínimo de 345 MPa (50 Ksi) | AASHTO M 222 ó
ASTM A 588 |

(2) Tubos de acero de refuerzo para elementos compuestos sujetos a compresión, consistentes en tubos de acero rellenos de concreto, deben ajustarse a las siguientes especificaciones:

- | | | |
|----|---|-------------------|
| a) | Tubería de acero negra y galvanizada soldada y sin costuras | ASTM A 53 Grado B |
| b) | Tubería de acero estructural al carbono conformada en frío, soldada y sin costuras | ASTM A 500 |
| c) | Tubería de acero estructural al carbono, conformada en caliente, soldada y sin costuras | ASTM A 501 |

(g) Pasadores o Dovelas. AASHTO M 254

Las barras redondas y lisas deberán ser de acuerdo con lo indicado en 552.03 (e)(1), y libres de rebabas o deformaciones que restrinjan su libre movimiento en el concreto. Antes de su entrega en obra, la mitad del largo de cada pasador debe pintarse con una mano de pintura aprobada de plomo o de alquitrán. Al secarse la pintura e inmediatamente antes de colocarlos, los pasadores deben ser lubricados para prevenir su adherencia al concreto.

Para juntas de expansión, deben suministrarse casquillos que cubran 50 mm \pm 5 mm del pasador y un extremo cerrado con un tope adecuado para mantener el extremo cerrado a 25 mm del extremo del pasador.

Los lubricantes para pasadores tipo B pueden ser asfaltos líquidos de curado rápido, asfaltos emulsionados de curado medio y a base de grafito. Para pasadores tipo A no se requieren lubricantes.

Debe suministrarse ensamblajes para sostener los pasadores con una tolerancia de \pm 6 mm vertical y horizontalmente, durante la colocación del concreto y permitir un movimiento libre de la losa de concreto del pavimento. Estos ensamblajes se fabrican con alambre liso de acero para refuerzo, según 552.03 (c) (2), y se recubren con la misma clase de pintura y lubricantes utilizados para los pasadores.

REQUISITOS DE CONSTRUCCION

552.04 LISTAS DE PEDIDOS. Antes de cortar el material a los tamaños indicados en los planos, el Contratista debe verificar las listas o planillas de materiales y diagramas de doblado, tal como éstos se muestran en los mismos. Cuando no ocurra así, las listas o planillas de materiales y los diagramas de doblado deben ser preparadas por el Contratista para la aprobación del Delegado Residente, pero tal aprobación de dichas listas y diagramas, no exime al Contratista de su responsabilidad por la exactitud de las mismas. En este caso, el Contratista debe incluir el costo de la elaboración de las listas y diagramas mencionados, en sus precios unitarios de oferta.

552.05 ALMACENAJE Y PROTECCION DEL MATERIAL. El acero de refuerzo debe almacenarse por encima del nivel del terreno, sobre plataformas, largueros, bloques u otros soportes de madera u otro material adecuado y debe ser protegido hasta donde sea posible contra daños mecánicos y deterioro superficial, incluyendo los efectos de la intemperie y ambientes corrosivos.

En el caso de acero de refuerzo recubierto con epoxico, se deberán soportar los haces de barras sobre soportes acolchonados. En su levantado y manipuleo, debe evitarse que las barras se doblen o rocen entre sí. Los haces de barras tampoco deben golpearse, ni dejarse caer o arrastrarse. Antes de usarse, deben inspeccionarse las barras, para determinar visualmente defectos del recubrimiento epóxico. Todas las áreas dañadas del revestimiento epóxico deben ser reparadas en obra por el Contratista, con un material de reparación aprobado y que cumpla con la norma AASHTO M 284. Las áreas a ser reparadas deben ser limpiadas del recubrimiento dañado, óxido y contaminantes superficiales. La resina de reparación debe ser aplicada prontamente para evitar oxidación. El grosor de la película aplicada debe ser no menor de 200 micrones y el traslape sobre el recubrimiento original, mayor de 50 mm o como se recomiende por el fabricante.

Deben tomarse las medidas necesarias para minimizar el daño al recubrimiento epóxico de las barras ya colocadas. No se permitirán reparaciones en obra a las barras con revestimiento severamente dañados, que son aquellas cuyas superficies dañadas excedan del 5% de la superficie total, en cualquier largo de barra de 50 mm ó más. El Contratista deberá remover y reemplazar las barras con revestimientos severamente dañados.

552.06 DOBLADO DE LAS BARRAS. Las barras de refuerzo deben ser fabricadas de acuerdo con normas ACI 315, ACI 318 y el manual ACI SP-66. Las barras que requieran dobleces, deben ser dobladas en frío, a menos que se detalle en otra forma en los planos o Disposiciones Especiales. Los dobleces y cortes deben ser efectuados por obreros competentes utilizando las herramientas y los dispositivos adecuados para tal trabajo. Las barras parcialmente empotradas en el concreto, no deben ser dobladas en obra, a menos que los planos o las disposiciones especiales así lo indiquen, o el Delegado Residente lo permita. Se podrá usar bajo control de la Supervisora, la aplicación de calor para el doblado de las barras en el lugar de la obra, pero deben adoptarse precauciones para asegurar que las propiedades físicas y mecánicas del acero no sean alteradas sustancialmente. En este caso, la temperatura de calentamiento debe estar entre 590° a 650°C y debe aplicarse de manera de lograr un calentamiento uniforme de la porción de la barra que será doblada en una longitud de barra de por lo menos 5 diámetros de barra a cada lado del centro del doblez. La temperatura de la barra en la interfase del concreto no debe exceder de 260°C. La temperatura de calentamiento se debe mantener hasta terminar el doblado o enderezado de la barra. La operación debe hacerse en ambiente protegido de lluvia, llovizna, corriente de aire u otros efectos que puedan ocasionar cambios bruscos de temperatura. Debe dejarse que las barras dobladas se enfríen lentamente, permitiéndose el uso de agua, aire u otro medio de enfriamiento rápido, hasta que la temperatura de la barra sea menor de 315°C.

A menos que los planos lo muestren en otra forma, los dobleces deben hacerse de acuerdo con los requisitos siguientes:

Los estribos de barras número 3 o menor, del grado 300 ó menor, y las barras de amarre o sujeción del refuerzo, deben doblarse alrededor de un pasador de un radio no menor del diámetro del estribo o barra.

Los dobleces para las otras barras, tendrán radios en el interior de la barra no menores de los indicados a continuación, salvo que se indique de otra forma en los planos y las Disposiciones Especiales. Además, el inicio del dobléz no debe estar más cerca de la superficie de concreto que la distancia del diámetro mínimo del dobléz.

NUMERO DE LA BARRA	RADIO MINIMO DEL DOBLEZ INTERIOR
3 al 8	6 diámetros de barra
9, 10 y 11	8 diámetros de barra
14 y 18	10 diámetros de barra

El diámetro interior de dobléz para estribos y anillos no debe ser menor de 4 diámetros de barra para barras del No.5 y menores. Para barras mayores del No.5, el diámetro de dobléz deberá concordar con la tabla anterior.

El diámetro interior de los dobleces en malla soldada de alambre (corrugado o liso) para estribos y anillos no debe ser menor de 4 diámetros de barra para alambre corrugado mayor que D 6 y de 2 diámetros de barra para los demás alambres. El dobléz con un diámetro menor de 8 diámetros de barra, no debe estar a menos de 4 diámetros de barra de la intersección soldada más cercana.

Las medidas de los ganchos estándar y demás detalles de dobleces y medidas de las barras de refuerzo no indicados en los planos deben estar de acuerdo con normas ACI 315 y 315R y/o manual ACI SP-66.

552.07 COLOCACION Y AMARRE. Cuando se coloque en la obra, el acero de refuerzo debe estar libre de suciedad, óxido o escamas sueltas, pintura, grasa, aceite u otras materias extrañas. Además, el refuerzo debe estar libre de defectos como grietas o laminaciones. El óxido e irregularidades superficiales, no serán causa de rechazo, siempre que las dimensiones mínimas, área de la sección transversal y propiedades a tracción o tensión de una muestra cepillada a mano con cepillo de alambre reúna los requisitos de tamaño y calidad especificados para dicho acero. Todo el mortero seco debe quitarse del acero. El acero de refuerzo debe estar colocado en el lugar indicado en los planos y aprobado por el Delegado Residente, antes de principiar a colocar el concreto.

Todo el acero de refuerzo debe colocarse exactamente en las posiciones mostradas en los planos y estar firmemente apoyado antes de la colocación del concreto, dentro de las tolerancias permisibles de ACI 318. El refuerzo de acero en losas de tableros de puentes debe estar dentro de los ± 6 mm de su localización vertical. Las barras paralelas de una cama o lecho de refuerzo deben espaciarse dentro de los 38 mm de su localización requerida. No se permite acumular variaciones de espaciamiento y el promedio de cualesquiera dos espacios contiguos, no debe exceder del espaciamiento requerido. Debe comprobarse el recubrimiento de concreto sobre las camas de refuerzo antes de colocar el concreto. El recubrimiento libre mínimo debe ser de 50 mm a menos que los planos indiquen otro espesor. Para otros recubrimientos mínimos permitidos, ver lo indicado en la Sección 554.

En elementos en compresión, la distancia libre entre barras longitudinales no debe ser menor de 1.5 diámetros de barra ni de 40 mm. Esta limitación de la distancia libre entre barras

debe aplicarse también a la distancia libre entre un traslape de contacto y los traslapes o barras adyacentes.

En muros y losas, exceptuando las nervadas, la separación del refuerzo principal a flexión no debe ser mayor de 3 veces el espesor del muro o losa, ni de 450 mm.

Cuando sea necesario mover el refuerzo más allá de las tolerancias de colocación a fin de evitar interferencia con otro refuerzo, ductos o elementos ahogados, el arreglo del refuerzo resultante debe ser aprobado previamente con el Delegado Residente.

Se pueden colocar grupos de barras de refuerzo paralelas en contacto entre sí, formando paquetes o manojos que actúen como una unidad, pero el número de barras en cada manajo no debe exceder de 4 barras. En vigas no deben usarse manojos de barras mayores del No. 11. Los manojos pueden utilizarse solamente cuando se usen estribos o anillos que los confinen, a intervalos que no excedan de 2 m. Las barras en un paquete o manajo deben ser preferiblemente de un mismo tamaño. Cuando las limitaciones de espacio estén basadas en el tamaño de las barras de refuerzo, los manojos de barras deben considerarse como una barra individual de área equivalente a la de las barras que constituyen el manajo.

Si el refuerzo de malla se suministra en rollos para uso en superficies planas, la malla debe enderezarse en láminas planas antes de colocarse.

Las barras deben amarrarse en todas las intersecciones, excepto en el caso de espaciamentos menores de 300 mm, en el cual se amarrarán las intersecciones alternas.

El alambre usado para amarre debe tener un diámetro de 1.5875 a 2.0320 mm (0.0625 a 0.0800 pulgadas), o calibre equivalente. No se permite el soldado de las intersecciones de barras de refuerzo.

Además, la posición del refuerzo dentro de las formaletas debe mantenerse por medio de tirantes, bloques, ataduras, silletas y otros soportes aprobados de acuerdo con el Manual de Standard Practice of the Reinforcing Steel Institute (CRSI). No es permitido el uso de guijarros, pedazos de piedra o ladrillos quebrados, tubería de metal o bloques de madera. Los bloques deben ser de mortero de cemento prefabricado, de calidad, forma y dimensiones aprobadas. Las silletas pueden ser de plástico o de metal. Las de metal que entren en contacto con la superficie exterior del concreto, deben ser protegidas con plástico o bien de acero inoxidable. El acero inoxidable debe cumplir con norma ASTM A 493 tipo 430. Para refuerzo recubierto con epóxico deben usarse soportes de alambre de refuerzo recubiertos con material dieléctrico, incluyendo epóxico u otro polímero. Para refuerzo recubierto con zinc (galvanizado) deben usarse soportes de alambre galvanizado o de alambre para refuerzo recubierto con material dieléctrico. Las camas de las barras deben separarse por bloques de mortero de cemento u otros dispositivos igualmente adecuados, espaciados a no más de 1.2 m transversal o longitudinalmente. Los soportes de las barras no deben usarse para soporte directo o indirecto de tráfico de carretillas o peatonal en la obra.

552.08 EMPALMES. El empalme de las barras, salvo donde lo indiquen los planos, no será permitido sin la aprobación escrita del Delegado Residente. Hasta donde sea factible, los empalmes en tensión deben localizarse alejados de los puntos de momento máximo o de las zonas de altos esfuerzos de tensión, de acuerdo a los cálculos de diseño.

Las longitudes de traslape en tensión y compresión serán las que se indiquen en los planos y deben basarse en las longitudes de desarrollo del refuerzo y cumplir con los demás requisitos de espaciamentos y escalonamientos requeridos en ACI 318.

Los empalmes traslapados no deben usarse para barras mayores del No.11, salvo en caso de columnas sujetas a compresión, en que las barras pueden unirse a las zapatas con espigas como se indique en los planos, y de acuerdo a los requisitos del Reglamento ACI 318.

Las barras en un manajo deben terminar en puntos diferentes escalonados, por lo menos 40 diámetros de barra, salvo el caso en que todas las barras terminen en un apoyo o soporte.

Los empalmes traslapados de manajos de barras, deben basarse en la longitud de traslape requerida por una barra individual del mismo tamaño que las barras empalmadas y tales empalmes de cada barra, en cada manajo no deben coincidir entre sí. La longitud del traslape en los manajos debe aumentarse de acuerdo a lo que señala el Reglamento ACI 318, pero en todo caso el aumento será no menor de 20% para manajos de 3 barras y de 33% para manajos de 4 barras.

En los empalmes de traslape, las barras deben colocarse en contacto entre sí y amarrarse con alambre, de tal manera que mantengan la alineación de las mismas y su espaciamiento, dentro de las distancias libres mínimas especificadas, con relación a las demás barras y a las superficies del concreto.

Como alternativa a los empalmes traslapados, podrá efectuarse empalmes soldados u otras uniones mecánicas aprobadas, si así se detalla en los planos o Disposiciones Especiales o lo autoriza por escrito el Delegado Residente. Las juntas soldadas deben ser a tope y deben desarrollar en tensión por lo menos un 125 % de la resistencia a la fluencia especificada para la barra a unirse. Las juntas soldadas deben realizarse y cumplir con los requisitos de normas ANSI/AWS. Los soldadores y los procedimientos deben ser precalificados de acuerdo con los requisitos de la AWS y las juntas soldadas deben ser revisadas radiográficamente o por otro método no destructivo, aprobado por el Ingeniero.

Las uniones o conexiones mecánicas deben desarrollar en tensión o compresión, según se requiera, por lo menos un 125 % de la resistencia a la fluencia especificada de las barras a unirse.

Las mallas de alambre soldado de refuerzo, deben traslaparse unas con otras, lo suficiente para mantener una resistencia uniforme y deben amarrarse debidamente en los extremos y bordes. El traslape en las mallas de alambre liso, no debe ser menor del espaciamiento de los alambres transversales de la malla, en la dirección del traslape, más 50 mm, pero no menor que 1.5 la longitud de desarrollo calculada conforme ACI 318, ni menor de 150 mm. En las mallas de alambre corrugado, el traslape no debe ser menor de 1.3 la longitud de desarrollo calculada conforme ACI 318 ni menor de 200 mm.

Las mallas de barras de refuerzo deben empalmarse conforme los requisitos para barras individuales.

552.09 SUSTITUCIONES. La sustitución de las diferentes secciones de refuerzo se permitirá solamente con autorización específica del Delegado Residente. El acero sustituyente debe tener un área y perímetro equivalente o mayores que el área y perímetro de diseño.

552.10 MEDIDA. La medida se debe hacer del número de kilogramos, con aproximación de dos decimales, de Acero de Refuerzo, satisfactoriamente suministrados e incorporados a la obra para estructuras de concreto. Se exceptúa el acero de refuerzo específicamente estipulado para pago en otros renglones de contrato.

En los empalmes que no sean los indicados en los planos, no se medirá el acero extra requerido para el traslape de dichos empalmes.

No se hará medida de la masa de las abrazaderas, alambre de amarre, separadores, silletas de alambre y otro material usado para sostener el refuerzo en su puesto. Si se sustituyen barras a solicitud del Contratista y como resultado se usa más acero del que se ha especificado, no se medirá la cantidad adicional.

La medida para barras se basará en la masa (peso) computado para los tamaños y longitudes de barras, usando las masas unitarias siguientes:

Masa/Unidad De Longitud	DESIGNACIÓN DE BARRAS No.											
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	14	18
Kg/m	0.249	0.560	0.994	1.552	2.235	3.042	3.973	5.060	6.403	7.906	11.384	20.238
Lb/pie	0.167	0.376	0.668	1.043	1.502	2.044	2.670	3.400	4.303	5.313	7.650	13.600

Los números de designación de barra, son iguales al número de octavos de pulgada del diámetro nominal de las barras respectivas.

La medida para malla de alambre será el producto del área en metros cuadrados de la malla efectivamente incorporada y aceptada en la obra, por la masa real en kilogramos por metro cuadrado, excepto que se indique de otra manera en las Disposiciones Especiales y Documentos de Oferta.

552.11 PAGO. El pago se debe hacer con base en la medida efectuada como se indica anteriormente, al precio unitario de contrato, correspondiente al renglón de que se trate, cuyo precio incluye el trabajo especificado en esta Sección, de conformidad con lo indicado en 110.02. Los renglones de pago se identifican como se indica en 102.20.

RESUMEN DE NORMAS

<u>Materiales</u>		<u>Ensayos</u>	
Barras corrugadas de acero de lingote grados 300(40), 420(60) y 520 (75)	AASHTO M 31, ASTM A 615 y COGUANOR NGO 36011	Tensión y Alargamiento: Doblado:	AASHTO T 244 AASHTO M 31 y ASTM A 370 AASHTO T 285 AASHTO M 31
Barras corrugadas de acero de riel grados 350(50) y 420(60)	AASHTO M 42, ASTM A 616 y COGUANOR NGO 36011	Tensión y Alargamiento: Doblado:	AASHTO T 244 AASHTO M 42 y ASTM A 370 AASHTO T 285 AASHTO M 42
Barras corrugadas de acero de eje grados 300(40) y 420(60)	AASHTO M 53 y ASTM A 617	Tensión y Alargamiento: Doblado:	AASHTO T 244 AASHTO M 53 y ASTM A 370 AASHTO T 285 AASHTO M 53
Barras corrugadas de acero de baja aleación, grados 300(40) y 420(60).	ASTM A 706	Tensión y Alargamiento: Doblado:	AASHTO T 244 ASTM A 370 y ASTM A 706 AASHTO T 285 y ASTM A 706

Barras corrugadas de acero galvanizado	ASTM A 767	Tensión y alargamiento Doblado Recubrimiento galvanizado	AASHTO T 244 y ASTM A 370 AASHTO T 285 AASHTO M 111 y AASHTO T 65
Barras de acero de refuerzo con recubrimiento epóxico	AASHTO M 284 ó ASTM D 3963	Tensión y alargamiento Doblado Recubrimiento Epóxico	AASHTO T 244 ASTM A 370 AASHTO T 285 ASTM D 3963
Barras lisas de acero de lingote grados 300 (40) y 420 (60)	AASHTO M 31	Tensión y alargamiento: Doblado:	AASHTO T 244, ASTM A 370 y AASHTO M 31 AASHTO M 31
Alambre liso de acero para refuerzo	AASHTO M 32, ASTM A 82 y COGUANOR NGO 36018	Tensión y alargamiento: Doblado:	AASHTO T 244, ASTM A 370 y AASHTO M 32 AASHTO M 32
Alambre corrugado de acero para refuerzo.	AASHTO M 225 ASTM A 496 y COGUANOR NGO 36020	Tensión y alargamiento: Doblado:	AASHTO T 244, ASTM A 370 y AASHTO M 225 AASHTO M 225
Malla engrapada y/o soldada de barras corrugadas de acero de refuerzo	AASHTO M 54 y ASTM A 184	Resistencia conexiones	AASHTO M 54
Malla soldada de alambre liso de acero de refuerzo	AASHTO M 55, ASTM A 185, COGUANOR NGO 36019	Corte en juntas soldadas	AASHTO M 55
Malla soldada de alambre corrugado de acero de refuerzo	AASHTO M 221, ASTM A 497 y COGUANOR NGO 30021	Corte en juntas soldadas y dobladas	AASHTO M 221
Acero estructural al carbono.	AASHTO M 183 y ASTM A 36	Análisis Químico: Tensión: Impacto:	AASHTO M 160 AASHTO M 183 AASHTO M 160 AASHTO M 183 AASHTO M 243 AASHTO M 183
Acero estructural de baja aleación y alta resistencia	ASTM A 242	Análisis Químico: Tensión Impacto	AASHTO M 160 AASHTO M 160 AASHTO M 243
Acero de baja aleación de columbio-vanadio de calidad estructural y alta resistencia	AASHTO M 223 ASTM A 572	Análisis Químico Tensión	AASHTO M 160 AASHTO M 223 AASHTO M 160 AASHTO M 223

		Impacto:	AASHTO T 243 AASHTO M 223
Acero estructural de baja aleación y alta resistencia con límite de fluencia mínimo de 345 MPa (50 ksi)	AASHTO M 222 ASTM A 588	Análisis Químico:	AASHTO M 160 AASHTO M 222
		Tensión	AASHTO M 160 AASHTO M 222
		Impacto	AASHTO T 243 AASHTO M 222
Tubería de acero negra y galvanizada, soldada y sin costuras	ASTM A 53 grado B	Análisis Químico:	ASTM A 6 ASTM A 751
		Tensión y Doblado	ASTM A 370 ASTM A 53
		Recubrimiento galvanizado	ASTM A 90 ASTM A 120
Tubería de acero estructural al carbono, conformada en frío, soldada y sin costuras	ASTM A 500	Análisis Químico	ASTM A 6 ASTM A 751
		Tensión y Doblado	ASTM A 370 ASTM A 500
Tubería de acero estructural al carbono, conformada en caliente, soldada y sin costuras	ASTM A 501	Análisis Químico:	ASTM A 6 ASTM A 751
		Tensión y Doblado	ASTM A 90
Pasadores o pasajuntas	AASHTO M 254	Deflexión, extracción, y recubrimiento	AASHTO T 253 AASHTO M 254

() Ver además especificaciones de las barras.

SECCION 553 ESTRUCTURAS DE CONCRETO

- 553.01 Definición.
- 553.02 Descripción.
- 553.03 Requisitos de los Materiales.
- 553.04 Equipo de Construcción.
- 553.05 Preparación de la Cimentación.
- 553.06 Formaleteado y Obra Falsa.
- 553.07 Manejo y Colocación del Concreto.
- 553.08 Secuencia de Colocación del Concreto.
- 553.09 Concreto Depositado Bajo el Agua.
- 553.10 Juntas.
- 553.11 Areas de Soporte.
- 553.12 Pernos y Dispositivos de Anclaje.
- 553.13 Agujeros para Drenaje y Aliviadores.
- 553.14 Tuberías y Conductos Ahogados en el Concreto.
- 553.15 Remoción de las Formaletas y de la Obra Falsa.
- 553.16 Trabajos Defectuosos.
- 553.17 Acabado del Concreto.
- 553.18 Curado del Concreto.
- 553.19 Carga sobre Estructuras Nuevas.
- 553.20 Recubrimientos Protectores del Concreto.
- 553.21 Limpieza Final.
- 553.22 Medida.
- 553.23 Pago.

553.01 DEFINICION. Estructuras de Concreto. Son las sub-estructuras y super-estructuras de concreto para puentes; las losas y aceras de concreto para puentes de acero; las estructuras de alcantarillas de concreto, muros de contención, losas de concreto para accesos de puentes y, en general, todas aquellas estructuras de obras viales que se construyan empleando concreto estructural.

553.02 DESCRIPCION. Este trabajo consiste en la construcción de las estructuras de concreto requeridas para la obra, de acuerdo con los planos y los detalles indicados en esta sección, incluyendo la fabricación y suministro del concreto estructural conforme se indica en la sección 551, y el manejo, colocación, compactación, acabado, curado y protección del concreto colado "in situ", así como de los elementos prefabricados de concreto requeridos para la obra y que no estén específicamente cubiertos por otras secciones de estas Especificaciones Generales.

MATERIALES

553.03 REQUISITOS DE LOS MATERIALES.

(a) Concreto Estructural. Debe ser fabricado y suministrado de acuerdo con lo indicado en la Sección 551 y salvo que se especifique de otra manera en los planos o en las Disposiciones Especiales, en todas las estructuras de concreto simple se debe emplear Concreto Estructural clase 17.5 (2,500) como mínimo y en las estructuras de concreto reforzado, Concreto Estructural clase 24.5 (3,500) como mínimo.

(b) Materiales para Fabricación del Concreto. Deberán cumplir con los requisitos especificados en las Secciones y numerales siguientes:

- | | | |
|-----|-------------------------|------------------|
| (1) | Cementos hidráulicos | 551.04 (a) |
| (2) | Agregados para concreto | 551.04 (b) y (c) |
| (3) | Agua | 551.04 (d) |
| (4) | Aditivos | 551.05 |

(c)	<u>Planta y Equipo para Producción de Concreto</u>	551.14
(d)	<u>Carga, Mezclado, Transporte y Entrega del Concreto</u>	551.15 (c) y (d)
(e)	<u>Acero de Refuerzo</u>	552
(f)	<u>Materiales para Juntas</u>	551.06
(g)	<u>Dispositivos para Soporte</u>	551.07 y 561
(h)	<u>Materiales para Curado</u>	551.08
(i)	<u>Recubrimientos Protectores del Concreto</u>	551.10 y 570

553.04 EQUIPO DE CONSTRUCCION. El Contratista debe proveer el equipo necesario, adecuado y de la capacidad requerida para permitir que la fundición o colado máximo previsto se complete monólicamente y dentro del tiempo estipulado. El equipo propuesto debe ser inspeccionado y/o ensayado y aprobado previamente por el Delegado Residente.

Todo el equipo debe conservarse limpio y libre de costras de concreto o de mortero endurecido, lavándolo cuidadosamente con chorro de agua después de cada operación, o con más frecuencia si fuere necesario.

(a) Equipo de Colocación. Este equipo, consistente en bombas y tuberías, baldes o cumbos, cucharones, tolvas, ductos de descarga, vagonetas, carretillas, canaletas, bandas transportadoras, tremies, etc., debe permitir que el concreto sea colocado sin segregación y pérdida de agua.

(1) Tanto los baldes o cumbos, movidos normalmente con grúas, como las tolvas y cucharones deben ser del tipo de descarga inferior, de sección circular y terminados en un cono a 60° para permitir la descarga adecuada del concreto. Los ductos de descarga deben ser también de sección circular con pendiente de uno (1) vertical a dos (2) horizontal, en secciones de 600 mm a 1 m de largo. Para caídas largas se podrá combinar varios ductos de descarga.

(2) Las canaletas deben ser de metal o con revestimiento metálico, de sección circular y se les debe utilizar solamente para distancias cortas, preferiblemente de menos de 6 metros. Cuando se requiera distancias mayores, éstas deben cubrirse para minimizar la pérdida de asentamiento y su pendiente debe ser tal que permita que el concreto del asentamiento requerido fluya con la rapidez suficiente para mantener la canaleta limpia, pero no con tanta que produzca segregación. Para mezclas secas se podrá usar pendientes superiores, de uno (1) vertical a dos (2) horizontal. La longitud de la canaleta debe ser tal que la caída libre del concreto al final de la misma no sea mayor de 500 mm.

(3) En tiempo caluroso, las bandas transportadoras deben ser protegidas adecuadamente para prevenir la evaporación de agua. La segregación en los puntos de descarga debe evitarse efectuándola a través de tolvas o tubos de descarga adecuados.

(4) Las vagonetas manuales y las carretillas de mano, preferiblemente provistas con ruedas de neumáticos, se deben usar para volúmenes pequeños de concreto y distancias cortas. Las vagonetas autopropulsadas se pueden utilizar convenientemente para distancias hasta de 300 m como máximo.

(5) Las bombas, ya sean de pistón, rotatorias o neumáticas y las plumas para sostén y guía de mangueras y tuberías deben ser previamente aprobadas por el Delegado

Residente. Las tuberías, mangueras y accesorios deben tener un diámetro interno mínimo de 100 mm (4 pulgadas).

(6) Los tremies utilizados para la descarga de concreto bajo el agua, son tubos que tienen su extremo superior en forma de embudo. Usualmente, el diámetro de los tremies es igual a 8 veces el tamaño máximo del agregado empleado, pero no debe ser en ningún caso, inferior a los 250 mm (10 pulgadas). El extremo inferior del tremie debe estar provisto de una válvula o dispositivo de cierre, para sellar temporalmente la boca de descarga cuando el tremie se cargue y se baje a su posición final. El largo de los tremies es variable; si se construyen por secciones, éstas deben tener empalmes de reborde, sellados con empaques a prueba de agua.

(b) Equipo de consolidación o compactación. Los vibradores internos -de inmersión, de superficie o de formaleta- deben ser del tipo y la capacidad adecuados para la compactación del concreto. En lugares estrechos donde no se pueda usar el vibrador, el vibrado puede ser complementado con apisonado manual. En secciones angostas y muy reforzadas, se puede usar vibradores de formaleta, siempre que el Delegado Residente lo autorice.

(c) Equipo para alisado y acabado. Puede consistir en terminadores autopropulsados para losas de puentes, con maestras o plantillas oscilantes para el enrasado transversal entre las guías de borde o en rodillos, planchas o mangas terminadoras. Se puede asimismo, emplear equipos portátiles montados en puentes livianos o sobre ruedas tales como: esparcidores, enrasadoras, alisadoras, terminadoras o texturizadoras, del tipo apropiado para que los acabados cumplan con los requisitos y tolerancias previstas en 553.17. También incluirá el equipo y los utensilios manuales que sea necesario para el acabado de losas y otros elementos constructivos.

(d) Equipo para ranurado o texturizado de losas de puentes. Debe ser de un diseño aprobado y capaz de producir el tipo de ranurado o la textura superficial indicada en los planos o en las Disposiciones Especiales. Ver 553.17 (f).

553.05 PREPARACION DE LA CIMENTACION. Tanto la excavación necesaria para las cimentaciones de estructuras de concreto como su preparación para la cimentación, incluyendo su limpieza, el apuntalamiento cuando sea necesario y el relleno, debe hacerse conforme se estipula en las secciones 205 y 206.

Las cotas de la parte inferior de las cimentaciones, tal como se indique en los planos, se deben considerar como aproximadas y el Delegado Residente puede ordenar por escrito, los cambios en las medidas y/o en las cotas que juzgue necesarios para asegurar una cimentación satisfactoria.

Cuando en opinión del Delegado Residente, la excavación deba llevarse hasta una profundidad mayor que la indicada en los planos, para obtener una cimentación satisfactoria, se deben revisar los planos de los estribos, muros de contención o pilas de acuerdo con alguno de los métodos siguientes:

(a) Cuando el cambio de cotas sea muy pequeño, la parte superior de la cimentación se debe mantener al nivel que indiquen los planos originales y el espesor del concreto se aumentará hasta obtener una cimentación satisfactoria. Cuando se siga este método, en el caso de estribos, muros de contención o pilas, las barras de refuerzo se deben colocar tal como se muestre en los planos originales. No se debe hacer cambio alguno en la posición de las barras con respecto a la parte superior de la cimentación, a menos que el Delegado Residente, por escrito, lo ordene en otra forma.

(b) Cuando se necesite un cambio mayor en las cotas, se deben revisar los planos y bajar el nivel de las cimentaciones, aumentando por consiguiente, la altura del vástago hasta

obtener una cimentación satisfactoria. El espesor y el ancho de la cimentación se aumentarán, generalmente, por encima de lo indicado en los planos originales. Si se sigue este método, en el caso de estribos, muros de contención o pilas, los distintos tamaños, dimensiones y localización de las barras serán los que se indiquen en los planos revisados.

En cualquier caso, el Delegado Residente deberá determinar cuál de los métodos anteriores se debe emplear.

Cualquier variación en los renglones de trabajo originalmente contratada, derivado de cambios en las cotas y/o dimensiones de las cimentaciones mostradas en los planos originales, debe ser resuelta de conformidad con lo indicado en la Sección 110.

553.06 FORMALETEADO Y OBRA FALSA. Debe cumplir con lo establecido en la sección 556.

553.07 MANEJO Y COLOCACION DEL CONCRETO.

(a) Requisitos Generales. Todo el concreto debe ser fundido o colado en horas de luz diurna, y su colocación en cualquier parte de la obra, no debe ser iniciada cuando el Delegado Residente considere que no se puede completar en dichas condiciones, a menos que se disponga de un sistema adecuado de iluminación. No se debe colocar concreto antes de que la profundidad y la condición de las cimentaciones (Ver 553.05), la suficiencia del formaleteado y la obra falsa (Sección 556), la colocación del acero de refuerzo (Sección 552) y las tuberías o conductos que deban quedar dentro del concreto y su colocación (Sección 602), haya sido debidamente aprobada por el Delegado Residente.

No se permitirá el empleo de tubería o conductos de aluminio a menos que se les pinte o recubra adecuadamente, para prevenir la reacción concreto-aluminio o la acción electrolítica entre el aluminio y el acero.

Previamente la colocación del concreto, tanto el interior de las formaletas como el acero de refuerzo y los demás elementos que deban quedar dentro de éste, deben estar perfectamente limpios; el aserrín, viruta y otras basuras o materias extrañas deben ser removidas antes de la fundición.

Los elementos de arriostamiento y/o espaciadores utilizados temporalmente para conservar la forma y la alineación de las formaletas, deben ser removidos cuando el concreto que se esté colocando alcance la altura de los mismos y no deben quedar dentro del concreto.

Las formaletas de madera, las superficies de cimentación, la subrasante y cualesquiera otras superficies que absorban humedad se deben mojar antes de colocar el concreto.

Para el transporte y manejo del concreto -desde su descarga de la mezcladora estacionaria "in situ" o mezcladoras o agitadoras de camión u otro medio de transporte que lo llevó a la obra, hasta la colocación del mismo en su sitio final - debe emplearse solamente aquellos métodos y equipo que produzcan un mínimo de segregación, separación o pérdida de materiales y de evaporación del agua de la mezcla y que aseguren el suministro de un concreto uniforme y confiable, bajo todas las condiciones y procedimientos de colocación. Ver 551.15.

Siempre que sea posible, el concreto debe ser descargado verticalmente dentro de las formaletas, para reducir al mínimo la segregación. Cuando la caída exceda de 1.5 metros, el concreto debe depositarse por medios apropiados (tolvas, ductos, baldes, tuberías, cucharones, etc.) aprobados por el Delegado Residente.

Cuando así sea estipulado en las Disposiciones Especiales o cuando el Delegado Residente lo autorice, se pueden utilizar bombas, plumas, tuberías o mangueras adecuadas. Ver 553.04 (a).

El equipo debe colocarse en tal forma que las vibraciones producidas por su operación no dañen el concreto fresco recién colocado.

Cuando se haya completado el bombeo, el concreto que permanezca en las tuberías, si ha de ser utilizado, debe ser evacuado en tal forma que no haya segregación ni contaminación del mismo.

El empleo de canaletas se debe reducir a los casos de distancias y caídas cortas indicados en 553.04 (a)(2).

El concreto debe ser colocado y consolidado de tal manera que se evite la segregación de los agregados y el desplazamiento del acero de refuerzo.

El concreto debe colocarse lo más cercano a su posición final que sea posible; no se debe depositar un gran volumen en un punto determinado para luego extenderlo o manipularlo a lo largo de las formaletas, manualmente o con vibradores.

Si la uniformidad o calidad del concreto fresco cuando llegue a su posición final es insatisfactoria, se debe interrumpir, suspender o ajustar el método usado para la colocación hasta que se compruebe que el concreto cumple con los requisitos de uniformidad de la sección 551.

El concreto debe depositarse en seco y no debe exponerse a la acción del agua, antes de su fraguado final, excepto como se dispone más adelante para el concreto depositado bajo el agua.

Toda fundición o colado debe completarse en una operación continua, sin interrupciones mayores de 45 minutos entre la colocación de porciones contiguas de concreto; cada capa debe ser colocada y consolidada antes de que la precedente haya alcanzado su fraguado inicial, para evitar la formación de una junta de construcción no prevista.

La colocación del concreto se debe regular de manera de que la presión causada por el concreto húmedo no exceda la usada en el diseño de las formaletas.

El concreto se debe colocar en capas horizontales continuas, cuyo espesor no exceda de 300 mm, con excepción de lo establecido en 553.07 (d). Cuando por razones de emergencia sea necesario colocar menos de una capa horizontal completa en una sola operación, dicha capa debe terminar en una sección vertical.

Las juntas especificadas o que sea necesario hacer -tanto de construcción como de contracción, expansión o separación- se deben localizar en los lugares indicados en los planos y conformarse, rellenarse y sellarse según el caso, de acuerdo con lo indicado en 553.10.

Durante e inmediatamente después de la colocación del concreto en las formaletas, éste debe ser consolidado o compactado, preferiblemente con vibradores mecánicos del tipo de inmersión.

La consolidación o compactación por medios manuales será permitida únicamente donde no sea factible usar vibradores. En fundiciones delgadas o angostas, el concreto debe ser consolidado o compactado, preferiblemente con vibradores mecánicos del tipo de inmersión. En las fundiciones delgadas o angostas cuyas formaletas hayan sido especialmente diseñadas para resistir la vibración, se pueden usar vibradores externos de formaleta. Para vibrar secciones

delgadas y fuertemente reforzadas, el Contratista debe emplear cabezas de un tamaño que permita la vibración apropiada del concreto, sin dañar o mover el acero de refuerzo, las formaletas o el concreto adyacente ya endurecido. Para vibrar concreto masivo pueden emplearse cabezas de tamaño mayor o vibradores de superficie; las losas y las aceras de concreto simple o con ligero refuerzo, pueden consolidarse con vibradores de superficie tipo regla vibratoria.

La vibración debe tener una frecuencia no menor de 5,000 impulsos por minuto y ser de la intensidad y duración suficientes para producir la plasticidad y la consolidación adecuada del concreto, pero no debe extremarse hasta causar la segregación de los materiales por sobrevibración.

Preferentemente los vibradores deben llenar los requisitos señalados en Tabla 553-1.

TABLA 553-1 REQUISITOS DE LOS VIBRADORES DE INMERSION

Diámetro Cabezal (mm)	Frecuencia (vibraciones/minuto)	Radio de acción (mm)	Usos
19-38	10,000 a 15,000	75 a 125	Concreto plástico y fluido en componentes delgados y en lugares confinados ⁽¹⁾
32-64	9,000 a 13,500	125 a 255	Concreto plástico 100-150 mm de asentamiento en muros, columnas, vigas y losas delgadas ⁽¹⁾
50-89	8,000 a 12,000	180 a 485	Concreto de menos de 80 mm de asentamiento usado en muros, vigas, columnas, pilas, losas gruesas.

⁽¹⁾ Pueden ser usados para complementar el uso de vibradores más grandes en áreas confinadas o muy reforzadas.

Para lograr la compactación de una capa antes de que se deposite la siguiente, sin demorar la descarga, se deben usar vibradores en número suficiente, para consolidar el concreto que se esté recibiendo, dentro de los 15 minutos después de haber sido colocado en las formaletas. Para evitar demoras en el caso de averías, se deberá disponer de un vibrador auxiliar en el sitio de la obra o cerca de él para fundiciones individuales de hasta 50 metros cúbicos y de dos vibradores auxiliares para fundiciones individuales mayores de 50 metros cúbicos.

La vibración se debe aplicar en el punto de descarga y donde haya concreto depositado poco antes. Los vibradores no deben empujarse rápidamente sino que se les permitirá que se abran camino dentro de la masa de concreto por sí mismos; su retiro se hará lentamente para evitar la formación de cavidades.

Los vibradores deben insertarse verticalmente atravesando la capa que se está consolidando y penetrando algunos centímetros dentro de la capa colocada anteriormente (la que deberá estar aún en estado plástico) a intervalos sistemáticos de tal manera que se logre una compactación adecuada. Los puntos de aplicación deben espaciarse uniformemente, a distancias no mayores que el doble del radio de vibración efectiva de los vibradores indicado en la tabla 553-1.

La vibración debe ser tal que el concreto fluya alrededor del refuerzo y de los elementos que deban quedar embebidos en el concreto, llegando hasta las esquinas de las formaletas.

La vibración no debe ser aplicada directamente sobre el refuerzo, ni forzarse a secciones o capas de concreto que hayan endurecido a tal grado que el concreto no pueda volverse plástico por su vibración; tampoco debe usarse como medio para transportar el concreto a lo largo de las formaletas ni para desplazar el mismo a distancias tales que causen su segregación.

Después de que el concreto haya alcanzado su fraguado inicial, no se debe mover, sacudir o vibrar las formaletas ni provocar esfuerzos o vibraciones en los extremos de las barras de refuerzo que sobresalgan fuera de la fundición, o en el refuerzo contiguo a las zonas recién fundidas, con el fin de obtener un concreto debidamente compactado, carente de cavidades, burbujas y similares. En las esquinas y puntos muy reforzados o en secciones muy angostas donde sea difícil obtener una vibración adecuada, la vibración debe ser complementada por la compactación manual que sea necesaria.

En todos aquellos casos en que sea difícil colocar el concreto junto a las formaletas, debido a las obstrucciones producidas por el acero de refuerzo o por cualquier otra condición, debe procurarse el contacto apropiado entre el concreto y las caras interiores de las formaletas, vibrando éstas últimas. Las vibraciones se producen golpeando las superficies exteriores de las formaletas con mazos de madera o usando vibradores de formaleta apropiados, cuando lo autorice el Delegado Residente.

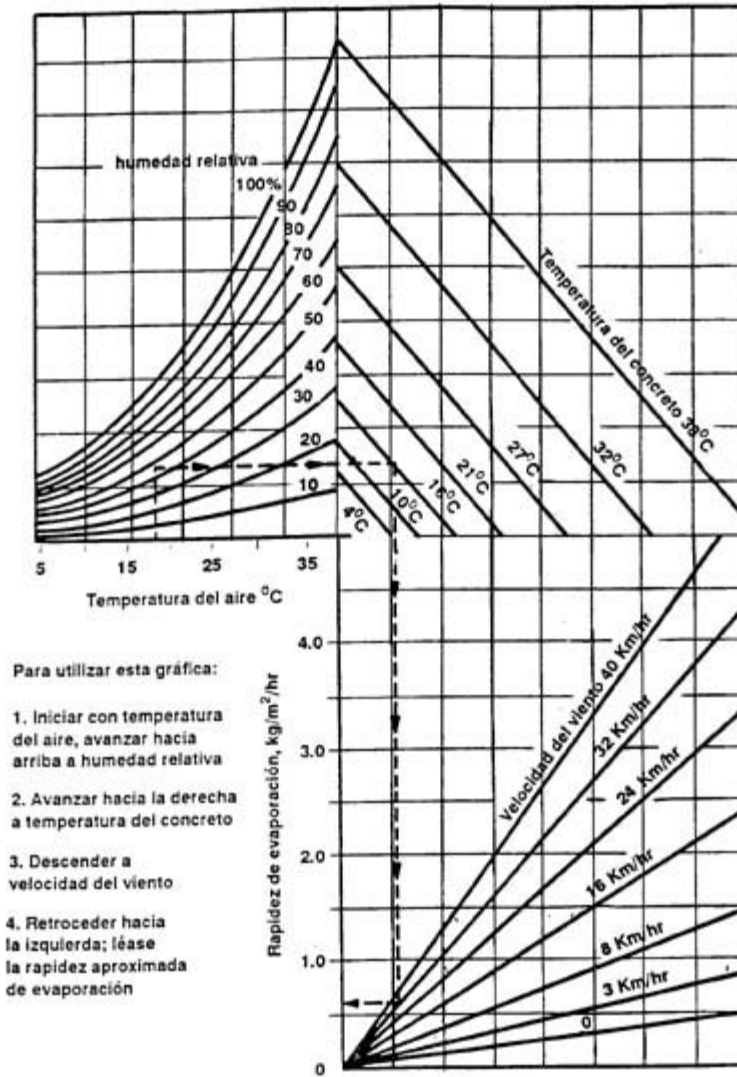
(b) Limitaciones para fundiciones en clima cálido o frío. En climas cálidos, la fundición o vaciado del concreto puede ser limitada por la temperatura del concreto en el momento de la colocación del mismo. El Contratista debe despachar el concreto a la temperatura más baja posible, sin que ésta exceda los 26°C para concreto que se colocará en superestructuras ni los 32°C para otros elementos (cimientos, pilas, estribos, muros de contención, etc.). Al efecto, el Contratista debe tomar medidas apropiadas como: colocar agregados y otros componentes en la sombra, enfriar los agregados mediante rociado, colocar en sombra o enfriar el equipo de producción y colocación, enfriar superficies que estarán en contacto con la mezcla; brines mojados, rociado con agua finamente pulverizada o nebulización de agua u otros métodos aprobados y enfriar el agua de mezcla por refrigeración o utilizando hielo picado, siempre que el mismo se derrita completamente al terminar el mezclado del concreto.

Cuando la temperatura ambiente, la del concreto, la humedad relativa del aire y/o el viento sean tales que se produzca una evaporación del agua de la superficie del concreto de 0.5 kg/m² o mayor, de acuerdo a la figura 553-1, el Contratista debe tomar las medidas adecuadas para disminuir la evaporación en lo posible o minimizar sus efectos. Tales medidas pueden incluir la colocación de pantallas rompeviento, sombras para el sol, colocación del concreto por la noche o en horas de la madrugada o del atardecer, rociando con agua finamente pulverizada y aplicación pronta de aditivos formadores de membranas de curado. También se debe reducir la temperatura del concreto como se indicó anteriormente.

En lugares de clima frío, la temperatura mínima del concreto despachado a la obra debe ser de 16°C cuando vaya a ser colocado en formaletas o encofrados de poco espesor o en losas o placas, y a una temperatura mínima de 10°C cuando vaya a ser colocado en formaletas o encofrados de gran sección transversal o en fundiciones masivas. La temperatura máxima de concretos producidos con agregados calentados previamente con agua caliente o con ambos, no debe exceder de los 32°C.

(c) Protección del concreto contra la lluvia. El Contratista debe tomar las precauciones y medidas necesarias para proteger el concreto fresco recién colocado, contra la acción de la lluvia súbita o inesperada, mediante el uso de cubiertas protectoras aprobadas por el Delegado Residente y debe suspender las operaciones de colocación cuando empieza a llover.

Si la lluvia cesare antes de que haya fraguado el concreto, se debe restablecer la textura o acabado superficial dañado por las cubiertas protectoras y aplicar un compuesto de curado adicional al área reparada.



Para utilizar esta gráfica:

1. Iniciar con temperatura del aire, avanzar hacia arriba a humedad relativa
2. Avanzar hacia la derecha a temperatura del concreto
3. Descender a velocidad del viento
4. Retroceder hacia la izquierda; léase la rapidez aproximada de evaporación

Efecto de la temperatura del concreto y el aire, la humedad relativa y la velocidad del viento sobre la rapidez de evaporación de la humedad de la superficie del concreto. Esta gráfica proporciona un método gráfico para calcular la pérdida de la humedad superficial bajo diversas condiciones atmosféricas. Para utilizar la gráfica, siganse los cuatro pasos arriba descritos. Si la rapidez de la evaporación se aproxima a 1.0 kg/m²/hr, es necesario tomar precauciones en contra del agrietamiento por contracción plástica.

FIGURA 553-1 Efecto de la Temperatura del Concreto y el Aire, la Humedad Relativa y la Velocidad del Viento sobre la Rapidez de Evaporación de la Humedad de la Superficie del Concreto

Si el concreto se hubiere endurecido, se debe dejar sin molestarlo hasta después del período de curado. Luego se debe restablecer o reparar el acabado superficial en la forma que ordene el Delegado Residente; no obstante, éste podrá ordenar la remoción y reposición de cualquier porción de concreto que considere que ha sido dañada por la lluvia.

(d) Protección del concreto contra suelos o aguas agresivas. El concreto no debe exponerse, durante su colocación o después de la misma, a la acción de aguas o suelos que contengan sales alcalinas, hasta pasado un período de por lo menos 3 días, o de agua salada por un período de por lo menos 7 días. Durante este período, el concreto se debe proteger bombeando el agua perjudicial fuera de las formaletas y ataguías. Estas disposiciones no se aplicarán al concreto depositado bajo el agua.

553.08 SECUENCIA DE COLOCACION DEL CONCRETO. Para cada parte o elemento integral de una estructura, el concreto debe ser monolítico, excepto cuando en los planos se indiquen juntas de construcción y debe fundirse o colarse en forma continua hasta completar el elemento de que se trate sin interrupciones en la colocación y en la consolidación del concreto. Cuando se trate de la construcción de puentes, tanto el método a emplear como el orden de colocación del concreto para los diversos elementos deben ser indicados claramente en los planos y/o en las Disposiciones Especiales y complementados con los que se especifican a continuación para cada tipo particular de construcción de que se trate.

(a) Alcantarillas y Bóvedas. En general, la losa o cimentación de base para una alcantarilla rectangular debe ser fundida 24 horas antes de construir el resto de su estructura. En este caso, se deben tomar las medidas adecuadas para la unión de las paredes laterales con la base de la alcantarilla, de preferencia por medio de llaves o anclajes longitudinales previstos para evitar, hasta donde sea posible, la filtración del agua a través de la junta de construcción.

Antes de que el concreto sea colocado en las paredes laterales, la cimentación de las alcantarillas o bóvedas deberá ser limpiada totalmente de aserrín, virutas, basura u otros materiales extraños y su superficie cuidadosamente picada y texturizada, de acuerdo con el método para formar juntas de construcción estipulado en estas Especificaciones.

En la construcción de una alcantarilla rectangular, cuya altura sea de 1.50 m ó menos, las paredes laterales y la losa superior pueden ser coladas o fundidas en una sola operación continua. Cuando la altura de las paredes laterales esté entre 1.50 m a 5 m, debe dejarse asentar y endurecer el concreto de las mismas por lo menos 30 minutos antes de fundir la losa superior. Para paredes laterales mayores de 5 m de altura, el concreto de las paredes laterales debe dejarse asentar y endurecer por lo menos 12 horas antes de fundir la losa superior. Las juntas de construcción necesarias deben ser verticales y en ángulo recto con respecto al eje de la alcantarilla, y su espaciamiento debe ser el especificado en los planos.

Siempre que sea posible, cada una de las alas se debe construir monolíticamente. Cuando no se pueda evitar juntas de construcción, éstas deben ser horizontales y localizadas en tal forma que ninguna de ellas sea visible en la cara expuesta del ala, por arriba de la superficie del terreno.

(b) Columnas. El concreto para columnas debe colocarse en una operación continua, a menos que en los planos y/o en las Disposiciones Especiales se indique de otra forma. Se debe esperar a que el concreto asiente y endurezca por lo menos 24 horas antes de colocar los cabezales o apoyar sobre ellas las vigas o losas. Tampoco se debe colocar el concreto de la superestructura antes de que las formaletas de las columnas hayan sido removidas, ni antes de que el concreto de la subestructura haya alcanzado la resistencia requerida. Ver 551.12 (d).

(c) Pilas o estribos con cabezales de concreto. En el caso de pilas o estribos con cabezales de concreto, las vigas de acero o de concreto prefabricado no deben ser colocadas sobre los cabezales antes de que éstos tengan, cuando menos 3 días y la masa de la superestructura no debe descansar sobre los cabezales hasta que el concreto de los mismos haya alcanzado, como mínimo, el 80% de la resistencia requerida a los 28 días. Ver 551.12 (d).

(d) Vigas principales y vigas de losas o tableros de puentes. El concreto para las vigas principales debe ser colocado en una sola operación, depositándolo uniformemente, en capas horizontales a todo el largo de la viga. En el caso de vigas simplemente apoyadas, el concreto deberá ser depositado, de preferencia, al centro de la luz y de allí se distribuirá hacia los extremos. Para vigas continuas, cuando así se requiera por razones de diseño, la secuencia de colocación del concreto debe ser la indicada en los planos y/o en las Disposiciones Especiales.

Para vigas acarteladas con ménsulas de menos de 1 metro de alto, el concreto debe ser colocado al mismo tiempo que el vástago o nervio de la viga, debiendo cortarse las columnas, o los cabezales de las pilas o estribos a manera de que formen los apoyos de las cartelas. Cuando las cartelas o ménsulas tengan una profundidad mayor de 1 metro, los cabezales, las ménsulas y las vigas se pueden fundir en tres operaciones sucesivas, fundiendo primero el cabezal hasta la parte inferior de la ménsula, luego la ménsula hasta la parte inferior del nervio o vástago de la viga y luego el resto de la viga.

Para vigas acarteladas continuas con ménsulas, el concreto debe ser colocado en el nervio de la viga (incluyendo la ménsula), hasta su parte superior. Cuando el volumen de fundición sea tal que no sea posible una operación continua, las juntas verticales de construcción deben quedar localizadas preferentemente dentro de las áreas de inflexión.

El concreto de vigas "T" o vigas de losas o tableros de puentes, debe colocarse en una operación continua, conjuntamente con la losa. Sin embargo, las vigas "T" con luces mayores de 10 metros y/o peralte mayor de 1.2 metros, pueden ser fundidas en dos operaciones. La primera, la fundición de los nervios y la segunda (5 días después) la fundición de la losa y asegurando la unión de nervio y losa por medios mecánicos como llaves de corte; y por desbaste de la superficie superior del nervio o por anclajes especiales adecuados. Un tipo de unión se puede ejecutar embutiendo tacos de madera aceitados de 50x100 mm (2x4 pulgadas), con un largo de 100 mm menor que el ancho del nervio, colocados horizontalmente y perpendiculares a la línea central de los nervios. A fin de lograr su fácil remoción, los tacos deben ser aceitados y sus lados y extremos biselados 6 mm (1/4 de pulgada). Los tacos deben ser colocados con el espaciamiento requerido, pero nunca a más de 300 mm y deben ser removidos tan pronto como el concreto haya alcanzado el endurecimiento necesario para que los agujeros mantengan su forma.

En vigas de cajón, el concreto puede ser colocado en dos o tres operaciones separadas. En todo caso, se debe fundir primero la losa del fondo, debiendo asegurarse su unión mecánica con las vigas laterales. Si éstas se funden independientemente de la losa superior, también debe asegurarse la unión mecánica con dicha losa. Las uniones pueden ser hechas en la forma indicada para vigas "T", excepto que no se requiere que los tacos sean embutidos a una profundidad mayor que la de la cama superior del refuerzo en la losa del fondo de la viga. La losa superior debe fundirse después de por lo menos 5 días de haber fundido las vigas laterales.

(e) Losas de puentes. Antes de colocar el concreto para las losas o tableros se debe tener disponibles reglas de enrazar o escantillón manual o enrasadoras mecánicas y las herramientas de acabado aprobadas por el Delegado Residente, para nivelar y dar el acabado a la superficie de la losa, tal como se muestra en los planos.

El concreto, tanto para las losas de puentes como para las vigas secundarias que las unen a las vigas principales de una superestructura y los rebordes o aceras contiguas, se debe

colocar en una sola operación, a menos que en los planos y/o en las Disposiciones Especiales se especifique otra forma. Cuando la colocación del concreto no se vaya a ejecutar en una sola operación, se deben proveer los anclajes especiales para corte que sean necesarios, para asegurar la unión monolítica entre la viga principal y la losa.

El concreto debe colocarse preferentemente en franjas del espesor total de la losa o como se indique en los planos. El ancho de las franjas debe ser tal que el concreto de una de ellas no alcance su fraguado inicial antes de que se efectúe la fundición de la siguiente. Al efectuar el trabajo, el concreto puede ser transportado sobre las losas ya fundidas, en carretillas o vagonetas, siempre que se usen tabloncillos para distribuir la carga sobre las vigas.

(f) Losas de concreto en puentes de acero. Cuando se deba colocar losas de concreto en puentes de acero, antes de la colocación se debe retirar los puntales colocados bajo el puente, para que la estructura descansa libremente sobre los apoyos. Las vigas secundarias o largueros portantes, se deben arriostrar transversalmente, en forma temporal y a intervalos convenientes a todo su largo. El arriostramiento debe ser continuo bajo la losa de concreto y en el ancho total del puente. El concreto debe ser colocado simétricamente a ambos lados de la línea media del tramo, del centro hacia los extremos o viceversa.

(g) Colocación de sobrecapas o recapeo de concreto de losas. Cuando los planos o las Disposiciones Especiales así lo indiquen, se pueden construir sobrecapas o recapeos de concreto sobre losas de puentes. En estos casos, la losa que deba recibir la sobrecapa o el recapeo debe tener una edad de 14 días como mínimo y el concreto de la misma debe haber alcanzado la resistencia especificada.

Antes de fundir el concreto de la sobrecapa, la superficie de la losa debe ser limpiada con chorro de arena o de agua a alta presión, para remover toda la lechada y la suciedad y obtener una superficie limpia y áspera, adecuada para la colocación del concreto de la sobrecapa. Las caras y bordes de sobrecapas fundidas previamente se deben, asimismo, limpiar con chorro de arena o agua a alta presión o picarse para promover su adherencia.

Antes de la colocación de la sobrecapa, el Delegado Residente debe efectuar una inspección de la losa o tablero del puente, que incluya la medida de secciones y espesores y la comprobación del tipo y distribución del acero de refuerzo.

Cuando en los planos se requiera la construcción de juntas por aserrado en losas de puentes, el corte debe hacerse dentro de las 24 horas de edad del concreto y en conformidad con los detalles mostrados en los planos. En ningún caso se debe colocar una junta aserrada a menos de 3 metros de distancia de otra junta transversal.

(h) Barandales de Puentes. El concreto para los barandales de puentes se debe colocar después de que se hayan removido los puntales y demás obra falsa y formaletas en toda la luz. En la construcción de soleras y cabezales o coronamientos fundidos en el lugar, se deben tomar precauciones para la colocación, alineamiento y remoción del formaleteado, y se debe tener cuidado especial para no dañar o manchar durante el proceso de fundición y acabado del concreto, los postes prefabricados u otros componentes prefabricados utilizados.

(i) Arcos. El concreto para nervaduras de arcos debe ser colocado a manera de que las cargas se distribuyan uniforme y simétricamente, desde el punto central. Las nervaduras pueden ser fundidas en una sola operación o por secciones o tramos transversales, de un tamaño tal que los mismos puedan ser fundidos en una operación continua, en el orden y secuencia indicados en los planos y cuidando de que no se produzcan tensiones en el refuerzo.

Las uniones entre tramos se deben asegurar por medio de llaves conectoras o pasadores de diseño adecuado.

553.09 CONCRETO DEPOSITADO BAJO EL AGUA. El concreto no debe ser depositado bajo el agua, a menos que así se haya especificado en los planos o que lo autorice el Delegado Residente. El trabajo se debe realizar bajo la supervisión directa del Delegado Residente y de acuerdo con las recomendaciones indicadas a continuación.

Siempre que sea posible, las excavaciones para cimentaciones se deben secar por medio de bombas y el concreto se debe colocar en seco al aire libre. Cuando se encuentre condiciones que hagan impracticable el secado del agua de la cimentación, el Delegado Residente, antes de que se inicie la colocación de un concreto, puede autorizar por escrito, la construcción de un sello de concreto de las dimensiones necesarias. La cimentación se debe secar por bombeo, como se indicó anteriormente, y el resto del concreto se debe colocar en seco. Cuando se empleen encofrados con lastre y éste haya sido utilizado para vencer parcialmente la presión hidrostática sobre la parte inferior del sello de la cimentación, se debe disponer de un anclaje especial basado en espigas o llaves, para transferir la masa total del encofrado al sello de la cimentación.

El bombeo para desecar una ataguía o para un encofrado sellado, no debe ser iniciado hasta que el sello haya fraguado lo suficiente para resistir la presión hidrostática. En ningún caso se debe efectuar antes de 72 horas.

Cuando el concreto deba ser depositado bajo el agua, éste debe ser de clase 21 (3,000) como mínimo, con un 10% en exceso del cemento requerido por el diseño de la mezcla. El asentamiento o revenimiento del concreto se debe mantener entre 100 y 200 mm. Dicho concreto debe colocarse cuidadosamente en su lugar, en una masa compacta por medio de tremies o de un cucharón de descarga por el fondo, con una capacidad no menor de un metro cúbico (1 m³) o por bombeo. Todo el concreto bajo el agua debe depositarse en una fundición continua.

No se debe colocar concreto alguno dentro de corrientes de agua, y todas las formaletas diseñadas para retener el concreto bajo el agua deben ser impermeables. Se debe poner especial cuidado en evitar la segregación y la consistencia debe regularse cuidadosamente. El concreto debe colocarse en tal forma que se logren superficies aproximadamente horizontales y de que cada capa sea depositada antes de que la precedente haya alcanzado su fraguado inicial, a fin de asegurar la unión adecuada entre ambas.

Cuando se utilicen tremies, deben cumplir con los requisitos estipulados en la 553.04 (a) (6). Los tremies se pueden colocar espaciados a intervalos de 3 a 5 metros o ser movidos por grúa. Normalmente, el área útil a cubrir en cada posición no debe exceder de los 20 metros. Los tremies deben ser soportados en tal forma que puedan ser bajados rápidamente para detener o retardar el flujo de concreto. El extremo de descarga debe estar cerrado al inicio de la fundición y el tubo debe mantenerse todo el tiempo lleno de concreto, para evitar que el agua penetre en el mismo; el extremo inferior debe mantenerse continuamente sumergido en concreto fresco, para evitar que el concreto caiga a través del agua, lo que causaría lavado y disgregación.

El levantado y movimiento del tremie no se debe iniciar antes de que el extremo de descarga se haya formado un sello de concreto fresco de un espesor suficiente. El levantado del tubo, conforme se vaya colocando el concreto, se debe hacer lentamente para asegurar que no se rompa dicho sello.

Cuando el concreto sea colocado por medio de una tolva o cucharón de descarga por el fondo, la tolva o cucharón se debe bajar gradualmente y con cuidado hasta que descansa sobre el concreto ya colocado y durante el recorrido de descarga se debe levantar muy lentamente. El objeto de esta operación es el mantener, en lo posible, el agua tranquila en el sitio de descarga y evitar que la mezcla se agite.

El concreto bajo el agua puede también ser colocado por bombeo. En este caso, antes de bajar la tubería dentro del agua, el extremo de descarga debe ser cerrado o tapado como se indicó para los tremies. Al igual que para éstos, el extremo de descarga de la tubería debe mantenerse dentro del concreto fresco y ser levantado lentamente a medida que vaya colocando el concreto. La onda de presión provocada por el bombeo proveerá cierta consolidación y no debe aplicarse otro tipo de consolidación. Las precauciones y el cuidado indicados para la colocación de concreto con tremies son también aplicables al concreto colocado por bombeo.

Sea cual fuere el método empleado, la colocación del concreto debe iniciarse en los puntos más bajos del área a fundir y las superficies donde será colocado debe limpiarse de lodo, plantas acuáticas, u otros materiales que puedan evitar la adherencia o ser perjudiciales al concreto. El concreto debe ser depositado en forma continua hasta alcanzar el nivel requerido y la superficie del concreto debe mantenerse lo mejor nivelada que sea posible. No se debe intentar moverla o consolidarla por otros medios, para no perturbar el concreto ya colocado.

Al completar una fundición o terminar una jornada de trabajo, se debe remover la lechada y demás materiales extraños acumulados en la superficie, ya sea por raspado, picado o por otros medios que no le causen daño alguno.

El bombeo para secar una ataguía o encofrado sellado, no debe ser iniciado hasta que el sello haya fraguado lo suficiente para resistir la presión hidrostática y en ningún caso se debe hacer antes de 72 horas.

553.10 JUNTAS. Las juntas, cualquiera que sea su tipo y función, deben ser localizadas y construidas en los lugares previstos en los planos y/o en las Disposiciones Especiales, o autorizados expresamente por el Delegado Residente. Las juntas no indicadas y las de construcción no previstas deben ser localizadas en lugares en los cuales su efecto sobre la resistencia de la estructura sea el mínimo posible.

Los tipos de junta y sus localizaciones, así como su relleno o sellado, deben ser previamente aprobados por el Delegado Residente y cumplir con los requisitos indicados en esta sección.

(a) **Juntas de Construcción.** Son las uniones no monolíticas entre dos fundiciones o coladas sucesivas de concreto, formadas al suspender la fundición precedente del concreto hasta que éste alcance su fraguado inicial. El método y la forma de colocación del concreto se deben regular de tal manera que se evite en lo posible la formación de juntas de construcción en lugares no previstos en los planos. En todo caso, cuando por suspensiones temporales de la fundición que causen el fraguado inicial del concreto, haya que dejar juntas de construcción, se debe procurar que éstas queden localizadas perpendicularmente a las líneas principales de esfuerzo y en zonas de bajo esfuerzo cortante. El tiempo límite de suspensión temporal debe ser fijado por el Delegado Residente, en función de las condiciones ambientales de la obra y/o del uso de aditivos retardantes en el concreto recién colocado.

Antes de proseguir la fundición, la cara del concreto recién colocado se debe limpiar de lechada, agregado suelto y suciedad, dejando los agregados al descubierto. Luego se le debe saturar de agua, conservándose así hasta colar el nuevo concreto. Inmediatamente antes de esta colocación, la superficie antigua debe recubrirse con una capa delgada de mortero de cemento o lechada de cemento antes de colocar contra ella una nueva fundición del concreto. Preferiblemente, la unión del concreto fresco con el concreto endurecido debe asegurarse, cuando así se haya establecido en las Disposiciones Especiales y en las áreas indicadas en los planos, utilizando un adhesivo basado en resina epoxica u otro aprobado por el Delegado Residente, aplicado al concreto endurecido antes de colocar concreto fresco contra el mismo. En general, este procedimiento será aplicable a secciones de vigas de cajón prefabricadas, postensadas o no. No se debe aplicar a juntas horizontales entre vigas y losas ni a juntas verticales en losas. Antes de la aplicación de la resina epóxica y de acuerdo con las

instrucciones del fabricante, la superficie de concreto debe ser limpiada de lechada, suciedad y demás materias extrañas, por cepillado o chorro de arena a presión. Cualquier residuo de aceite o grasa debe ser eliminado por raspado o por lavado con un solvente adecuado. Las superficies deben estar totalmente limpias y secas antes de aplicar la resina epóxica.

En los casos que se requiera asegurar la unión mecánica entre capas sucesivas y adyacentes de concreto, se debe mantener la continuidad del refuerzo de acero entre capas adyacentes y, cuando así se indique en los planos y/o en las Disposiciones Especiales, se deben formar llaves adecuadas en la parte de arriba de la capa superior fundida al final de cada día de trabajo, o al nivel de interrupción de la fundición. Las llaves deben ser del diseño apropiado y sobresalir por encima del plano de la junta en la forma que se indique en los planos. En vez de llaves de concreto se puede usar espigas o pasadores de acero. El tamaño y espaciamiento de las llaves, espigas o pasadores será el que indiquen los planos. En todo caso, las espigas o pasadores de acero deben ser barras de un diámetro no menor de 12 mm ($\frac{1}{2}$ ") y un largo no menor de 0.5 metros colocados y espaciados a no más de 0.9 metros.

El concreto de las sub-estructuras se debe colocar de manera que todas las juntas de construcción por encima de la parte superior de las cimentaciones, sean horizontales y si es posible, localizadas en tal forma que no queden a la vista en la estructura terminada. Se debe tener especial cuidado en evitar las juntas de construcción en los muros de ala formados de paneles o en otras superficies de gran tamaño que deban ser acabadas arquitectónicamente.

Las juntas de construcción, horizontales y verticales en estribos, muros de retención y en partes de la super-estructuras, donde por las condiciones prevalecientes puedan producirse filtraciones de agua a través de las mismas, deben de protegerse por medio de selladores o retenedores adecuados como se indica en 553.10 (c) y (d).

(1) Juntas en Alcantarillas Rectangulares Largas. Las juntas de construcción verticales en alcantarillas rectangulares largas de concreto, serán permitidas a opción del Contratista, con un espaciamiento no menor de 10 metros. Cuando así se requiera, la construcción longitudinal debe ser continua a través de la junta y la junta debe ser vertical.

(2) Juntas en Losas de Concreto para Puentes. Cuando en los planos se requiera o se indique como opcional, que las juntas en losas de concreto sean hechas por medio de un corte con sierra, el corte debe ser hecho de acuerdo con los detalles indicados en los planos, al día siguiente a la colocación del concreto.

(b) Juntas de Contracción y de Expansión (llamadas también de Control). Las juntas de contracción o de expansión deben ser construidas en los lugares indicados en los planos y/o en las Disposiciones Especiales, o autorizadas expresamente por el Delegado Residente. Las caras de las juntas deben quedar planas y lisas y cumplir con los requisitos de alineación y nivelación indicados en los planos.

Las juntas de construcción y/o de contracción, en losas de puentes, pueden ser de contacto, formadas por colocación de concreto fresco contra concreto endurecido, o de plano debilitado, formadas por corte de sierra a las distancias, alineación y profundidad indicadas en los planos, dentro de las 24 horas de edad del concreto recién colocado. Pueden formarse también, por inserción y retiro posterior de tiras de madera, metal o plástico en el concreto fresco recién colocado. La inserción y retiro de estas tiras debe hacerse con cuidado para evitar el astillamiento o la rotura de los bordes o esquinas del concreto.

A través de las juntas de construcción o contracción debe haber continuidad del esfuerzo en el acero de la estructura, a menos que en los planos se indique lo contrario. Asimismo, en los casos en que se indique el uso de llaves, pasadores u otros dispositivos de transferencia de cargas, éstos se deben construir y colocar como se indique en los planos.

En los casos en que se requiera discontinuidad entre las porciones adyacentes a la junta, las caras de ésta podrán cubrirse con material bituminoso, o con sellador adecuado que evite la unión entre las mismas. Si se especifica el uso de rellenos preformados o retenedores de agua, no se requerirá el recubrimiento de las caras con material bituminoso.

(c) Relleno y Sellado de las Juntas. Las juntas, cualesquiera que sea su función principal, y siempre que así se indique en los planos, deben ser rellenas y/o selladas con materiales aprobados, de los tipos indicados en 551.06, en la forma que señalen los planos y siguiendo las estipulaciones de la Norma ACI 554-R, las instrucciones del fabricante de los productos y las indicaciones siguientes.

Antes de proceder a la aplicación de cualquier sellador, se debe verificar que las caras de las juntas estén correctamente alineadas, niveladas y aplanadas. Asimismo, deben estar limpias, secas y libres de materias extrañas.

Cuando se requiera imprimación previa de las caras, el imprimador debe ser del tipo recomendado por el fabricante del sellador y ser aplicado, preferiblemente, con equipo rociador adecuado. Debe dejarse secar antes de aplicar el sellador.

Los materiales de relleno, cuando así se especifique en los planos, deben ser colocados a la profundidad correcta en el momento de construir la junta si se trata de rellenos premoldeados, 551.06 (a) y (c), o colocados manualmente o con máquina cuando se trate de rellenos o empaques moldeados "in situ".

Los selladores para verter en caliente indicados en 551.06 (b), se deben colocar dentro del rango de temperatura previsto por el fabricante, debiendo calentarse en recipientes adecuados provistos de agitadores y de medios para aplicar el sellador a presión. Estos selladores son más adecuados para juntas horizontales y en el caso de juntas verticales se debe usar topes, para prevenir el escurrimiento por gravedad del sellador antes de que éste enfríe y se endurezca.

Los selladores para verter en frío indicados en 551.06 (b) (5) se deben aplicar a presión, con pistolas de calafatear u otro equipo apropiado, a modo de colocarlo en tiras uniformes y continuas a todo lo largo de la junta.

Para sellos preformados, de compresión o de tensión-compresión se requerirá de juntas de ancho uniforme con caras rectas y lisas, limpias y libres de desportilladuras y de materias extrañas.

Inmediatamente antes de colocar los sellos premoldeados de compresión, se debe aplicar sobre la junta, a mano o con máquina, una tira de un adhesivo-lubricante basado en neopreno u otro material adecuado. Luego se debe insertar el sello preformado a presión, ya sea manualmente o con equipo especial y cuidando que el estiramiento en sentido longitudinal no sobrepase el cinco por ciento (5%).

En el caso de juntas con aberturas mayores de 100 mm se puede utilizar dispositivos para el sellado de juntas, del tipo que se instala como unidad completa antes de la fundición del concreto. En este caso, el diseño y el método de construcción deben ser aprobados previamente por el Delegado Residente.

Los retenedores de agua y empaques premoldeados indicados en 551.06 (k), se deben colocar embebiéndolos en el concreto al construir la junta, o pegándolos o anclándolos a una de las caras de la junta antes de fundir el concreto adyacente. También se puede utilizar sellos de bandas elastoméricas premoldeadas, pegados o anclados a las caras de la junta en la superficie expuesta de las estructuras, después de que el concreto haya endurecido. Cuando así se indique en los planos y/o en las Disposiciones Especiales, las caras de las juntas deben ser

protegidas por angulares o piezas preformadas especiales de acero galvanizado, ancladas a dichas caras y a las cuales se adhieran o engrampen los sellos premoldeados.

(d) Juntas con Sellos Metálicos. Las planchas, angulares u otros perfiles de acero estructural, usados como sellos de plancha o los perfiles de acero estructural, deben ser conformados en taller para ajustarlos a la sección del elemento de concreto en que se vayan a colocar. La calidad de los materiales debe ser la indicada en 551.06 (j).

Cuando se empleen sellos de lámina de cobre, de lámina de acero galvanizado o de zinc, éstos deben ser del tipo indicado en 551.06 (g) (h) e (i).

Para la colocación de las juntas se debe emplear los métodos apropiados, con el objeto de mantenerlas en su posición correcta durante la colocación del concreto. Las aberturas para las juntas de expansión a temperatura normal, deben ser indicadas en los planos y debe ponerse cuidado para evitar cualquier forma de deterioro de los espacios libres.

553.11 AREAS DE SOPORTE. El Contratista de la subestructura debe terminar las áreas de soporte a los niveles y cotas mostradas en los planos. Dichas áreas deben tener una superficie terminada plana y uniforme cuya cota no debe variar en más de 3.0 mm con respecto a la cota indicada en los planos.

Cuando haya que proporcionar apoyos deslizantes en los extremos de las losas, largueros y vigas principales, se debe dar un acabado pulido al concreto de la superficie de apoyo.

Los soportes deslizantes son por lo general, fabricados con planchas metálicas o de resinas sintéticas y con almohadillas de fibra preformadas o elastoméricas. También se pueden usar soportes especiales tales como: zapatas articuladas, balancines, rodillos, soportes colgantes, etc., de acuerdo con los detalles mostrados en los planos.

Tanto los soportes deslizantes como los soportes especiales y sus materiales deben llenar los requisitos de la Sección 559 y de la Sección 561 y se deben colocar en los extremos de expansión de los elementos estructurales en la posición apropiada para la temperatura registrada durante su montaje.

553.12 PERNOS Y DISPOSITIVOS DE ANCLAJE. Cuando la subestructura y la superestructura sean construidas por diferentes Contratistas, los pernos u otros dispositivos de anclaje para zapatas, las planchas de soporte o los soportes especiales deben ser fijados por el Contratista de la subestructura, siendo responsabilidad del Contratista de la superestructura, el suministro al primero, de los pernos de anclaje, los planos para la correcta colocación de los mismos y no causar retrasos a éste en el desarrollo de su trabajo.

La localización de los pernos o dispositivos de anclaje, en relación con los agujeros ranurados de las zapatas y las planchas de soporte, debe ser la correspondiente a la temperatura de montaje. En los extremos de expansión, las tuercas de los pernos de anclaje deben permitir el libre movimiento de los tramos.

Los pernos o dispositivos de anclaje deben ser previamente aprobados por el Delegado Residente, al que debe proporcionarse una muestra de los mismos, las instrucciones de instalación, los datos técnicos y certificaciones de pruebas realizadas.

Los pernos o dispositivos de anclaje deben ser de acero inoxidable o de acero protegido con un recubrimiento metálico resistente a la corrosión y que no reaccione químicamente con el concreto.

Salvo que en los planos se indique en otra forma, los pernos de anclaje se deben fijar de acuerdo con uno de los métodos siguientes:

(a) Fijación de pernos o dispositivos de anclaje directamente en el concreto. Al usar este método, los pernos o dispositivos de anclaje se deben fijar en su lugar exacto cuando se funda el concreto y cualquier inexactitud que pueda afectar a la estructura debe corregirse por los medios adecuados.

(b) Fijación de los Pernos en agujeros taladrados o premoldeados a base de resinas sintéticas y/o aditivos expansivos. Los agujeros para pernos de anclaje deben tener cuando menos, un diámetro de 25 mm mayor que el del perno y deben ser taladrados o premoldeados en la localización correcta, perpendiculares al plano del asiento del puente.

Los pernos o dispositivos de anclaje deben ser fijados con mortero de cemento hidráulico, con aditivos expansivos o con compuestos químicos aprobados basados en epoxico, poliéster, viniles u otros adhesivos aprobados, de acuerdo con las instrucciones de los fabricantes. Las tuercas de sujeción deben apretarse al torque especificado por el fabricante del dispositivo de anclaje.

(c) Cargas de prueba para los pernos o dispositivos de anclaje. Una muestra representativa de cada tipo de perno o dispositivo de anclaje debe ser sometida, previo a su aprobación y en un sitio de la obra que no forme parte del contrato, a una prueba estática de acuerdo a ASTM E 488, para demostrar que el perno o dispositivo de anclaje puede resistir una carga sostenida de tensión directa axial no menor que la capacidad especificada del anclaje por un período de 48 horas con un movimiento que no exceda de 1 mm. Asimismo, al llevarse la carga hasta la falla, el perno o dispositivo de anclaje debe evidenciar una falla dúctil del acero y no una falla de deslizamiento, ni una falla de rotura del concreto, mortero o compuesto de sujeción.

Adicionalmente, durante la construcción y en presencia del Delegado Residente, debe probarse una muestra aleatoria de por lo menos 10% de los anclajes, hasta llevarlos al 90% del esfuerzo cedente del acero.

Si alguno de los anclajes falla, debe colocarse de nuevo el anclaje y repetir la prueba sobre el 100% de los restantes anclajes. Esta carga de prueba puede aplicarse por torque a una tuerca indicadora de la carga aplicada por una carga de tensión directa axial o por otro método aprobado por el Delegado Residente. Después de pasar la carga de prueba, se debe quitar la carga sobre el anclaje y reapretar éste al torque especificado por el fabricante.

553.13 AGUJEROS PARA DRENAJE Y ALIVIADORES. Se debe proveer agujeros para drenaje en todos los estribos, muros de retención y alcantarillas que tengan una altura mayor de 1.50 m. A menos que se indique otra dimensión en los planos, los agujeros para drenaje deben tener un diámetro mínimo de 75 mm y quedar separados por una distancia no mayor de 3.00 metros. No se deben proveer agujeros para drenaje por debajo del área ocupada por la base o por el pavimento.

Los orificios de salida de los agujeros de drenaje para estribos y muros de retención, se deben localizar a la distancia por encima del terreno, que se indique en los planos.

En el caso de alcantarillas, éstos se deben localizar aproximadamente a 150 mm sobre la parte superior de la losa de piso.

Los orificios de entrada de los agujeros para drenaje se deben cubrir con cedazo y se les debe colocar un filtro de piedra o de grava triturada, de por lo menos 0.05 m³ para permitir un drenaje libre y prevenir la obstrucción del mismo.

Para igualar la presión hidrostática, los dispositivos de salida, bocas o respiraderos deben colocarse más abajo que las aguas mínimas y de acuerdo con lo indicado en los planos.

Los moldes para proveer agujeros a través del concreto pueden ser de tubería metálica, tubería de plástico, tubería de concreto, cajas de metal o moldes de madera. Si se usan moldes de madera, éstos deben ser removidos después de colocar el concreto.

553.14 TUBERIAS Y CONDUCTOS AHOGADOS EN EL CONCRETO. Las tuberías y otros conductos que vayan a quedar ahogados dentro del concreto o encajados en el mismo, deben ser colocados con exactitud y firmemente en las posiciones requeridas en los planos.

Al emplear tubería metálica, las superficies expuestas deben ser pintadas conforme lo indicado en la Sección 563. Cuando se requiera soldadura de las mismas se debe aplicar de acuerdo a lo establecido en la Sección 559. La tubería de concreto, de asbesto-cemento, de acero, hierro fundido o PVC para drenaje de estructuras, debe ser de la calidad indicada en la Sección 602.

No debe permitirse el uso de tubería o conductos de aluminio a menos que los mismos se pinten o recubran para prevenir la reacción concreto-aluminio o la acción electrofítica entre el aluminio y el acero.

Las tuberías y conductos ahogados dentro del concreto deben ser de tal tamaño y localizadas en tal forma que no afecten significativamente la resistencia de la construcción.

553.15 REMOCION DE LAS FORMALETAS Y DE LA OBRA FALSA. Para la remoción de las formaletas y la obra falsa, se deberá cumplir con todo lo establecido en 556.10.

553.16 TRABAJOS DEFECTUOSOS. Una vez que las formaletas hayan sido removidas, todo trabajo defectuoso que se identifique debe ser reparado por el Contratista a su costa, tan pronto como sea posible y acabado con el tipo de tratamiento que le sea aplicable, según 553.17.

Cuando la superficie del concreto muestre pandeo o irregularidades, exceso de ratoneras o marcas de formaleta, y si en opinión del Delegado Residente no puede ser reparada satisfactoriamente, toda la sección defectuosa debe ser removida y reemplazada por el Contratista a su costa.

553.17 ACABADO DEL CONCRETO. Todas las superficies de concreto deben ser acabadas inmediatamente después del retiro de las formaletas, con un "acabado ordinario de superficie", excepto en el caso de los barandales, a los que debe darse un "acabado frotado de superficie". Todo acabado diferente debe ser indicado en los planos y/o en las Disposiciones Especiales.

Los pisos de losas de puentes que vayan a ser cubiertos con una capa asfáltica deben ser enrasados tal como se especifica en 553.17 (f) (1) ó (2) y no deben recibir ningún acabado adicional. Los pisos de losas de puentes que vayan a servir como capa de rodadura, deben recibir un acabado completo, como se estipula en 553.17 (f).

Las aceras deben ser acabadas tal como se especifica en 553.17 (g).

(a) **Acabado Ordinario de Superficie.** En toda superficie de concreto, la rebaba y los salientes irregulares se deben cincelar al ras de la superficie, inmediatamente después de la remoción de las formaletas, con excepción de aquellos que no vayan a quedar expuestos o que no deban ser impermeables.

Todos los alambres y las barras que sobresalgan se deben cortar cuando menos a 5 mm por debajo de la superficie. Todas las cavidades pequeñas producidas por los separadores metálicos, los amarres, los pernos, las bolsas de aire (ratoneras) o por cualquier otra causa, deben limpiarse cuidadosamente, saturarse con agua y rellenarse con mortero compuesto por una (1) parte de cemento hidráulico por dos (2) de arena, el cual debe ser completamente apisonado en su lugar. El mortero debe ser mezclado 30 minutos antes de usarlo para asentarlo, y no podrá ser usado después de los 30 minutos posteriores.

Se podrá requerir un adhesivo, el que debe ser aprobado previamente por el Delegado Residente. En caso de cavidades grandes, antes de colocar el mortero de relleno se debe aplicar a la cavidad una capa delgada de mortero de cemento puro. Todas las reparaciones se deben mantener húmedas por un período no menor de cinco (5) días y para el relleno de cavidades grandes o profundas se debe incluir agregado grueso en el material de relleno. Las zonas con un exceso de bolsas de aire (ratoneras), pueden ser razón para el rechazo de esa parte de la estructura; en este caso. El Contratista debe retirar y reconstruir la parte afectada a su costa.

Todas las juntas de construcción y de expansión en la obra terminada, deben ser cuidadosamente trabajadas mecánicamente y quedar libres de restos de mortero o de concreto.

(b) Acabado Frotado de Superficie. Tan pronto como se hayan retirado las formaletas y la condición del concreto lo permita, se debe iniciar el alisado, empapando las superficies con agua, frotándolas luego con una piedra de carborundo de aspereza mediana y esmerilando la superficie hasta formar una pasta. El frotado se continúa hasta que todas las marcas dejadas por las formaletas, los salientes y las irregularidades hayan sido removidas y toda la superficie tenga una textura lisa y de color uniforme. En el proceso anterior no se debe usar ningún baño, lechada de cemento ni enlucido de mortero. La pasta producida por el frotamiento debe extenderse en una capa delgada y uniforme sobre la superficie, dejando que vuelva a fraguar. El acabado final se obtendrá frotando la superficie con una piedra de carborundo de grano más fino o con una llana.

Una vez que el frotado final se haya completado y la superficie haya secado completamente, se le debe frotar nuevamente con tela de yute para remover el polvo suelto. La superficie debe quedar libre de parches, pasta, polvo y marcas objetables.

El concreto que se haya decolorado o manchado por el goteo del abrasivo, debe ser limpiado con una solución diluída de ácido muriático y luego lavándolo adecuadamente con agua limpia.

(c) Acabado Mecánico. El acabado de este tipo se hará utilizando almádanas, picos u otras herramientas previamente aprobadas por el Delegado Residente; de preferencia, se debe emplear herramientas neumáticas. No se debe trabajar en el concreto hasta que éste tenga, cuando menos, 14 días de haber sido colocado para evitar que el agregado se separe de la superficie.

(d) Acabado con Arena a Presión. Toda la superficie del concreto curado debe ser sopleteada con arena de tal calidad que produzca una superficie uniforme en la que el mortero haya sido removido, quedando expuestos los agregados.

(e) Acabado con Cepillo de Alambre. Tan pronto como las formaletas sean removidas y estando el concreto aún en estado fresco, la superficie debe ser total y uniformemente cepillada con cepillos de alambre o de fibra, usando una solución de ácido muriático en la proporción de una (1) parte de ácido por cuatro (4) partes de agua, hasta que la película superficial de cemento sea completamente removida y los agregados queden expuestos. La textura debe quedar uniforme, con una apariencia de graduación que vaya desde granito fino hasta conglomerado grueso, dependiendo del tamaño y graduación del agregado empleado.

Cuando con el cepillado se haya obtenido la textura deseada, la superficie debe ser lavada totalmente con agua, a la que se haya agregado una pequeña cantidad de amoníaco para remover el ácido aplicado.

(f) Acabado de Pisos de Losas de Puentes.

(1) Enrasado Manual. Antes de fundir el concreto se debe colocar guías de madera o de metal, con la superficie superior ajustada al bombeo y a la alineación requeridos para la vía, en ángulo recto con el eje de la vía o en el caso de puentes en esviaje, con el ángulo de esviaje correspondiente, dejándolas al nivel apropiado. El concreto, después de colocado y compactado, se nivela y enrasa con una plantilla maestra de madera o de metal, desplazándola paralelamente al eje de la vía y apoyándola sobre las guías. No debe permitirse el uso de apoyos intermedios para las maestras o plantillas. La plantilla debe ser de un tipo que permita su ajuste para curvas verticales y para contraflechas y tener la resistencia y la rigidez suficientes para conservar su forma bajo cualesquiera condiciones de trabajo.

La maestra o plantilla debe ser desplazada sobre las guías, con un movimiento de aserrado, conservándola paralela al eje de la vía y desplazándola gradualmente de un lado al otro de la losa, las veces que sea necesario hasta obtener una superficie satisfactoria. Durante todo el proceso se debe mantener un pequeño exceso de concreto por delante del borde cortante de la plantilla o maestra.

(2) Enrasado Mecánico. Para losas de puentes, losas superiores de alcantarillas, losas de acceso y otras losas de estructuras que sirvan para el tránsito de vehículos, puede utilizarse una máquina de acabado mecánico equipada con llanas o flotadores oscilantes transversales o longitudinales. Debe ajustarse para adaptarse al perfil o sección transversal requeridos del pavimento. Este equipo debe operar sobre rieles de soporte o cabeceras adecuados y colocados en forma tal que el equipo de acabado pueda operar sin interrupción sobre la superficie, cuyo acabado se esté realizando. Los rieles o cabeceras deben ser ajustados según sea necesario para corregir asentamientos o desviaciones imprevistas durante las operaciones de acabado. La máquina de acabado debe recorrer cada zona de la superficie para obtener el perfil y la sección transversal requerida. En todo momento debe mantener un ligero exceso de concreto delante del borde cortante de la llana o flotador. Este exceso se transporta durante todo el trayecto y no debe ser trabajado dentro de la losa sino que se desecha.

Asimismo, el exceso de agua, lechada o materiales extraños traídos a la superficie en el curso de las operaciones de acabado, no deben ser trabajados nuevamente en la losa, sino que se deben retirar inmediatamente después que haya aparecido, por medio de rastrillos de goma, o por el movimiento del emparejador mecánico desde el centro de la losa hacia los bordes de la misma.

No se permite la adición de agua a la superficie para asistir en las operaciones de acabado.

Al terminar esta operación, la superficie será cotejada con un escantillón o regla de metal de 3 metros operado paralelo a la línea del centro del puente o vía. Ver 553.17 (f)(4).

La máquina de acabado debe ser probada previo a la colocación del concreto en el área en la que trabajará a efecto de comprobar deflexiones de los rieles, asentamientos, espesores de losa de tablero, alineaciones, recubrimiento de refuerzos, etc., y la operación adecuada del equipo con las correcciones requeridas antes del inicio de la fundición de concreto.

(3) Alisado. Después del enrasado y nivelado indicados, la superficie debe ser uniformizada, alisándola transversal o longitudinalmente, o en ambos sentidos, por medio de una llana o flotador de tipo adecuado. De preferencia, el alisado se debe ejecutar en el sentido

longitudinal, excepto en los lugares en los que esta forma no sea factible. El alisado puede ser efectuado manualmente o por máquinas alisadoras que produzcan resultados equivalentes.

Antes de aplicar la llana o flotador, el concreto debe dejarse endurecer lo suficiente para que las huellas de zapato sean apenas visibles. El alisado no se debe iniciar antes de que la brillantez del agua haya desaparecido de la superficie. Debe evitarse el trabajar el concreto en exceso, ya que esto produciría el desplazamiento de finos y agua hacia la superficie, el que ocasionaría defectos en la misma.

a) Alisado Longitudinal. La llana o flotador de tipo longitudinal, operado desde un andamio, debe ser aplicado con un movimiento de aserrado, conservándolo en posición paralela al eje de la vía y desplazándolo gradualmente de un lado al otro del pavimento. La llana o flotador debe moverse hacia adelante, la mitad de su longitud y la operación se repite hacia atrás.

b) Alisado Transversal. La llana o flotador transversal debe ser operado a lo ancho del pavimento, principiando en uno de sus bordes, moviéndolo gradualmente hasta el centro y regresándolo de nuevo al borde. El flotador se debe mover luego hacia adelante y a la mitad de su longitud y la operación se debe repetir. Se debe poner cuidado especial en no remodelar la sección transversal del pavimento.

(4) Nivelado final con escantillón. Una vez terminado el alisado y removido el exceso de agua, y estando el concreto aún en estado plástico, se debe comprobar la exactitud de la superficie de la losa por medio de un escantillón. Para el efecto, el Contratista debe suministrar y usar un escantillón exacto de tres (3) metros de longitud, con mangos cuya longitud sea un (1) metro mayor que la mitad del ancho de la losa.

El escantillón debe colocarse en posiciones sucesivas, paralelamente al eje de la vía, en contacto con la superficie y debe ser desplazado sobre toda el área de la losa. El escantillón se adelantará por etapas sucesivas, no mayores que la mitad de su longitud. Las depresiones que se encuentren deben ser llenadas de inmediato con concreto fresco, niveladas, consolidadas y acabadas; las áreas altas se deben cortar para su reacadado. La prueba con el escantillón y el realisamiento deben continuarse hasta que la superficie no muestre huellas dejadas por el escantillón en su movimiento y la losa haya obtenido la elevación y el contorno requeridos, con diferencias no mayores de 3 mm por debajo del escantillón.

(5) Texturizado o Ranurado. Una vez que el concreto haya endurecido lo suficiente, debe darse a la superficie un acabado por barrido con escoba, cepillo, lona, brin u otro elemento aprobado previamente por el Delegado Residente. El barrido se debe hacer transversalmente, de orilla a orilla de la losa y traslapando ligeramente las pasadas contiguas. Los aditamentos usados deben penetrar lo suficiente para producir corrugaciones regulares de un ancho de 2 a 5 mm con una profundidad de 3 a 5 mm y la superficie terminada debe quedar libre de partes porosas, irregularidades, depresiones, ratoneras o marcas ásperas debidas a daños accidentales durante el barrido final, así como de partículas de agregado grueso incrustadas en la superficie. El texturizado puede ser manual o por medio de una máquina previamente aprobada que produzca el tipo de ranuración especificado.

(g) Acabado de Aceras. Una vez que el concreto haya sido colocado y compactado, se debe proceder al enrasado o nivelado superficial por medio de una maestra o plantilla y luego al alisado con flotador o llana. Los bordes y las juntas de expansión deben ser acabados empleando la herramienta apropiada. La superficie no debe variar en más de 3 mm por debajo del escantillón y debe dársele un texturizado o ranurado antideslizante adecuado aún cuando esté mojada.

553.18 CURADO DEL CONCRETO. Todas las superficies de concreto deben mantenerse completa y continuamente húmedas después de haber sido colocado el concreto.

Inmediatamente después del retiro de las formaletas y de la terminación del acabado superficial, el concreto debe ser curado por alguno de los métodos indicados a continuación, por un período de por lo menos siete (7) días. El Contratista debe tomar las precauciones necesarias para proteger el concreto fresco contra la acción de temperaturas altas y/o vientos fuertes que puedan acelerar el secado de la superficie y originar la formación de agrietamientos superficiales. En caso necesario, debe colocar cortinas protectoras contra el viento y/o sombras contra el sol y aplicar un rociado de agua finamente pulverizada para mantener la humedad del aire circundante. Además debe mantenerse baja la temperatura de los materiales y equipos de manejo del concreto.

(a) Métodos de Curado con Agua. Consisten en mantener la superficie de concreto continuamente mojada por inundación o lámina de agua, rociado con agua finamente pulverizada, por riego continuo de agua, o por aplicación de cubiertas o materiales que se mantienen empapados durante el período de curado (tierra o arena mojada, esterillas de algodón o capas de brines empapados). Ver 551.08. Se recomienda cubrir estas cubiertas con membranas impermeables de polietileno u otro material aprobado, para prevenir la evaporación del agua. Todo el material debe asegurarse contra su posible desplazamiento por acción del viento. Para superficies que deban recibir un acabado especial, las cubiertas pueden ser retiradas temporalmente para permitir el acabado, debiendo ser repuestas tan pronto como sea posible. Otras superficies de concreto deben ser mantenidas húmedas.

(b) Método de Curado por Compuestos Líquidos Formadores de Membranas de Curado. A todas las superficies se les deben dar el acabado superficial especificado y se les deben mantener mojadas -por rociado continuo de agua o aplicación de cubiertas mojadas- antes de proceder a la aplicación del compuesto líquido. El compuesto líquido para curado debe cumplir con los requisitos de 551.08 (f) y tener una consistencia que permita regarlo a las temperaturas existentes durante la construcción para formar una película o membrana continua y uniforme. Debe, además, estar libre de materias en suspensión resultantes de las condiciones de almacenamiento o de temperatura, ser relativamente antitóxico y de tal naturaleza que no reaccione al contacto con el concreto. Si es del tipo transparente o translucido, debe contener una tintura temporal que asegure una cobertura uniforme; el color, generalmente blanco, debe permanecer visible cuando menos durante cuatro (4) horas, al cabo de las cuales debe esfumarse dejando la superficie del concreto libre de cualquier cambio pronunciado de color, salvo algún ligero oscurecimiento, y carente de toda decoloración objetable.

Los compuestos líquidos deben ser bien mezclados antes de usarlos y agitados continuamente durante su aplicación, para prevenir el asentamiento de los sólidos en suspensión. La membrana debe ser uniformemente aplicada con equipo de rociado o regado, a la velocidad y cobertura recomendadas por el fabricante, pero en todo caso, no menor de 0.15 Lt./m² de superficie de concreto. La aplicación se debe hacer en dos capas, aplicando la segunda dentro de los 30 minutos en ángulo recto con respecto a la primera.

Cuando llueva sobre una capa recién aplicada, antes de que la película haya secado lo suficiente para resistir el daño, o cuando la película sea dañada por cualquiera otra causa, se debe aplicar a las partes afectadas una nueva capa de compuesto líquido para curado, o mantener un curado con agua durante el resto del período de curado requerido.

En tiempo caluroso, las superficies de concreto se deben conservar húmedas -por curado continuo con agua, posterior al acabado de las mismas- durante un período no menor de 24 horas. Transcurrido este período, se puede aplicar el compuesto líquido de curado, preferiblemente con pigmento blanco, o continuar el curado con agua; cuando se registre temperaturas ambientales de 32° C o mayores y vientos secos, es recomendable suspender el uso del compuesto líquido de curado y aplicar el curado con esterillas de algodón o brines mojados complementados con rociado de agua finamente pulverizada, previa aprobación del Delegado Residente.

(c) Procedimiento combinado agua/compuesto de curado. La superficie superior de losas de puentes, losas de acceso y aceras, puede ser curada por medio de una combinación de un compuesto de curado formador de membrana, seguido por un curado con agua. El compuesto de curado se debe aplicar en forma progresiva inmediatamente después de finalizadas las operaciones de acabado sobre porciones individuales de las superficies de concreto. La superficie se cubre a más tardar cuatro (4) horas después de finalizado el acabado con esterillas de algodón, brines o arpilleras u otros materiales retenedores de humedad, saturados con agua. Toda el área se cubre después con papel o lámina de plástico impermeables.

(d) Curado dejando la formaleta en su sitio. El concreto debe ser mantenido húmedo y protegido por las formaletas, por lo menos durante siete (7) días, pero las formaletas deben ser mojadas intermitentemente y protegidas de los rayos directos del sol, especialmente en climas calurosos. Las superficies expuestas deben curarse con agua o con compuesto líquido de curado.

(e) Curado a vapor y otros métodos de curado. Cuando el Contratista cuente con las facilidades adecuadas, y previa aprobación del Delegado Residente, se podrá utilizar métodos de curado por vapor a presión atmosférica, u otros métodos apropiados (eléctricos, infrarrojos, aceite caliente, etc.).

553.19 CARGA SOBRE ESTRUCTURAS NUEVAS. No se debe colocar carga alguna sobre caballetes, pilas o estribos cuya construcción haya sido terminada antes de que los ensayos en cilindros de concreto -fundidos con el mismo concreto y curado "in situ" bajo las mismas condiciones a las que estarán sometidos los elementos de la subestructura- indiquen que el concreto ha alcanzado el 80%, como mínimo, de la resistencia a la compresión especificada ($f'c$) a los 28 días.

No debe permitirse el tránsito regular de vehículos y equipo de construcción sobre puentes de concreto durante los 21 días calendario subsiguientes a la fecha en que se haya colocado el concreto y nunca antes de que el concreto haya alcanzado la resistencia a la compresión indicada en los planos y/o en las Disposiciones Especiales.

553.20 RECUBRIMIENTOS PROTECTORES DEL CONCRETO. Cuando en los planos y/o en las Disposiciones Especiales se especifique la aplicación de un recubrimiento protector del concreto, éste debe cumplir con los requisitos indicados en la Sección 570.

553.21 LIMPIEZA FINAL. Al terminar los trabajos y antes de la recepción definitiva del proyecto, el Contratista debe remover toda la obra falsa, los materiales excavados o no utilizados, los desechos, la basura y las construcciones temporales, así como restaurar en forma aceptable toda propiedad, tanto pública como privada, que haya sido dañada durante la ejecución de este trabajo, dejando el sitio de la estructura del puente o de la obra y el área adyacente, limpios y presentables, en conformidad con lo indicado en 105.12.

553.22 MEDIDA. La medida se debe hacer del número de metros cúbicos, con aproximación de dos decimales, del renglón "Estructuras de Concreto", indicado en las Disposiciones Especiales y/o en los Documentos de Oferta. La medida incluye todo el concreto estructural fundido en la obra o suministrado en forma de elementos prefabricados, que haya sido colocado, curado, terminado y aceptado satisfactoriamente de conformidad con los alineamientos y cotas indicados en los planos y de acuerdo con estas Especificaciones Generales. No debe hacerse deducción alguna por los escurrimientos, drenajes, biseles, rayaduras, molduras o pestañas cuya sección transversal sea de 10 centímetros cuadrados o menor, ni por el volumen del concreto desplazado por el acero de refuerzo.

El acero de refuerzo, las tuberías de drenaje para estructuras, el acero estructural, incluyendo las planchas de soporte y otros apoyos de puentes, pernos y otros dispositivos de

anclaje, deben ser pagados de acuerdo con las secciones respectivas de estas Especificaciones Generales.

553.23 PAGO. El pago se debe hacer por el número de metros cúbicos, medidos como se indica anteriormente, al precio unitario de contrato correspondiente a Concreto Estructural, de la clase especificada para el renglón de Estructuras de Concreto de que se trate, cuyo precio incluye el trabajo estipulado en esta Sección, de conformidad con lo indicado en 110.02. El pago de este trabajo comprende también, todos los accesorios, tales como materiales para juntas, formaletas, obra falsa y demás aditamentos requeridos para completar satisfactoriamente el trabajo de acuerdo con los planos y/o con las Disposiciones Especiales.

No debe hacerse ningún pago adicional por el suministro y colocación de concreto de clase superior a la que fue especificada en los planos o en las Disposiciones Especiales.

El pago del acero de refuerzo, tuberías de drenaje para estructuras y acero estructural, incluyendo las planchas de soporte y otros apoyos de puentes y los pernos y otros dispositivos de anclaje de zapatas o planchas de soporte, deben ser pagados de acuerdo con lo indicado en las Secciones respectivas de estas Especificaciones Generales.

SECCION 554 ESTRUCTURAS DE CONCRETO PRE-ESFORZADO

- 554.01 Definiciones.
- 554.02 Descripción.
- 554.03 Concreto Estructural.
- 554.04 Acero de Preesfuerzo y Materiales Complementarios.
- 554.05 Lechada para Tendones Adheridos.
- 554.06 Acero de Refuerzo.
- 554.07 Planos de Ejecución y Dirección Técnica.
- 554.08 Sistemas de Pretensado y Postensado.
- 554.09 Equipo de Preesfuerzo.
- 554.10 Medidas de Seguridad.
- 554.11 Fundición o Colado del Concreto.
- 554.12 Colocación y Tensado del Acero de Preesfuerzo Pretensado.
- 554.13 Colocación y Tensado del Acero de Preesfuerzo Postensado.
- 554.14 Inyección de la Lechada.
- 554.15 Protección Permanente de los Anclajes.
- 554.16 Transporte, Almacenamiento y Montaje de los Elementos Preesforzados Prefabricados.
- 554.17 Remoción de la Obra Falsa y Limpieza.
- 554.18 Medida.
- 554.19 Pago.

554.01 DEFINICIONES.

Concreto Preesforzado. Concreto estructural sometido a esfuerzos internos iniciales, a fin de reducir los esfuerzos finales de tensión derivados de las cargas de diseño.

Pretensado. Método de preesforzar el concreto en el cual los tendones o cables son tensados antes que el concreto sea colocado en los moldes o formaletas.

Postensado. Método de preesforzar el concreto en el cual los tendones o cables son tensados después que el concreto ha endurecido.

Tendón o Cable. Es el elemento de acero como el alambre, la barra o el torón o paquetes de dichos elementos usados para aplicar el preesfuerzo al concreto.

554.02 DESCRIPCION. Este trabajo incluye el suministro, preparación, fabricación, curado, transporte, manejo, almacenamiento, colocación y montaje de los materiales y las estructuras de concreto preesforzado fundidas in situ o prefabricadas, requeridas para la obra, de acuerdo con el diseño, rasantes y cotas mostrados en los planos o Disposiciones Especiales y lo indicado en estas Especificaciones Generales.

El trabajo incluye el suministro e instalación de cualquier accesorio y material necesario para los sistemas de pretensado o postensado a utilizarse, incluyendo ductos, conjuntos de anclaje y lechada y otros que al efecto se requieran.

MATERIALES

554.03 CONCRETO ESTRUCTURAL.

(a) Clase de Concreto. Se debe usar concreto clase 35 (5000) o mayor de acuerdo a 551.03, debiendo cumplir con los requisitos de calidad y proporcionamiento indicados en 551.11, y de Evaluación y Aceptación del Concreto de 551.12.

(b) Materiales para la Fabricación del Concreto.

(1) **Cemento Hidráulico.** Debe ser de los tipos indicados en 551.04 (a) de una clase de resistencia de 35 MPa (5000 lb/pulg²) o mayor. El cemento tipo III, no debe utilizarse cuando haya curado a vapor por favorecer la excesiva contracción por fraguado.

(2) **Agregados.** Los agregados fino y grueso deben cumplir con los requisitos de 551.04 (b) y (c). Se recomienda el uso de tamaño máximo de agregado grueso de 19 mm (¾") para facilitar la colocación del concreto dentro de los moldes o formaletas. No debe permitirse el uso de agregados que contengan cloruros.

(3) **Agua.** Debe cumplir con los requisitos establecidos en 551.04 (d), pero el agua de mezcla para concreto preesforzado no debe contener más de 500 mg/L (ppm) de iones de cloruro.

(4) **Aditivos.** Deben cumplir con los requisitos de 551.05. Queda absolutamente prohibido el uso de aditivos que contengan iones de cloruro.

(c) Almacenamiento, Manejo y Medición de los Materiales. Debe hacerse como se indica en 551.14 (b) y 551.15 (a).

(d) Planta y Equipo para Producción del Concreto. Debe cumplir con lo establecido en 551.14.

(e) Carga, Mezclado, Transporte y Entrega del Concreto. Debe cumplir con los requisitos de 551.15 (c) y (d).

554.04 ACERO DE PREESFUERZO Y MATERIALES COMPLEMENTARIOS. Deben cumplir las Especificaciones siguientes:

(a) Acero de Preesfuerzo.

(1) **Alambres de Acero de Alta Resistencia.** Deben ajustarse a lo indicado en AASHTO M 204 (ASTM A 421).

(2) **Alambre de Acero de Baja Relajación,** de acuerdo a AASHTO M 204, S1 (ASTM A 421, S1).

(3) **Torones de 7 Alambres de Acero de Alta Resistencia.** Deben ser de acuerdo con AASHTO M 203 (ASTM A 416).

(4) **Barras de Acero de Aleación, de Alta Resistencia.** Deben cumplir con los requisitos de AASHTO M 275 (ASTM A 722). Adicional a los requisitos indicados en ASTM A 722 para barras corrugadas, la reducción en el área debe ser determinada midiendo una barra a la cual se le han removido las corrugaciones. La barra debe ser raspada no más de lo necesario para remover las corrugaciones sobre una longitud de 300 milímetros y el área será la de la parte raspada. Todas las barras de un miembro individual deben ser del mismo grado, a menos que el Ingeniero Estructural indique lo contrario.

(5) **Otros Tipos de Acero de Preesfuerzo.** Se pueden usar tendones alambres no detallados específicamente en 554.04 (a) (1), (2), (3) y (4) anteriores, siempre que se demuestre que cumplen con los requisitos mínimos y que no tienen propiedades que los hagan menos satisfactorios que los contemplados en las Especificaciones allí citadas.

Debe usarse acero de preesfuerzo limpio y libre de corrosión, suciedad, grasa, escamas de oxidación, óxido, aceite u otras materias extrañas. El acero que haya sufrido daños físicos o tenga picaduras no debe usarse.

(b) Ductos, Anclajes y Acopladores para Postensado.

(1) Ductos. Los ductos que cubren el acero de postensado deben ser impermeables al mortero o lechada y no reaccionar con el concreto, el acero de postensado o el material de relleno. Los ductos para tendones de un solo alambre, torón o barra, adheridos con mortero, deben tener un diámetro interior de por lo menos 6 mm mayor que el diámetro del alambre, barra o torón. Los ductos para tendones de alambres, torones o barras múltiples con mortero, deben tener un área interna no menor que el doble del área total del acero de preesfuerzo. Cuando los ductos se empleen para cables postensados adheridos, el ducto debe tener las corrugaciones necesarias para garantizar la adherencia posterior a la inyección de la lechada.

Los ductos pueden ser de los tipos siguientes:

a) Para cables no adheridos:

- 1) Tubo de polietileno tipo II, III ó IV con paredes de un espesor mínimo de 1 a 5 mm, de acuerdo con ASTM D 1248.
- 2) Tubo de polietileno extruido en caliente, de acuerdo a ASTM D 3350.
- 3) Tubo de acero conforme ASTM A 500 con paredes de un espesor mínimo de 5 mm.
- 4) Tubería de acero clase 40 mínimo, de acuerdo a ASTM A 53.
- 5) Tubería de cloruro de polivinilo, clase 40 mínimo, de acuerdo con ASTM D 1785.

b) Para cables adheridos:

- 1) Tubo de polietileno corrugado de alta densidad, de acuerdo a AASHTO M 252 con paredes con un espesor mínimo de 0.75 mm.
- 2) Tubo de cloruro de polivinilo corrugado clase 13464-B, de acuerdo a ASTM D 1784.

(2) Anclajes y Acopladores. Todos los dispositivos de anclaje y acopladores para el postensado deben sujetar el acero de preesfuerzo adherido y no adherido con una carga que produzca un esfuerzo no menor del 95% de la mínima resistencia última a tensión de dicho acero, cuando se prueben en condiciones no adheridas, sin que excedan la deformación prevista. Para el acero de preesfuerzo adherido, los anclajes y acopladores deben desarrollar el 100% de la resistencia última del acero de preesfuerzo después de que se haya adherido.

La carga de los dispositivos de anclaje debe ser distribuida efectivamente en el concreto por medio de placas de acero u otros ensamblajes apropiados, que se ajusten a los siguientes requisitos:

a) El esfuerzo de compresión sobre el concreto directamente debajo de la placa o ensamblaje no debe exceder de 21 MPa (3000 lb/pulg²).

b) Los esfuerzos de flexión en las placas o ensamblajes no deberán exceder del límite de fluencia del material ni causar distorsiones visibles en la placa de

anclaje cuando se aplique el 100% de la carga última prevista. Cuando el Contratista suministre dispositivos de anclaje suficientemente grandes e integrados a un entramado de acero empotrado en el concreto que distribuya los esfuerzos de compresión al concreto en forma eficaz, se podrá omitir el empleo de placas o ensamblajes de distribución.

c) Todos los anclajes, acopladores y dispositivos auxiliares se deben proteger permanentemente contra la corrosión.

(c) Pruebas del Acero de Preesfuerzo y Anclajes.

(1) Generalidades. El Contratista debe presentar al Delegado Residente, una copia certificada de los análisis y pruebas realizadas en fábrica, que permitan apreciar las cualidades y durabilidad de los anclajes y acopladores suministrados, así como su capacidad para transmitir las fuerzas de preesfuerzo requeridas. Asimismo, debe presentar los certificados de garantía del fabricante y los resultados de las pruebas del acero de preesfuerzo, realizadas sobre muestras representativas de los lotes suministrados.

No obstante lo anterior, el Delegado Residente podrá ordenar las pruebas adicionales que considere necesarias, sobre muestras tomadas de los lotes suministrados por el Contratista. Dichas muestras deben ser proporcionadas sin costo alguno.

En caso de requerirse pruebas no destructivas u otras pruebas especiales, de una o varias partes de la estructura, éstas deben realizarse de acuerdo a lo indicado en las Disposiciones Especiales.

(2) Toma de Muestras del Acero de Preesfuerzo.

a) Muestras para el Sistema de Pretensado. Para acero de pretensado, debe proporcionarse una muestra de 2 m de largo como mínimo, de cada bobina, debiendo cortarse las muestras de los extremos de los rollos.

b) Muestras para el Sistema de Postensado. Para pruebas requeridas en el acero de postensado, deben proporcionarse las siguientes longitudes de muestras:

- 1) Para alambres que requieran cabezales: 5.0m
- 2) Para alambres que no requieran cabezales: una longitud suficiente para hacer un cable de tendido paralelo de 1.50 m de largo, consistente del mismo número de alambres con que el cable va a ser habilitado en la obra.
- 3) Para torones con accesorios de anclaje: 1.50 m entre los extremos más cercanos de los accesorios.
- 4) Para barras con extremos roscados y tuercas: 1.50 m entre los extremos más cercanos de las roscas.

Deben proporcionarse asimismo, 2 dispositivos de anclaje completos de cada tipo y tamaño a ser utilizado, incluyendo placas o ensamblajes de distribución de cargas y otros aditamentos propios del sistema.

c) Protección, Transporte y Almacenamiento del Acero de Preesfuerzo y Materiales Complementarios. El Contratista debe proteger tanto el acero de preesfuerzo como los anclajes, ductos y otros aditamentos a ser utilizados en la obra, cuidando la limpieza de los mismos y tomando las medidas necesarias para preservarlos de la corrosión, a fin de garantizar que en todo momento, la calidad de los mismos sea mantenida.

1) Protección durante el Transporte. El acero de preesfuerzo deberá embalsarse en cajas que lo protejan contra daños físicos y la corrosión durante su envío y almacenamiento. En los paquetes o cajas se colocará un anticorrosivo aprobado, que no deberá tener efectos nocivos sobre el acero, el concreto o sobre la adherencia acero-concreto. Cuando el Ingeniero lo permita podrá aplicarse el anticorrosivo directamente al acero.

Los alambres y cables no deben ser enrollados en diámetros pequeños, ya que este tipo de enrollado produce microfisuras superficiales que propician la corrosión a bajo esfuerzo.

Los ductos deben manejarse con cuidado durante su carga, transporte y descarga con el fin de evitar lastimaduras y dobleces que los puedan perjudicar posteriormente.

2) Protección durante el Almacenamiento. El almacenamiento debe hacerse en locales cerrados y secos, debiendo evitarse su proximidad a refinerías y plantas industriales.

Los rollos deben apilarse según los diferentes lotes de fabricación e identificarse adecuadamente. El apilamiento se debe hacer sobre tarimas que queden separadas del suelo por lo menos 300 milímetros.

3) Para almacenamiento por períodos cortos de tiempo (máximo 3 meses), se puede permitir cubrir el material con un toldo y además de protegerlo, como se indica en 1) anterior, debe quedar separado del suelo como mínimo 300 milímetros.

554.05 LECHADA PARA TENDONES ADHERIDOS. El Contratista debe suministrar lechada de alguno de los siguientes tipos:

(a) Lechada o Mortero de Cemento Hidráulico. Debe consistir en una mezcla de cemento hidráulico y agua o un mortero de cemento hidráulico y arena fina que pase el tamiz estándar 1.18 mm (N°16) de acuerdo a ASTM C 404 tamaño 2, agua y un aditivo expansor o compensador de contracción. Pueden usarse otros aditivos aprobados para control de exudación o retardar el fraguado, de los cuales se sepa que no producen efectos perjudiciales en el mortero, el acero o el concreto. No debe emplearse cloruro de calcio como aditivo. Las proporciones deben ser tales que se produzca una mezcla de consistencia cremosa con un escurrimiento de 16.26 s de acuerdo a ASTM C 939, y con una relación agua-cemento no mayor de 0.45 en masa, que alcance una resistencia mínima a compresión de 17.5 MPa (2,500 lb/pulg²) a 7 días y de 35 MPa (5,000 lb/pulg²) a 28 días de acuerdo a ASTM C 1107. Para la inyección inicial, puede permitirse el uso de morteros o lechadas más fluidas con un escurrimiento de 9 a 15 s.

(b) Mortero de Polímero-Arena. Debe ser a base de un polímero ligante y agregado fino en las proporciones recomendadas por el fabricante y con una resistencia mínima a la compresión a las 4 h, de 24.5 MPa (3,500 lb/pulg²).

554.06 ACERO DE REFUERZO. Debe cumplir con lo indicado en la Sección 552 de éstas Especificaciones Generales.

REQUISITOS DE CONSTRUCCION

554.07 PLANOS DE EJECUCION Y DIRECCION TECNICA.

(a) Planos de Ejecución. Deben ser debidamente aprobados por la Sección de Puentes de la DGC. Las disposiciones constructivas y la manera de ejecución, deben ser

siempre compatibles con las hipótesis de cálculo, principalmente en lo que concierne a las conexiones y la sucesión de las fases de ejecución.

(b) Dirección Técnica. El Contratista debe proporcionar un técnico calificado en el uso del sistema de preesfuerzo a ser usado, quien debe ser responsable de la correcta ejecución de todas las operaciones y proporcionar al Delegado Residente la asistencia necesaria.

554.08 SISTEMAS DE PRETENSADO Y POSTENSADO.

(a) Aprobación del Sistema a Usar. Para cualquier sistema o método que utilice el principio del preesfuerzo, el Contratista debe demostrar y garantizar plenamente su eficacia, seguridad y funcionalidad, puestas de manifiesto en obras similares ejecutadas con anterioridad.

Al efecto debe suministrar al Delegado Residente, por lo menos con 30 días de anticipación a su empleo, los detalles completos del método, materiales y equipos propuestos para las operaciones de pretensado o postensado, incluyendo:

- (1) El método y secuencia del tensado.
- (2) Las especificaciones, detalles completos y los resultados de ensayos del acero de preesfuerzo y los dispositivos de anclaje.
- (3) Los esfuerzos de anclaje.
- (4) La disposición del acero de preesfuerzo en los elementos estructurales.
- (5) Los cálculos del alargamiento del acero de preesfuerzo a utilizar en los procesos de tensado.
- (6) El número, espaciamiento y método de envoltura de los torones.
- (7) Otros cálculos relevantes para el método de preesfuerzo a utilizar.
- (8) Tipo de ductos para el postensionado.
- (9) Lechada y equipo para su inyección.
- (10) El equipo de pretensado o postensado.
- (11) Muestras del acero de preesfuerzo y de los dispositivos de anclaje indicados en 554.04 (c)(2) a) y b).

(b) Actividades Principales en el Concreto Pretensado. Son las indicadas a continuación:

- (1) Colocación de los alambres, torones o barras de preesfuerzo en un banco especial para aplicación de la tensión siguiendo la localización y trayectoria especificadas.
- (2) Fijado de los alambres, torones o barras a los extremos del banco por medio de anclajes adecuados y tensado de los primeros hasta alcanzar la fuerza inicial especificada, manteniendo por medio del ganeo la fuerza inducida en los mismos.
- (3) Colocación de la armadura de acero de refuerzo y de las formaletas.
- (4) Colocación del concreto y curado del mismo.

- (5) Destensado de los alambres, torones o barras de preesfuerzo.
- (6) Cortado de los alambres, torones o barras en los extremos de los miembros.
- (7) Almacenamiento y transporte de los miembros.

(c) Actividades Principales en el Concreto Postensado. Son las indicadas a continuación:

- (1) Preparación y colocación de la formaleta.
- (2) Preparación y colocación de la armadura de acero de refuerzo del elemento estructural.
- (3) Colocación y fijación de los ductos o bien de los alambres, torones o barras ya envainados.
- (4) Colocación y fijación de los anclajes y sus aditamentos en los extremos de los ductos.
- (5) Alineamiento y ajuste final de las formaletas.
- (6) Colocación y curado del concreto.
- (7) Tensado de los alambres, torones o barras de preesfuerzo previa confirmación que la resistencia especificada del concreto para realizar la operación, ha sido alcanzada.
- (8) Protección del acero de preesfuerzo, mediante la inyección de lechada basada en mortero o lechada de cemento u otro elemento protector de calidad y eficacia comprobadas.
- (9) Protección de los anclajes con concreto o mortero.

554.09 EQUIPO DE PREESFUERZO. El Contratista debe suministrar todo el equipo necesario para la construcción y la aplicación del preesfuerzo, el cual debe ser efectuado con un equipo de gateo aprobado. Si se utilizan gatos hidráulicos, éstos deben contar con manómetros y/o celdas de carga que ofrezcan suficiente exactitud en sus lecturas de acuerdo al sistema a usarse.

Los dispositivos de medición deben calibrarse por lo menos cada 6 meses, o cuando se dude de su exactitud, debiendo el Contratista proporcionar al Delegado Residente, los respectivos gráficos o tablas de calibración.

Los gatos deben ser calibrados conjuntamente con su manómetro o celda de carga como una unidad y extendiendo el pistón a la posición aproximada que tendrá al aplicar la fuerza máxima de gateo. Cuando se usen manómetros, el indicador de cuadrante debe ser de por lo menos 150 mm de diámetro. El rango de calibración de cargas será no menor de $\frac{1}{4}$ ni mayor de $\frac{3}{4}$ de la capacidad de lectura de la escala, a menos que se demuestre una exactitud adecuada en un rango mayor.

En caso de ser utilizado otro tipo de gatos, éstos deben contar con un sistema que garantice la correcta medida y aplicación de las fuerzas de gateo.

Si se usa una celda de carga o dinamómetro para medición de la fuerza aplicada, la calibración de fuerzas de gateo debe hacerse a partir del 10% de la capacidad máxima de dicha celda.

La fuerza de preesfuerzo debe determinarse por la medición de la fuerza del gato indicada por el manómetro y/o celda de carga, y por la medición del alargamiento del acero de preesfuerzo. Si hay una discrepancia entre la fuerza deducida de la medición del alargamiento y la esperada por el gateo mayor de 5% para elementos pretensados o mayor de 7% para elementos postensados, se debe revisar toda la operación de tensado, determinar y corregir las causas de la discrepancia, antes de proseguir con el tensado.

Los manómetros de los gatos deben ser recalibrados cuando sus lecturas difieran en 5% entre sí. Si el sistema de gateo está equipado con una válvula automática de relajamiento que se cierra cuando se alcanza la fuerza requerida de preesfuerzo, la medición del alargamiento de tendones se requiere sólo para el primero y último tendones tensionados y para por lo menos el 10% de los tendones restantes.

554.10 MEDIDAS DE SEGURIDAD. El preesfuerzo implica la utilización de fuerzas muy grandes, esforzándose el acero y el concreto en un porcentaje alto de su carga última. Además, durante la construcción y montaje se ponen en juego fuerzas hidrostáticas de vibración, desbalances y fuerzas dinámicas, por lo que deben tomarse las medidas y disposiciones adecuadas para la seguridad del personal y del equipo. Estas medidas deben incluir una planificación adecuada; el uso de arriostamientos temporales requeridos para el manipuleo, transporte y montaje de los elementos estructurales; la instalación de avisos de prevención y la instrucción del personal a través de un programa continuo. Deben observarse asimismo, las medidas de seguridad señaladas a continuación.

(a) Durante las Operaciones de Tensado. La operación de tensado constituye un potencial de serios accidentes, más que todas las otras operaciones de preesfuerzo combinadas. Los tendones son sometidos a tensiones muy altas, lo que implica una gran acumulación de energía que puede convertir a los anclajes, cables o gatos en verdaderos proyectiles. Tanto en las plantas como en las obras deben observarse las siguientes reglas básicas de seguridad:

(1) Antes de tensar se debe dar una señal visible y audible para que todo el personal que no intervenga en las operaciones de tensado, desocupe el área de trabajo.

(2) Los gatos deben ser sostenidos adecuadamente para evitar que vuelen o salten en caso de fallar los tendones.

(3) No se debe permitir que permanezca personal en el extremo del miembro, cuyos tendones se están tensando o en el extremo del banco en línea directa con los cables sometidos a tensión.

(4) El personal que efectúe las medidas de alargamiento de los tendones debe ser especialmente prevenido y colocarse lateralmente para hacer las mediciones.

(5) Durante las operaciones de acuñamiento y anclaje, el personal que interviene debe ser protegido contra el riesgo de voladura de piezas de acero.

(6) No se debe permitir operaciones de soldadura u otras que generen calor, cerca del acero de preesfuerzo tensado.

(7) El equipo debe mantenerse limpio y en buenas condiciones de funcionamiento.

(8) Los anclajes deben mantenerse limpios a fin de evitar deslizamientos o asentamientos defectuosos durante el tensado.

(9) Los alambres, torones y barras que integran los tendones deben estar libres de averías o lastimaduras.

(b) Durante las Operaciones de Inyección.

Se debe proporcionar a los operarios, protección especial para los ojos y no debe permitirse que el personal revise directamente las bocas de salida de la inyección durante la misma.

554.11 FUNDICION O COLADO DEL CONCRETO.

(a) Formaleta y Obra Falsa. Debe cumplir con los requisitos de la sección 556 debiendo además cuidarse que las mismas estén acondicionadas, tomando en cuenta las deformaciones resultantes de la transmisión de cargas al tensar los tendones de preesfuerzo durante la construcción, así como permitir los acortamientos lineales por contracción o por el postensado y no crear fijaciones imprevistas.

(b) Colocación del Refuerzo. Debe hacerse de acuerdo a lo indicado en 552.

(c) Colocación y Compactación del Concreto. El concreto debe ser depositado en las formaletas hasta que el Delegado Residente haya aprobado la colocación del refuerzo de acero, los cerramientos, anclajes, placas de apoyo y el acero de preesfuerzo, y el Contratista demuestre que los ductos están despejados. La colocación y compactación debe hacerse de acuerdo a lo indicado en las secciones 551 y 553. Como generalmente se emplean mezclas de bajo revenimiento, es necesaria una vibración intensiva para asegurar el llenado correcto de las formaletas, especialmente en espacios con mucho acero. En la mayor parte de los casos el método más efectivo es el de vibración interna con vibradores de inmersión. Sin embargo, cuando se trate de elementos de poco espesor, y particularmente de elementos prefabricados fundidos en moldes de acero, el Delegado Residente puede ordenar el uso del método de vibración externa de formaletas. En este caso, los vibradores externos deben ser localizados escalonadamente, evitando que queden opuestos uno al otro para no contrarrestar sus efectos. En casos especiales puede requerirse una combinación de vibración externa e interna. El concreto debe vibrarse con mucho cuidado para evitar desplazamiento del refuerzo y otros materiales que quedan embebidos en el concreto.

(d) Curado del Concreto.

(1) Curado con agua o con compuestos líquidos, formadores de membranas de curado. Debe hacerse de conformidad con lo indicado en 553.18.

(2) Curado a Vapor. Con el objeto de acelerar la adquisición de resistencia y reducir el tiempo de curado, puede efectuarse el curado a vapor, en un medio cerrado con un tipo de cubierta adecuada que contenga el vapor y minimice las pérdidas de calor y humedad. El concreto puede cubrirse con una membrana selladora de curado y otras membranas protectoras. La aplicación inicial del vapor debe hacerse de 2 a 4 horas después de haber colocado la última carga de concreto para permitir el fraguado inicial. En caso de usar retardantes de fraguado, el período de espera antes de la aplicación del vapor, debe ser incrementado de 4 a 6 horas.

El vapor debe aplicarse a un 100% de humedad relativa para prevenir pérdidas de humedad y para proveer el exceso de humedad requerida para una adecuada hidratación del cemento. La aplicación del vapor no debe hacerse directamente sobre el concreto. Durante la aplicación del vapor, la temperatura ambiente del aire debe incrementarse a una razón que no exceda de 22 °C por hora hasta que sea alcanzada una temperatura máxima de 60° a 71 °C.

Esta temperatura máxima debe sostenerse hasta que el concreto haya alcanzado la resistencia prevista.

Cuando se haya alcanzado la resistencia prevista, el curado a vapor debe discontinuarse. Los miembros deben ser destensados inmediatamente después del curado a vapor mientras el concreto y los moldes permanecen aún calientes. Una vez suspendido el curado a vapor, la temperatura ambiente del aire no debe decrecer a una razón que exceda de 22°C por hora, hasta llegar a una temperatura de alrededor de los 11°C encima de la temperatura ambiente a la cual será expuesto el concreto.

El acero de pre-esfuerzo para postensado no debe ser instalado hasta que se finalice el curado a vapor.

(3) Curado con calor por radiación. El calor por radiación puede aplicarse por medio de vapor circulante por tuberías, aceite caliente o agua caliente o bien por elementos de calefacción eléctrica. El curado de calor por radiación debe hacerse en un ambiente cerrado adecuadamente, y en general se sigue una metodología de incrementos y decrementos de temperatura similar a la indicada para el curado a vapor.

El Contratista podrá proponer otro sistema de curado, siempre que el mismo dé los resultados requeridos y sea aceptado por el Delegado Residente.

(e) Juntas de Construcción. Las juntas de construcción deben disponerse en lo posible normalmente a la dirección de las fuerzas de compresión y la forma, medidas, localización y detalles especiales de las mismas deben ser las que se indiquen en los planos y en las Disposiciones Especiales. Debe, asimismo, seguirse las recomendaciones de construcción indicadas en 553.10.

554.12 COLOCACION Y TENSADO DEL ACERO DE PREESFUERZO PRETENSADO.

(a) Colocación de los Tendones. Los tendones o cables deben ser colocados y mantenidos en posición en forma precisa en los lechos o camas de tensado. Todo el acero de preesfuerzo que vaya a quedar expuesto a la intemperie por más de 36 horas antes de fundir el concreto, deberá ser protegido contra la corrosión y la contaminación externa.

Todos los torones y alambres deben estar libres de dobleces o torceduras. Los anclajes deben ser revisados para asegurar la efectiva sujeción de los tendones.

(b) Tensado del Acero de Preesfuerzo. El tensado debe hacerse cuidadosamente, llevando el acero de preesfuerzo a los esfuerzos requeridos. Debe llevarse un registro de las fuerzas de gateo y de los alargamientos a partir de la aplicación del 20% de la fuerza última de gateo. Cualquier desenrollamiento de torones que exceda de una vuelta no será permitido, una vez que se hayan iniciado las operaciones de tensado. En las medidas de alargamiento deben incluirse el deslizamiento de los tendones en los anclajes, el movimiento horizontal de los estribos y los cambios de temperatura del acero de preesfuerzo entre el inicio del tensado y el momento en que el concreto alcance su fraguado inicial.

Las formaletas de las camas o lechos de tensado, así como los torones y barras de refuerzo deben mantenerse a una temperatura que no varíe en más de 14°C de la del concreto que será colocado. Los tendones que deban tensarse suspendidos, deben ser soportados por rodillos de cojinetes lubricados de mínima fricción, en los puntos de cambio de dirección. Inicialmente, cuando se tensan los tendones y se llevan a su posición suspendida, la fuerza tensora no deberá sobrepasar la requerida menos el aumento de tensión necesaria para forzar el tendón a la posición suspendida.

Si la fuerza o carga aplicada a un tendón suspendido en su extremo muerto, determinada por las medidas de alargamiento del mismo, es menor que el 95% de la fuerza de gateo indicada, el tendón debe ser tensado desde los dos extremos del lecho, haciendo que la fuerza computada de las medidas de alargamiento del gateo en ambos extremos, coincida dentro del 5% con la fuerza de gateo indicado.

Para tendones que se tensarán aislados, se permite un solo empalme por tendón.

Los empalmes serán permitidos, únicamente si se dejan fuera de los elementos de concreto pretensado. Para tendones tensados en grupo, puede permitirse empalmes en todos los tendones o en no más del 10% de los tendones. Los empalmes deben hacerse entre tendones de la misma procedencia y con la misma torsión o disposición.

Dentro de las 3 horas anteriores a la colocación del concreto, debe comprobarse la tensión de los tendones. El método y equipo para determinar la pérdida del preesfuerzo, deberá ser aprobado previamente por el Delegado Residente. Los tendones que muestren una pérdida de preesfuerzo mayor del 3% deben ser retensados. Si los tendones han sido tensados en grupo debe comprobarse la pérdida de preesfuerzo en todo el grupo. Si la fuerza total de preesfuerzo para el grupo indica una pérdida de preesfuerzo mayor del 3% o si algún tendón individual se comporta de manera significativamente diferente al resto del grupo, debe procederse a destensar y retencionar el grupo completo.

(c) Relevación de la Tensión y Cortado del Acero Pretensado. La fuerza tensora del acero pretensado debe relajarse y transferirse al concreto hasta después que éste haya alcanzado la resistencia prevista. El relajamiento y corte del acero pretensado debe hacerse de tal manera que se minimice la excentricidad lateral de las fuerzas de preesfuerzo aplicadas. El acero de pretensado debe cortarse a ras con los extremos de cada elemento de concreto pretensado. Los extremos descubiertos de acero pretensado y la franja de 25 mm (1 pulgada) de concreto adyacente deben limpiarse con cepillo de alambre o chorro de materiales abrasivos a presión, para eliminar suciedad y residuos que no estén firmemente adheridos. Luego las superficies deberán cubrirse con una capa de pintura rica en zinc. La pintura debe estar bien mezclada y debe ser introducida en los espacios libres de los tendones.

554.13 COLOCACION Y TENSADO DEL ACERO DE PREESFUERZO, POSTENSADO.

(a) Colocación de los Tendones. Los planos de ejecución deben definir exactamente los tendones a colocar en obra, los puntos de paso obligados y el espaciamiento de los soportes que permita asegurar una curvatura regular de los tendones. Las tolerancias de colocación con referencia a los puntos de paso deben ser definidas en función de las distancias de los ejes de los tendones a las paredes más cercanas del elemento. Salvo indicaciones especiales para un proyecto determinado, justificadas por el cálculo, se pueden permitir las siguientes tolerancias:

- (1) 5 mm para una distancia de 100 mm como máximo.
- (2) 10 mm para una distancia entre 100 mm y hasta 200 mm máximo.
- (3) 15 mm para una distancia entre 200 mm y hasta 500 mm máximo.
- (4) 30 mm para distancias mayores de 500 mm.

Las tolerancias deben ser medidas desde el eje del tendón en dirección normal a la pared más cercana. Por consiguiente, para un mismo tendón, la tolerancia puede ser diferente en el sentido transversal y en el sentido vertical. Toda desviación con relación al trazo teórico, superior a 10 mm sobre una longitud mayor de 1.50 m no debe ser aceptada.

(b) Precauciones a Tomar Durante la Fundición.

(1) Revisar que los ductos no tengan ninguna perforación y que los acoplamientos estén bien sellados para evitar que entre lechada o mortero en los ductos.

(2) No desplazar los tendones de preesfuerzo.

(3) Cuidar que los anclajes y sus aditamentos se mantengan fijos en su posición.

(4) Mover los tendones dentro de los ductos, a fin de que si hubiera penetración de la lechada dentro de los mismos, los cables no queden adheridos a las paredes del ducto. En el caso de efectuar la fundición sin haber colocado el tendón dentro de los ductos, conviene introducir mangueras plásticas dentro de los mismos y moverlas durante la fundición para evitar la formación de obstrucciones por cualquier penetración eventual de lechada o mortero.

(c) Postensado del Acero de Preesfuerzo. Los planos de ejecución de obra deben indicar lo siguiente:

(1) El proceso constructivo a seguir.

(2) El orden de tensado de los tendones, el cual debe hacerse siempre de arriba hacia abajo, con diferentes porcentajes.

(3) Eventualmente las fases sucesivas de preesfuerzo parcial.

(4) La fuerza de tensión de los tendones en servicio, tomando en consideración las pérdidas de preesfuerzo.

(5) El valor de la fuerza de tensión o fuerza de gateo inicial.

(6) Los alargamientos a obtener en la obra.

Las resistencias que debe tener el concreto en las diferentes etapas del tensado y a los 28 días.

(d) Control del Postensado.

(1) Comprobación de la Resistencia Especificada para el Concreto. Antes de proceder al postensado de los tendones debe verificarse si el concreto ha alcanzado la resistencia especificada para cada una de las etapas del tensado. Dicha resistencia se determina de acuerdo a lo indicado en 551.11. Para garantizar que el concreto en obra alcanza la resistencia especificada, el Delegado Residente puede ordenar que dos o más especímenes de ensayo sean conservados junto a la obra y curados en las mismas condiciones que ésta.

(2) Registro del Postensado. Deben llevarse registros de tensado que indiquen claramente:

- a) El orden de los tensados.
- b) La fuerza a aplicar
- c) Los alargamientos teóricos a obtener
- d) Las fases sucesivas de preesfuerzo parcial
- e) La pérdida por fricción en el proceso de postensado.

(3) Control de las operaciones de postensado. Debe ser efectuado midiendo simultáneamente las fuerzas aplicadas y los alargamientos de los tendones.

La medida de las fuerzas aplicadas debe efectuarse por medio de un dinamómetro interpuesto entre el tendón y el gato, o por la lectura de la presión del fluido actuando en el gato. En este último caso, se debe disponer de una curva o tabla de calibración que determine la relación entre la presión del fluido leída en el manómetro y la fuerza ejercida por el gato, para presiones crecientes y decrecientes. Los manómetros o dinamómetros deben ser calibrados tan seguido como sea necesario.

Todos los valores obtenidos deben ser anotados en los registros de tensado, que deben indicar también los incidentes que ocurran en el curso de las operaciones.

La fuerza inicial de tensión de los cables debe ser la fijada por el cálculo. Toda diferencia entre el alargamiento calculado y el alargamiento medido, que sobrepase el 5%, debe ser objeto de un examen particular de las causas.

(e) Protección Permanente de los Tendones. La protección permanente de los tendones se debe hacer mediante inyección de lechada o mortero basado en cemento hidráulico aprobado por el Delegado Residente.

Los tendones no adheridos deben recubrirse completamente con un material adecuado que garantice la protección contra la corrosión.

La inyección de los tendones debe ser efectuada dentro de las 48 horas siguientes a la operación del tensado. Si el método constructivo u otras causas que lo justifiquen a juicio del Delegado Residente así lo demanden, los tendones pueden permanecer sin inyectar durante un período de 1 mes como máximo, siempre que se les proteja provisionalmente mediante el uso de aceite soluble, un agente anticorrosivo aprobado, u otro medio de eficacia comprobada.

En circunstancias extraordinarias puede prolongarse el período de 1 mes, dependiendo de la durabilidad y eficacia del método provisional de protección adoptado.

554.14 INYECCION DE LA LECHADA. La lechada o mortero de cemento hidráulico debe cumplir con los requisitos de 554.05 (a) y debe ser mezclada e inyectada como se indica a continuación. Si así lo indican las Disposiciones Especiales o lo aprueba el Delegado Residente, pueden utilizarse la otra lechada indicada en 554.05 (b).

(a) Mezclado. Los aparatos para efectuar la mezcla y la duración del mezclado, deben permitir la obtención de una lechada o mortero sin grumos, de consistencia uniforme y si es posible, coloidal (parecida a una pintura espesa).

La lechada o mortero debe ser mezclado en un mezclador mecánico de alta velocidad y después debe ser pasada a través de un filtro al equipo de bombeo, el cual la hace recircular. El tiempo de mezclado depende del tipo de mezclador usado, pero normalmente debe ser de 2 a 4 minutos. Los componentes de la mezcla deben ser introducidos en el depósito de mezcla en el orden siguiente: agua, cemento y arena, en el caso de recomendarse el uso de ésta última. Si se emplea algún aditivo, éste debe agregarse en la segunda mitad del tiempo de mezclado.

La temperatura de los elementos de concreto al momento de la inyección de la lechada o mortero, debe ser mayor de 10°C y debe mantenerse a esta temperatura por lo menos durante 48 horas.

(b) Precauciones a tomar en cuanto a los Ductos.

(1) El ducto no debe presentar obstáculos al paso de la lechada o mortero, debe ser lo más regular posible y sin cambios de sección.

(2) Cuando los tendones lleven curvaturas de más de 600 milímetros de altura de onda, deben ser colocados en los puntos altos, salidas por medios de tubos de purga para evitar la formación de bolsas de agua y aire.

(3) Cuando las longitudes de los ductos o la magnitud de los desniveles así lo requiera, debe proveerse tubos de evacuación también en los puntos bajos.

(c) Inyección. Antes de la inyección, se deben lavar los ductos mediante bombeo de agua limpia dentro de los mismos. Cuando el agua que sale en el extremo opuesto sea lo suficientemente clara, debe suspenderse el lavado.

El agua que quede dentro de los ductos debe ser expulsada de los mismos, mediante la acción de aire comprimido.

La capacidad de la bomba inyectora debe poder asegurar dentro de los ductos de menos de 100 milímetros de diámetro, una progresión de 9 a 12 metros por minuto, con una presión compatible con la resistencia de los ductos y como mínimo igual a 0.7 MPa (100 lb/pulg²).

Siempre que sea posible, la inyección de un ducto se debe hacer a partir de la extremidad más baja. La inyección debe ser efectuada de manera continua hasta que se observe que la consistencia de la lechada o mortero en la salida del ducto corresponde a la misma que se está aplicando en el extremo opuesto.

Una vez que se haya aprobado la consistencia de la lechada o mortero en la salida del ducto, éste debe taparse y proseguirse la operación de bombeo hasta que la presión en el manómetro de la bomba inyectora marque 0.7 MPa (100 lb/pulg²), presión que debe mantenerse durante un mínimo de 3 minutos, procediendo a continuación a tapar la entrada.

Para efectuar la conexión del equipo de inyección con el ducto y tapar el mismo al finalizar la operación, sin que se pierda la presión, el medio más indicado es proveer tanto la entrada como la salida con tubos plásticos flexibles que se puedan cerrar con válvulas adecuadas antes de desconectar la manguera de inyección.

Todo el equipo de inyección, incluyendo las mangueras, debe estar protegido con válvulas u otros dispositivos de seguridad.

En el caso de defectos en la operación de inyectado, tales como fugas por rotura de los ductos o por falta de compactación en el concreto que los rodea, éstos deben ser reparados hasta lograr que la lechada o mortero los llene perfectamente. En caso de taponamientos en los ductos, tales taponamientos deben ser localizados y eliminados y de no lograr hacerlo, se debe perforar el concreto por medio de barrenos hasta las proximidades del taponamiento para proporcionar salida a la inyección y asegurar el llenado del resto del ducto.

Bajo ningún concepto se debe permitir que quede un ducto o zona del mismo, sin la protección que proporciona la inyección de la lechada o mortero, pues se correría el riesgo de que se rompa por efecto de la corrosión.

554.15 PROTECCION PERMANENTE DE LOS ANCLAJES. Siendo los anclajes mecanismos altamente esforzados, requieren una protección completa contra la corrosión y contra el fuego, por lo que deben ser recubiertos apropiadamente con mortero o con concreto.

554.16 TRANSPORTE, ALMACENAMIENTO Y MONTAJE DE LOS ELEMENTOS PREESFORZADOS PREFABRICADOS.

(a) Transporte y Almacenamiento. No debe efectuarse ningún despacho o envío de elementos preesforzados prefabricados, hasta que los ensayos de cilindros de concreto fabricados con el mismo concreto y curados en las mismas condiciones que cada uno de los elementos que representan, indiquen que el concreto de cada elemento ha alcanzado la resistencia requerida de diseño y que tiene una edad de por lo menos 14 días.

Los elementos prefabricados deben ser transportados y almacenados de manera que sus puntos de soporte y la dirección de las reacciones con respecto al elemento, sean aproximadamente las mismas que las que tendrá el elemento cuando esté en su posición final en la estructura. En el caso que el Contratista transporte o almacene los elementos en otra posición que no sea la descrita, lo hará bajo su cuenta y riesgo. Se deben tomar las precauciones necesarias durante el transporte y almacenamiento de los elementos o unidades prefabricadas, para prevenir grietas u otros daños en las mismas.

Las unidades dañadas por un manipuleo o almacenamiento inadecuado, deben ser reemplazadas por el Contratista por su propia cuenta.

(b) Montaje. Tanto el equipo como el método de montaje deben ser objeto de un estudio especial, tomando en consideración las particularidades de cada caso y requieren de la aprobación del Delegado Residente.

Esta aprobación, sin embargo, no exime al Contratista de su responsabilidad por las unidades dañadas en el curso de las operaciones de montaje.

554.17 REMOCION DE LA OBRA FALSA Y LIMPIEZA. Al terminar el montaje y antes de la aceptación final del trabajo, el Contratista debe quitar toda la obra falsa, materiales excavados o no utilizados, desechos, basura y construcciones temporales, restaurando en forma aceptable toda la propiedad, tanto pública como privada, que pudiera haber sido dañada durante la ejecución de este trabajo y debe dejar el lugar de la estructura del puente y el área adyacente, limpios y presentables de conformidad con lo indicado en 105.12.

554.18 MEDIDA. La medida para estructuras de concreto preesforzado puede hacerse como sigue:

(a) Elementos de Concreto Postensado.

(1) Concreto Estructural. La medida se debe hacer del número de metros cúbicos, con aproximación de dos decimales, del renglón "Estructuras de Concreto" indicado en las Disposiciones Especiales y/o en los documentos de oferta. La medida debe incluir todo el concreto estructural, fabricado y fundido en la obra y colocado satisfactoriamente dentro de las líneas indicadas en los planos, de acuerdo con estas Especificaciones Generales. No se debe hacer deducciones por los escurrimientos, drenajes, biseles, rayaduras, molduras o pestañas, cuya sección transversal sea de 10 cm² o menor, o por el volumen de concreto desplazado por el acero de refuerzo o el acero de preesfuerzo.

(2) Acero de Preesfuerzo. La medida se debe hacer del número de kilogramos, con aproximación de dos decimales, de acero de preesfuerzo, de los diferentes tipos que se especifiquen, suministrado, colocado, debidamente tensado y protegido, efectivamente incorporados a la obra, de acuerdo con los planos y estas Especificaciones Generales. No se debe hacer medida por separado del peso de los ductos, dispositivos de anclaje y demás aditamentos necesarios para cada sistema de preesfuerzo a usar. Tampoco se debe hacer ninguna medida del volumen de lechada o mortero o de cualquier otro material aprobado para la protección del acero de preesfuerzo.

(3) Acero de Refuerzo. La medida se debe hacer de acuerdo a lo indicado en la Sección 552.

(b) Elementos Prefabricados de Concreto Preesforzado. La medida se debe hacer del número de unidades o del número de metros lineales, con aproximación de dos decimales, de los diferentes tipos de elementos prefabricados de concreto preesforzado; suministrados, suministrados y montados, o solamente montados; de acuerdo con los planos, las Disposiciones Especiales y estas Especificaciones Generales.

554.19 PAGO. El pago de estructuras de concreto preesforzado debe hacerse como sigue.

(a) Elementos de Concreto Postensado.

(1) Concreto Estructural. El pago se debe hacer por el número de metros cúbicos medidos como se indica en 554.18 (a), al precio unitario de contrato, correspondiente a concreto estructural, de la clase especificada para el renglón de estructuras de concreto de que se trate, cuyo precio incluye el trabajo estipulado en esta sección, de conformidad con lo indicado en 110.02. El pago de este trabajo comprende también todos los accesorios tales como materiales para juntas, apoyos especiales, drenajes, formaletas, obra falsa y demás aditamentos requeridos para completar satisfactoriamente el trabajo, de acuerdo con los planos y/o con las Disposiciones Especiales.

No se reconoce ningún pago adicional por el suministro y colocación del concreto de clase superior a la que fue especificada en los planos o en las Disposiciones Especiales.

(2) Acero de Preesfuerzo. El pago se debe hacer por el número de kilogramos medidos como se indica en 554.18 (b) al precio unitario del contrato, correspondiente a los renglones que se refieran a los diferentes tipos de acero de preesfuerzo que se indiquen en los documentos de oferta. Este precio incluye el pago por todos los elementos complementarios tales como: ductos, anclajes, lechada o mortero de cemento hidráulico, y demás aditamentos requeridos para completar satisfactoriamente el trabajo de acuerdo con los planos, las Disposiciones Especiales y todo el trabajo especificado en esta sección, de conformidad con lo indicado en 110.02.

(3) Acero de Refuerzo. El pago se debe hacer como se indica en la sección 552.

(b) Elementos Prefabricados de Concreto Preesforzado. El pago se debe hacer por el número de unidades o del número de metros lineales medidos como se indica en 554.18 (c), al precio unitario de contrato, correspondiente a los renglones que se refieran a los diferentes tipos de elementos prefabricados de concreto preesforzado; suministrados, suministrados y montados, o solamente montados; que se indiquen en los documentos de oferta. Este precio incluye el pago del concreto estructural de la clase especificada, el acero de refuerzo, el acero de preesfuerzo y todos los accesorios y elementos complementarios, tales como ductos, anclajes, lechada o mortero de cemento hidráulico, materiales para juntas, apoyos especiales, drenajes, obra falsa y demás aditamentos requeridos para completar satisfactoriamente el trabajo de acuerdo con los planos y las Disposiciones Especiales, y todo el trabajo especificado en esta sección, aplicable al caso de que se trate, de conformidad con lo indicado en 110.02.

RESUMEN DE NORMASMATERIALES PARA FABRICAR CONCRETO

<u>Ensayos</u>	<u>Materiales</u>
Sección 551 *	551.03 (b) *

CALIDAD DEL CONCRETO

Sección 551 *	Sección 551 *
---------------	---------------

ACERO DE PREESFUERZO Y MATERIALES COMPLEMENTARIOS

Muestreo acero de preesfuerzo	554.04 (c) (2) (a) y (b) *		
Ensayos mecánicos	AASHTO M 204 (ASTM A 421)	Alambre de acero de alta resistencia	AASHTO M 204 (ASTM A 421)
Ensayos mecánicos	AASHTO M 203 (ASTM A 416)	Torones de 7 alambres de acero de alta resistencia	AASHTO M 203 (ASTM A 416)
Ensayos mecánicos	AASHTO M 215	Barras de acero de aleación de alta resistencia	AASHTO M 215
		Ductos, anclajes y acopladores	554.04 (b) *

LECHADA PARA CABLES ADHERIDOS

Lechada o mortero de cemento hidráulico	554.05 *
---	----------

ACERO DE REFUERZO

Sección 552 *

(*) Se refiere a estas Especificaciones Generales.

SECCION 555 CONCRETO CICLOPEO

- 555.01 Definición.
- 555.02 Descripción.
- 555.03 Materiales para Concreto.
- 555.04 Piedra.
- 555.05 Preparación del Concreto.
- 555.06 Colocación del Concreto Ciclópeo.
- 555.07 Medida.
- 555.08 Pago.

555.01 DEFINICION. Concreto Ciclópeo. Es una combinación de concreto estructural y de piedra grande de tamaño no mayor de 300 mm.

555.02 DESCRIPCION. Este trabajo consiste en la fabricación, suministro y la colocación de una combinación de concreto clase 17.5 (2500), tal como se indica en la Sección 551, y de piedra grande, no mayor de 300 milímetros. El volumen total de piedra adicional no debe exceder de un tercio del volumen total del concreto ciclópeo.

Como alternativa y a su solicitud, el Contratista puede usar concreto clase 14 (2000) como se indica en 551.03, sin agregarle piedra grande.

MATERIALES

555.03 MATERIALES PARA CONCRETO.

- (a) Cemento. El cemento será cemento hidráulico que cumpla con los requisitos de 551.04 (a).
- (b) Agregados Fino y Grueso para el Concreto. Deben cumplir con los requisitos de 551.04 (b) y (c) de estas Especificaciones Generales.
- (c) Agua. El agua debe estar de acuerdo con los requisitos de 551.04 (d).
- (d) Aditivos. Deben cumplir con los requisitos de 551.05.

555.04 PIEDRA. Esta puede consistir en piedra partida o canto rodado, de buena calidad, de preferencia en su estado natural (con caras sin labrar), limpia, dura, sana, durable, libre de segregaciones, fracturas, grietas u otros defectos estructurales que tiendan a reducir su resistencia a la intemperie.

Se conservará libre de suciedad, aceite, mortero seco y otras sustancias que afecten su adhesión con el concreto.

555.05 PREPARACION DEL CONCRETO. Se ajustará a lo prescrito por la Sección 551.

REQUISITOS DE CONSTRUCCION

555.06 COLOCACION DEL CONCRETO CICLOPEO. La piedra debe colocarse cuidadosamente, de preferencia a mano, sin dejarla caer o tirarla, para no causar daño a las formaletas, a las tuberías transversales en el caso de cabezales o al concreto adyacente parcialmente fraguado.

Podrá usarse piedra estratificada, siempre que sea colocada horizontalmente con relación a su plano de ruptura. Toda la piedra antes de ser colocada, debe limpiarse y mojarse con agua limpia, a modo de evitar que la piedra absorba agua del concreto. Cada piedra debe

estar rodeada de por lo menos 80 mm de concreto y no debe colocarse ninguna, a menos de 250 mm de cualquier superficie superior ni a menos de 80 mm de cualquier otra superficie de la estructura que se está construyendo.

Si se interrumpe la fundición, al dejar una junta de construcción, debe dejarse piedras sobresaliendo no menos de 100 mm para formar llave. Antes de continuarse la fundición, debe limpiarse la superficie donde se colocará el concreto fresco y mojarse la misma con agua limpia.

El concreto ciclópeo no se debe usar en estructuras cuya altura sea menor de 600 mm y/o en las que el espesor sea menor de 300 mm.

555.07 MEDIDA. La medida se debe hacer del número de metros cúbicos, con aproximación de dos decimales, de concreto ciclópeo satisfactoriamente terminados y aceptados de acuerdo con estas Especificaciones Generales.

555.08 PAGO. El pago se debe hacer por el número de metros cúbicos medidos como se indica anteriormente, al precio unitario de contrato, correspondiente a Concreto Ciclópeo o a Concreto Clase 14 (2000) sin agregarle piedra, si se optare por esta alternativa. Debe entenderse que el aceptar el cambio de alternativa, no conlleva ningún cambio en precio unitario. Este precio incluye el trabajo especificado en esta Sección, de conformidad con lo indicado en 110.02.

RESUMEN DE NORMAS

<u>Ensayos</u>		<u>Materiales</u>
Cemento Hidráulico	551.04 (a) *	Ver Requisitos de Materiales y Ensayos de la Sección 551 *
Agregado Fino y Grueso	551.04 (b) (c) *	
Agua	551.04 (d) *	
Aditivos	551.05 *	
Piedra	555.04 *	
Concreto	551 *	

* Se refiere a estas Especificaciones Generales.

SECCION 556 FORMALETAS Y OBRA FALSA

- 556.01 Definiciones.
- 556.02 Descripción.
- 556.03 Planos.
- 556.04 Cargas de Diseño.
- 556.05 Esfuerzos, Cargas y Deflexiones.
- 556.06 Elementos de Fábrica.
- 556.07 Cimentación de la Obra Falsa.
- 556.08 Obra Falsa sobre o adyacente a Carreteras y Vías Férreas.
- 556.09 Obra Falsa para Estructuras de Acero.
- 556.10 Construcción de la Obra Falsa.
- 556.11 Formaletas.
- 556.12 Remoción de las Formaletas y de la Obra Falsa.
- 556.13 Medida y Pago.

556.01 DEFINICIÓN.

Formaleta. Es la estructura de metal, madera, plástico o cualquier otro material que sirve para mantener el concreto en la forma y dimensiones indicadas en los planos durante el estado plástico del mismo. Deben tener la rigidez suficiente para evitar distorsiones, combamientos, alabeos, y aperturas de las juntas por la presión del concreto.

Obra Falsa. Es la estructura temporal que sirve para soportar las cargas sin causar deformación y asentamiento perjudiciales y para detener las formaletas antes o después de la colocación del concreto, de la estructura de acero o madera, con la contraflecha especificada.

556.02 DESCRIPCIÓN. Este trabajo consiste en el diseño, la construcción y la remoción de las formaletas y de la obra falsa las cuales sostendrán temporalmente el concreto, las vigas y otros elementos estructurales hasta que se complete la estructura y ésta pueda sostenerse por sí misma.

REQUISITOS DE CONSTRUCCION

556.03 PLANOS. El Contratista debe presentar una descripción detallada del sistema constructivo a seguir para la construcción de las estructuras. Cuando no se cuente con detalles completos de la formaleta y de la obra falsa, se deberá preparar y someter para su aprobación un juego de planos, de acuerdo con lo indicado en 105.05 (c). Se deberá mostrar lo siguiente, en lo que sea aplicable:

(a) El Contratista deberá diseñar e indicar los detalles para construir formaletas y obras falsas seguras y adecuadas que provean la rigidez necesaria, soporten las cargas aplicadas y produzcan, en la estructura final, las alineaciones y los niveles requeridos. Se deberá consultar lo indicado en 556.04 para establecer las cargas de diseño y lo indicado en 556.05 para establecer los esfuerzos de diseño, las cargas y las deflexiones. Para los montajes de elementos prefabricados, se deberá consultar lo indicado en 556.06.

(b) Se deberá indicar la carga estructural máxima a ser aplicada sobre el material de los cimientos. Se debe incluir un plan para el drenaje o una descripción de cómo se protegerán las cimentaciones contra la saturación, erosión y/o la socavación. Para ello, se debe seguir lo indicado en 556.07.

(c) El Contratista debe describir detalladamente todo el material propuesto. Se deberá designar el material que no pueda ser descrito verbalmente por su nomenclatura estándar (tal como la especificación AASHTO o ASTM) basado en los ensayos efectuados por el fabricante y las cargas de trabajo recomendadas. Además, se deberá evaluar el material que

compone la obra falsa y determinar si las propiedades físicas y las condiciones de dicho material son las adecuadas para soportar las cargas indicadas en el diseño.

(d) Se deberán suministrar los cálculos de diseño y las especificaciones de los materiales demostrando que el sistema propuesto soportará las presiones impuestas por el concreto y otras cargas. Se presentará un plan general de las operaciones propuestas para la colocación del concreto en el cual se incluya un listado del equipo, la mano de obra y los procedimientos a ser usados en cada operación. Se incluirán las razones propuestas para la colocación y las presiones de diseño para cada colada, así como un diagrama de la colocación en la superestructura indicando la secuencia de colocación del concreto y la ubicación de las juntas de construcción.

(e) Se deben presentar los cálculos hechos para el diseño de la obra falsa propuesta para las estructuras. Un profesional de la ingeniería, colegiado activo, con especialización en diseño estructural deberá diseñar, firmar y sellar los planos. Los cálculos correspondientes al diseño de la obra falsa deberán indicar los esfuerzos y las deflexiones de los miembros que soportarán cargas.

(f) Se deben indicar los asentamientos totales estimados para la obra falsa y las formaletas y el asentamiento del cimiento de la obra falsa y el desajuste en las juntas. Los asentamientos esperados no deberán exceder de 25 milímetros. Se debe diseñar e incluir todos los detalles de la obra falsa que soportará la estructura a construir. Se debe diseñar de manera que no ocurran asentamientos diferenciales entre las formaletas de las vigas y las de la losa durante la colocación del concreto. También se debe diseñar y construir la obra falsa a niveles que incluyan los asentamientos esperados durante la colocación del concreto y la contraflecha requerida para compensar las deflexiones de los miembros durante la construcción.

(g) Se deberán mostrar los sistemas de soporte para formaletas formadas por planchas que soporten la superestructura.

(h) Se deben incluir detalles para reforzar y proteger la obra falsa sobre o adyacente a una carretera o vía férrea durante cada fase de instalación y remoción. Para ello se deberá seguir lo indicado en 556.08.

(i) Se deben incluir suficientes detalles para los procedimientos a seguir en la instalación de elementos de acero y efectuar cálculos suficientes para asegurar que la geometría de las vigas sea la correcta. Para ello, se debe seguir lo indicado en 556.09.

(j) Se deben presentar detalles de los anclajes y de los tirantes propuestos para las formaletas de estructuras celulares, de acuerdo con lo indicado en 556.11.

Se deberán suministrar planos de la obra falsa independientes para cada estructura, excepto para estructuras idénticas con detalles y diseños de obra falsa idénticos. No se deberá iniciar la construcción de cualquier unidad de obra falsa hasta que los planos correspondientes a esa unidad estén revisados y sean aprobados por el Delegado Residente.

556.04 CARGAS DE DISEÑO.

(a) Cargas verticales de diseño. Las cargas muertas incluyen la masa del concreto, el acero de refuerzo, las formaletas y la obra falsa. La superestructura completa o cualquier masa de concreto a ser soportada por la obra falsa deberá ser considerada como una carga muerta líquida sin habilidad de soportarse por sí misma. Si el concreto va a ser postensado, se debe diseñar la obra falsa de manera que pueda soportar cualquier carga incrementada o reajustada causada por las fuerzas del postensado.

Se debe asumir que la densidad del concreto, del acero de refuerzo y de las formaletas no será menor de 2,600 kilogramos por metro cúbico para concreto normal y no menor de 2,100 kilogramos por metro cúbico para concreto liviano.

La carga viva será la masa actual del equipo a ser soportado por la obra falsa aplicado como cargas concentradas en el punto de contacto más una carga uniformemente distribuida de no menos de 2,000 Pa (200 Kg./m²) aplicada sobre el área soportada, más 1,100 Newtons (250 Kg) por metro aplicados en la orilla externa de los voladizos de la obra falsa de la superestructura.

La carga total vertical de diseño para la obra falsa será la suma de las cargas verticales muertas y vivas. Se debe usar una carga total vertical de diseño no menor de 7,350 Pa (750 Kg./m²).

(b) Cargas horizontales de diseño. Se debe utilizar una carga horizontal de diseño aplicada sobre las torres de la obra falsa, armaduras, marcos y otras estructuras de la obra falsa para verificar la estabilidad lateral. La carga horizontal asumida será la suma de las cargas horizontales actuales producidas por el equipo, la secuencia de construcción o por otras causas y una carga de viento. Se recomienda utilizar una velocidad máxima del viento de 50 Km./h. Sin embargo, la carga horizontal asumida en ningún caso podrá ser menor que el 5 por ciento de la carga muerta total soportada en el punto bajo consideración.

La obra falsa debe ser diseñada de manera que tenga la rigidez suficiente para resistir la carga horizontal asumida sin la aplicación de la carga muerta vertical. Se puede despreciar los efectos de la resistencia a la fricción.

(c) Presión líquida lateral. Las formaletas, amarres de las formaletas y el embreizado para sostener concreto con un aditivo retardante, ceniza muy fina u otra puzolana para reemplazar el cemento, deberán ser diseñados para soportar una presión líquida lateral, basada en un concreto con una densidad de 2,400 kilogramos por metro cúbico. Para el concreto que no contenga puzolanas y otros aditivos que afecten el tiempo del fraguado inicial, se debe determinar la presión líquida lateral basado en una temperatura y en una razón de aplicación del concreto de acuerdo con lo indicado en el ACI estándar 347 R, "Guía para la obra falsa del concreto".

556.05 ESFUERZOS, CARGAS Y DEFLEXIONES. Las cargas y esfuerzos máximos permisibles de diseño listados en esta Sección están basados en el uso de material de alta calidad que no ha sido dañado. Si se utiliza material de calidad inferior, se deberán reducir las cargas y esfuerzos permisibles. Al diseñar la obra falsa, no se deberá exceder los siguientes esfuerzos, cargas y deflexiones máximas:

(a) Madera. Se establecen los siguientes valores para los diferentes elementos:

(1) Compresión perpendicular a la veta = 3,450 kPa (35 Kg./cm²)

(2) Compresión paralela a la veta ⁽¹⁾ = $\frac{3,309}{(L/d)^2}$ MPa $\left[\frac{33,750}{(L/d)^2} \text{ Kg./cm}^2 \right]$

Donde:

L = longitud no apoyada

d = dimensión más pequeña de una columna cuadrada o rectangular o el ancho de un cuadrado con un área transversal equivalente al de una columna con sección redonda.

Nota: ⁽¹⁾ No deberá ser mayor que 11 MPa (110 Kg./cm²).

- (3) Esfuerzo a flexión = 8 MPa (80 Kg./cm²). Este valor debe ser reducido a 6.5 MPa (65 Kg./cm²) en los miembros con una altura nominal de 200 milímetros o más.
- (4) Corte horizontal = 1,300 kPa (13.5 Kg./cm²)
- (5) Tensión axial = 8.0 MPa (80 Kg./cm²)

La deflexión causada por la masa del concreto no podrá exceder de 1/500 de la luz, aunque la deflexión sea compensada con el uso de tiras para contraflecha.

- (6) Módulo de elasticidad (E) para la madera = 11.7 GPa (12 x 10⁶ Kg./cm²)
- (7) Carga axial máxima en pilotes madera = 400 kilo Newtons (40,860 Kg)

Se deberá utilizar el 75 por ciento del valor de diseño tabulado como valor de diseño para los pernos en la conexión de dos miembros (corte simple).

(b) Acero. Si se conoce el grado del acero estructural, no se deberá exceder los esfuerzos de diseño (distintos a los esfuerzos debidos a la compresión flexional) especificados en el Manual para Construcciones de Acero publicado por la AISC. Cuando no se pueda identificar el grado del acero utilizado, no se deberá exceder los esfuerzos de diseño, especificados en el Manual de la AISC para el acero ASTM A 33 ni lo siguiente:

- (1) Tensión, axial y flexional = 150 MPa (1,525 Kg./cm²)
- (2) Compresión, axial = 110,000 – 2.6 (L/r)² kPa $\left[1,125 - 0.025 (L/r)^2 \text{ Kg./cm}^2 \right]$

Nota: L/r no deberá ser mayor que 120, donde L = longitud libre y r = radio de giro del miembro.

- (3) Corte en la sección bruta del alma para formas perfiladas = 100 MPa (1,000 Kg./cm²)
- (4) Desgarramiento del alma para formas perfiladas = 185 MPa (1,900 Kg./cm²)

Para todos los grados de acero, no se deberán exceder los esfuerzos de diseño y las deflexiones siguientes:

- (5) Compresión, flexional ⁽¹⁾ = $\frac{82,750}{(Ld/bt)}$ MPa $\left[\frac{845,000 \text{ Kg./cm}^2}{(Ld/bt)} \right]$

Donde:

L = longitud libre

d = dimensión más pequeña de una columna cuadrada o rectangular o el ancho de un cuadrado con una sección transversal equivalente al de una columna con sección redonda.

b = ancho del ala en compresión

t = espesor del ala en compresión

Nota: ⁽¹⁾ Este valor no deberá ser mayor que 150 MPa (1,525 Kg./cm²) para el acero sin grado conocido o el acero ASTM A 33. Para el acero identificado con un determinado grado, este valor no deberá ser mayor que 0.6 F_y, donde F_y = esfuerzo en el límite de fluencia mínimo especificado para el grado del acero en uso.

La deflexión producida por la masa de concreto no deberá exceder de 1/500 de la luz, aún si la deflexión será reducida con el uso de tiras para la contraflecha.

(6) Módulo de elasticidad (E) del acero = 210 GPa (215×10^8 Kg/cm²).

(7) Se debe limitar la luz de las obras falsas que soporten las vigas T compuestas de un puente a 4.3 metros más 8.5 veces la altura total de la viga T compuesta.

556.06 ELEMENTOS PREFABRICADOS. Al usar marcos, acoples, tornillos, columnas, viguetas y otros elementos prefabricados, no se deberá exceder las recomendaciones del fabricante o el 40 por ciento de la capacidad de carga última del elemento, basado en los ensayos efectuados por el fabricante o en los ensayos adicionales que se hayan ordenado. Se debe limitar la deflexión máxima permisible por carga muerta de las viguetas a 1/500 de su luz.

El Contratista debe suministrar un catálogo o los datos equivalentes que indiquen las recomendaciones del fabricante o la ejecución de ensayos, si fueran necesarios, para demostrar que cualquier elemento prefabricado propuesto es adecuado. No se deberá substituir otros componentes prefabricados a menos que los datos proporcionados por el fabricante abarquen dichas substituciones o los ensayos de campo confirmen la integridad del sistema.

556.07 CIMENTACION DE LA OBRA FALSA. A menos que se especifique de otra forma, los planos de detalle para la obra falsa deben ser presentados para su aprobación por el Contratista al Delegado Residente. Su presentación y la aprobación no relevan al Contratista en ningún caso, de su responsabilidad por los resultados obtenidos al construir la obra falsa. Antes de iniciar el diseño de la Obra Falsa, se debe verificar en el campo todos los niveles del terreno en las ubicaciones propuestas para colocar las cimentaciones.

Cuando se utilicen cimientos cuadrados, se debe determinar la capacidad soporte del suelo. La capacidad soporte máxima permisible para el material de cimentación, que no sea roca, será de 150 kPa (1.5 Kg./cm^2).

Tanto la obra falsa como las armazones provisionales deben construirse sobre cimientos lo suficientemente resistentes como para soportar las cargas sin que se produzcan asentamientos perjudiciales. Toda la obra falsa debe ser diseñada y construida con la solidez necesaria para soportar, sin causar deformación o asentamientos apreciables, las cargas a que estará sometida. Dentro de éstas se deben incluir, además de la masa de la superestructura, las correspondientes a las formaletas, arriostamientos, equipo, personal de construcción y demás cargas que le puedan ser impuestas durante la construcción. La obra falsa debe ser convenientemente apuntalada y amarrada, a fin de darle la rigidez adecuada para prevenir distorsiones y movimientos que puedan producir vibraciones y/o deformaciones en las formaletas de la superestructura.

El Delegado Residente puede exigir al Contratista el empleo de gatos mecánicos de tornillo o de cuñas de madera dura, para detener o controlar cualquier asentamiento o distorsión de los moldes o formaletas, antes o después de la colocación del concreto. Si se nota algún debilitamiento durante la construcción y la obra falsa da señales de asentamientos o distorsiones indebidas, se debe suspender el trabajo, remover cualquier parte del concreto que hubiera sido afectada y enderezar la obra falsa antes de reanudar el trabajo.

La obra falsa debe ser construida en tal forma que produzca en la estructura terminada, la contraflecha indicada en los planos.

Cuando la obra falsa no se apoye en roca o terreno firme de cimentación, ésta debe ser soportada por pilotes espaciados e hincados con la penetración suficiente para resistir las cargas

requeridas, de acuerdo con lo estipulado en la Sección 557 y removidos de acuerdo al procedimiento aprobado por el Delegado Residente.

La obra falsa para estructuras debe permanecer en su lugar hasta que el concreto haya cumplido con los requisitos de curado o hasta que se autorice su remoción por haber alcanzado el concreto, la resistencia especificada de acuerdo a lo indicado en 551.12 (d). Ver además 553.15.

556.08 OBRA FALSA SOBRE O ADYACENTE A CARRETERAS Y VIAS FERREAS. La obra falsa debe ser diseñada y construida de manera que esté protegida del impacto de los vehículos. La distancia horizontal entre la obra falsa y el tráfico no debe ser menor de 1.50 metros.

Se deben instalar barreras temporales para el tráfico antes de instalar las torres o columnas de la obra falsa adyacente a una carretera abierta al tráfico público. Las barreras deben ser localizadas de manera que los cimientos o los pilotes de la obra falsa se ubiquen a una distancia de por lo menos 500 milímetros de las barreras de concreto y que todos los otros miembros de la obra falsa estén a una distancia de por lo menos 500 milímetros. Las barreras no deberán removerse, hasta que su remoción no sea aprobada por el Delegado Residente.

Se debe utilizar, para la obra falsa, columnas de acero con un módulo mínimo de la sección alrededor de cada eje de 156,000 milímetros cúbicos o, si son de madera, con un módulo de la sección alrededor de cada eje de 4,100,000 milímetros cúbicos.

Se debe conectar mecánicamente la base de cada columna o marco de la torre que soporta la obra falsa sobre o adyacente a la carretera abierta al tráfico público, a su cimiento correspondiente o proveer otra restricción lateral para resistir una carga menor de 9 kN (920 Kg) aplicada a la base de la columna en cualquier dirección. Se debe conectar mecánicamente dicha columna o marco al casquete o al larguero de la obra falsa para resistir una fuerza horizontal no menor de 4.5 kN (460 Kg) en cualquier dirección. Se deben despreciar los efectos de la resistencia a la fricción.

Se debe embreizar o apuntalar las vigas exteriores sobre las cuales se apoyará la obra falsa de la plataforma en voladizo del puente, con las vigas adyacentes interiores para prevenir la rotación de las vigas exteriores o el sobreesfuerzo en el alma de dichas vigas.

Se deben utilizar pernos con un diámetro de 16 milímetros o más para conectar miembros de madera utilizados para apuntalar la armadura de la obra falsa adyacente a una carretera o vía férrea. Se debe proveer los espacios libres horizontales y verticales mínimos requeridos a través de la obra falsa para carreteras, vías férreas y vías peatonales.

556.09 OBRA FALSA PARA ESTRUCTURAS DE ACERO.

(a) Se deben de utilizar cargas de diseño para la obra falsa que incluyan la masa del acero estructural, la carga del equipo de instalación a ser soportado y todas las otras cargas soportadas por la obra falsa.

(b) Se debe diseñar la obra falsa y las formaletas para el concreto soportado por estructuras de acero de forma que las cargas sean aplicadas a las almas de las vigas compuestas dentro de los 150 milímetros del alma o del angular de refuerzo. Se deben distribuir las cargas de manera que no produzcan distorsión en el alma de los elementos. No se deberá utilizar formaletas para plataformas en el voladizo de la estructura que requieran la perforación de agujeros en el alma de las vigas compuestas.

(c) No se deberá aplicar cargas a estructuras nuevas, existentes o parcialmente completas que excedan la capacidad de carga de cualquier parte de la estructura de acuerdo

con los métodos de diseño del factor de carga de la AASHTO “Especificaciones para el diseño de puentes”, utilizando un grupo de carga IB.

(d) Se debe construir obra falsa que se adapte al método de instalación propuesto sin causar sobreesfuerzos en el acero estructural y que produzca la geometría final requerida para la estructura, la continuidad y la acción estructural especificadas.

556.10 CONSTRUCCION DE LA OBRA FALSA. Se debe dejar una contraflecha en la obra falsa para compensar la deflexión de la obra falsa y la deflexión estimada para la estructura. La contraflecha indicada en los planos o especificada por el Delegado Residente es únicamente para la deflexión estimada para la estructura.

Se deben adherir suficientes dispositivos de control en la parte inferior de las formaletas previo a la colocación del concreto, en localizaciones estratégicas, para poder determinar el asentamiento total de la estructura, medido desde el nivel del terreno, cuando se coloque el concreto.

Hasta que no se autorice, no se deberán aplicar las cargas muertas, distintas a las de la formaleta y el acero de refuerzo, sobre cualquier obra falsa.

556.11 FORMALETAS. Las formaletas, ya sean de madera, de metal, de plásticos, de fibra de vidrio u otros materiales apropiados, deben ser lisas y herméticas al mortero; diseñadas y construidas sólidamente, con la rigidez suficiente para evitar distorsiones debidas a la presión del concreto y/o a otras cargas incidentales a la construcción, incluyendo la vibración del concreto, de acuerdo con ACI 347. Las formaletas deben ser achaflanadas y biseladas como se indica en los planos.

Antes de utilizar un sistema de formaleta, el Contratista debe presentar al Delegado Residente, el diseño y los planos, si así se requiriere en las Disposiciones Especiales, de las formaletas y los datos de los materiales, para su aprobación.

La madera para formaletas de un tipo que no produzca manchas debe ser secada al aire, cepillada y de un espesor no menor de 19.1 mm ($\frac{3}{4}$ de pulgada). Las formaletas deben construirse y conservarse en tal forma que se eviten deflexiones, alabeos, distorsiones y aberturas en las juntas, debidos a la contracción de la madera. Asimismo, deben diseñarse de tal manera que permitan su remoción sin dañar las superficies del concreto.

La madera debe estar libre de agujeros, nudos sueltos, hendiduras, grietas, pandeos y otros defectos que puedan perjudicar su resistencia y/o la apariencia de la superficie del concreto.

En caso necesario puede usarse, para el revestimiento de las formaletas de madera, cartón piedra, fibra prensada, lámina metálica o de plástico u otro material aprobado previamente por el Delegado Residente.

En vez de madera sólida puede usarse madera contrachapeada de 160 mm ($\frac{5}{8}$ "") de espesor, fabricada con colas o adhesivos a prueba de agua y/o protegida con recubrimientos o selladores impermeables aprobados.

La madera contrachapeada o el revestimiento de las formaletas, se debe usar en pliegos grandes y con juntas que ajusten herméticamente. Todas las juntas deben reforzarse para evitar el escurrimiento del mortero o del concreto. No pueden usarse pliegos con chapas abultadas y/o bordes lastimados deshechos.

El metal empleado para formaletas metálicas debe ser del espesor adecuado para evitar distorsiones o deformaciones en las mismas. Las cabezas de pernos y remaches deben ser

embutidas, y las grapas, espigas y demás dispositivos de empalme deben ser diseñados para sujetar rígida y firmemente las formaletas y permitir su retiro posterior sin causar daños al concreto. No deben utilizarse formaletas que no tengan una superficie lisa y pareja o que no puedan ser alineadas debidamente.

Cuando se utilicen paneles, éstos se deben colocar formando patrones simétricos y ajustándolos a las alineaciones generales de la estructura. Los paneles para las superficies verticales deben colocarse con la dimensión más larga en el sentido horizontal y con las juntas horizontales a nivel y continuas. En los muros con cimientos con pendiente que no se apoyan en otros muros, los paneles podrán colocarse con la dimensión más larga paralela al cimiento. Se deben alinear con precisión los paneles a cada lado de la junta por medio de soportes o pasadores comunes a ambos paneles.

Las superficies interiores de las formaletas deben ser lo suficientemente uniformes y lisas para garantizar que las caras o superficies de concreto moldeados en aquellas, no presentarán defectos, bombeos, resaltes ni rebabas de más de cinco (5) milímetros de altura.

Se podrá fundir dentro del concreto los dispositivos necesarios para ser utilizados posteriormente como soporte de formaletas o para alzar miembros prefabricados. No se deberá hincar en el concreto dispositivos para sujetar o soportar las formaletas. Para sujetar las formaletas, se deberá utilizar pernos, grapas u otros dispositivos necesarios para evitar que éstas se separen durante la colocación del concreto.

Los amarres de metal, anclajes y espaciadores de las formaletas deben ser de un diseño tal que ningún metal quede cerca de una superficie o cara expuesta y lo suficientemente resistentes para no doblarse si los trabajadores suben por ellos. Los amarres o anclajes metálicos deben construirse en tal forma que permitan su remoción, hasta una profundidad de cuando menos 25 mm de la superficie o cara, sin causar desperfectos al concreto. En caso de que se usen alambres de amarre, éste debe cortarse, cuando menos, a 10 mm de la cara del concreto, después de removidas las formaletas.

Asimismo, todos los accesorios y amarres metálicos deben ser diseñados en forma tal que, una vez removidos, las cavidades resultantes sean del menor tamaño posible. Estas cavidades deben llenarse con mortero de cemento, tal como se indica en 553.17 (a), dejando la superficie firme, lisa y uniforme de color.

Cuando las cimentaciones sean fundidas o coladas en zanjas abiertas en terreno firme, excavadas cuidadosamente, se puede prescindir de las formaletas; en cuyo caso se debe llenar con concreto el total de la excavación, hasta la cota requerida para la parte superior de la cimentación. El Contratista tendrá derecho a pago únicamente por el concreto que se muestre en los planos.

En aquellas partes de los pasamanos y/o de los cabezales de los postes que deban fundirse o colarse en el lugar, se debe poner especial cuidado a fin de lograr formaletas pulidas y con un ajuste hermético, que puedan mantenerse rígidamente alineadas y a nivel y ser removidas sin causar daño alguno al concreto. Todas las molduras y los filetes biselados deben ser rectos y exactos, con juntas nítidas, a escuadra y bien definidas. Tanto la alineación de las formaletas como el nivel de las caras superiores de los biseles, se deben verificar inmediatamente después de colocar el concreto en las formaletas.

Cuando se deba encofrar o formaletear elementos de gran altura y pequeño espesor, a fundir en una sola operación, se deben proveer, en las paredes laterales de las formaletas, ventanas de control de dimensiones suficientes para permitir la compactación del concreto desde ellas. El espaciamiento, tanto vertical como horizontal, entre estas aberturas no debe ser mayor de un (1) metro y las mismas deben cerrarse cuando el concreto llegue a su altura.

En columnas y muros angostos, cuando el fondo de la formaleta sea inaccesible, las tablas más bajas deben dejarse sueltas para que puedan ser removidas, con el objeto de retirar cualquier material extraño inmediatamente antes de colocar el concreto.

Las formaletas permanentes o fijas de acero serán permitidas siempre que figuren en los planos o se autorice su empleo en las Disposiciones Especiales.

Las formaletas y soportes permanentes deben ser de acero ASTM A 446 con una clase de revestimiento G 165 de acuerdo a ASTM A 525, y deben ser instaladas de acuerdo a los planos y detalles de fabricación y montaje previamente aprobados.

No debe colocarse concreto en las formaletas hasta que todo el trabajo relacionado con la construcción de las mismas haya finalizado y hayan sido colocados todos los materiales que deban quedar empotrados o ahogados en el concreto y el Delegado Residente haya inspeccionado y aprobado dichas formaletas y materiales. Esta inspección no eximirá al Contratista de su responsabilidad por la obtención de superficies de concreto satisfactorias, libres de alabeos o combaduras, indentaciones, protuberancias, decoloraciones, manchas u otros defectos objetables. En caso de que algunas superficies resulten inaceptables, el Contratista debe repararlas a satisfacción del Delegado Residente, empleando métodos aprobados, o retirar el concreto afectado. Cualquier reparación de la superficie o remoción de concreto rechazado, se hará a costa del Contratista.

La velocidad de descarga del concreto dentro de las formaletas debe ser controlada, para prevenir en las mismas, desviaciones o deflexiones mayores que las permitidas en estas Especificaciones Generales.

La deflexión en formaletas no debe exceder, en ningún caso, de 1/360 de la luz o de 10 mm, la que sea menor, bajo carga total. Si la deflexión calculada excediera estos límites, se podrá dar a la formaleta una contraflecha compensadora, en sentido opuesto a la deflexión prevista.

Si en alguna etapa del trabajo, las formaletas muestran señales de pandeo o deflexión fuera de los límites permitidos, el volumen de concreto que produzca tal condición debe ser removido de inmediato. Si fuere necesario, las formaletas deben ser reajustadas y apuntaladas o arriostradas adecuadamente, para evitar movimientos futuros.

Antes de colocar el concreto, las formaletas deben limpiarse de todo el polvo, aserrín, viruta, óxido, mortero seco y demás materias extrañas. También se deben humedecer las superficies interiores de las formaletas, o revestirlas con una mano de aceite de alta penetración o de un sellador o agente desformaleteante adecuado, que al ser aplicados no dejen en la superficie de las formaletas, una película que pueda ser absorbida por, o adherida al, concreto o que lo manche o decolore.

556.12 REMOCION DE LAS FORMALETAS Y DE LA OBRA FALSA. El tiempo de remoción de las formaletas y de la obra falsa está condicionado al tipo y localización de la estructura, al curado, al clima y a otros factores que puedan afectar el endurecimiento del concreto. Normalmente la remoción de formaletas y obra falsa debe ser planificada con anticipación. La secuencia de la misma se debe indicar en los planos y/o en las Disposiciones Especiales y se debe ejecutar cuidadosamente, en forma tal que permita al concreto absorber, gradual y uniformemente, los esfuerzos debidos a su masa propia.

Ninguna formaleta, obra falsa o soporte debe ser removido sin la aprobación previa del Delegado Residente. Esta aprobación no relevará al Contratista de su responsabilidad por la calidad final del trabajo que esté efectuando.

(a) Remoción de la Obra Falsa. Ni la obra falsa ni los soportes temporales para estructuras de concreto, deben ser removidos antes de que los ensayos de resistencia efectuados en cilindros de concreto, representativos del elemento o porción de la estructura de que se trate -curados "in situ" bajo las mismas condiciones de la estructura que representan [ver 551.12 (d)]- hayan alcanzado una resistencia igual o mayor que los porcentajes de la resistencia especificada ($f'c$), establecidos en los planos y/o en las Disposiciones Especiales. En ningún caso estos porcentajes deben ser menores del 70% de $f'c$ ni la edad del concreto menor de 5 días para todos los elementos sujetos a flexión (vigas, losas, largueros, ménsulas), ni del cincuenta por ciento 50% de $f'c$ para elementos a compresión que aún no soportan cargas (columnas, pilas, estribos). En el caso de concretos especiales de alta resistencia, alto desempeño o resultantes del uso de cementos o aditivos especiales, los requisitos a cumplir se deben fijar en los planos y/o Disposiciones Especiales.

En estructuras continuas, los soportes no deben ser retirados de ninguna de las luces antes de que el concreto de la primera y segunda luces adyacentes a cada lado hayan alcanzado el porcentaje de resistencia especificada ($f'c$) establecido.

En puentes de elementos prefabricados postensados, la obra falsa debe permanecer en su lugar durante el período de curado y hasta que el concreto haya sido postensado.

En construcciones compuestas -en las que porciones del concreto deban trabajar en forma combinada y conjunta con otros elementos de la estructura de acero estructural, madera o concreto prefabricado- las formaletas y la obra falsa deben ser removidas cuando los cilindros de concreto representativos y curados "in situ" [ver 551.12 (d)], alcancen la resistencia prevista, previa aprobación por escrito del Delegado Residente.

La obra falsa de puentes de arco debe removerse de manera uniforme y gradual, principiando por la corona y trabajando hacia los arranques para permitir que el arco tome su carga lenta y equilibradamente. La obra falsa de arcos adyacentes debe ser removida simultáneamente.

(b) Remoción de Formaletas. En general, las formaletas de trabajos ornamentales, barandales, parapetos y bordillos; las de superficies verticales que requieran un acabado especial inmediato, las formaletas laterales de vigas y las demás cuya remoción no afecte el soporte temporal de la estructura o el curado de la misma, se pueden remover entre las 12 y las 48 horas después de haber colocado el concreto, dependiendo de las condiciones del clima. En juntas de construcción o de contracción, las formaletas deben ser removidas dentro de las 15 horas siguientes a la fundición del concreto adyacente. La remoción de formaletas bajo losas, banquetas, largueros, vigas y ménsulas debe regularse por los requisitos de remoción de la obra falsa y de los soportes temporales de dichos elementos, de conformidad con lo establecido en 556.12 (a).

Las formaletas para cimientos, muros de retención y ataguías construidas en tablestacas o huacaleras, deben permanecer en su lugar cuando su remoción ponga en peligro la seguridad de la estructura o cuando dichas formaletas no queden expuestas a la vista en la estructura terminada.

Todas las demás formaletas -estén localizadas arriba o abajo del nivel del terreno o del nivel freático, según el caso- deben ser removidas.

(c) Remoción de formaletas y obra falsa, cuando no hay ensayos de resistencia para su control. Si las operaciones de campo no están controladas por ensayos de resistencia de concreto, se puede usarse como una guía el siguiente criterio, para el tiempo mínimo requerido antes de la remoción de las formaletas y de la obra falsa:

- | | |
|---|---------|
| (1) Apuntalamiento bajo clave de arcos: | 14 días |
|---|---------|

(2) Apuntalamiento bajo vigas y otros miembros sujetos a la acción directa de esfuerzos de flexión:

a)	Luces de 3 metros o menos:	10-14 días
b)	Luces mayores de 3 metros:	14-21 días
c)	Losas de piso:	14-21 días
d)	Muros:	12-24 horas
e)	Columnas:	1-7 días
f)	Lados de vigas y todas las demás partes:	12-48 horas

Si las formaletas se remueven antes de 7 días después de colocado el concreto, se deben curar todas las superficies expuestas de concreto de acuerdo con lo indicado en 553.18.

556.13 MEDIDA Y PAGO. No se hará ninguna medida de la formaleta y la obra falsa para efectos de pago.

SECCIÓN 557 PILOTES HINCADOS

- 557.01 Definiciones.
- 557.02 Descripción.
- 557.03 Requisitos de los Materiales.
- 557.04 Equipo para el Hincado.
- 557.05 Longitudes de los Pilotes.
- 557.06 Pilotes de Prueba.
- 557.07 Capacidad del Pilote Hincado.
- 557.08 Pre-perforado.
- 557.09 Preparación e Hincado.
- 557.10 Empalmes.
- 557.11 Pilotes que Emergen.
- 557.12 Pruebas de Carga.
- 557.13 Corte de los Pilotes.
- 557.14 Pilotes no satisfactorios.
- 557.15 Colocación del Concreto dentro de los Cascos o Tuberías de Acero.
- 557.16 Medida.
- 557.17 Pago.

557.01 DEFINICIONES.

Pilotes. Son los miembros estructurales de madera, concreto reforzado pre-fundido, concreto pre-esforzado y de metal, que se hincan en el subsuelo para formar parte de una estructura de cimentación, contener el empuje de tierras o consolidar un suelo.

Pilotaje. Es la operación de hincar los pilotes, haciéndolos penetrar debajo de la superficie por medios mecánicos.

557.02 DESCRIPCIÓN. Este trabajo consiste en el suministro y en el hincado de pilotes e incluye también el suministro y la colocación del acero de refuerzo y del concreto dentro de los cascos o las tuberías de acero para formar pilotes con entubados de acero rellenos con concreto.

Los pilotes se designarán como: Pilotes de acero de sección H, cascos de acero rellenos de concreto, tubería de acero rellena de concreto, pilotes prefabricados de concreto, pilotes de concreto pre-esforzados o pilotes de madera. Las pruebas de carga de los pilotes se designarán como estáticas o dinámicas.

MATERIALES

557.03 REQUISITOS DE LOS MATERIALES.

(a) Pilotes de Concreto. El Contratista debe fabricar pilotes con concreto clase 28 MPa (4,000 Lb./pulg²) de acuerdo con lo indicado en la Sección 551. Las varillas de refuerzo de acero de lingotes y de acero re-laminado y el acero de refuerzo para pre-esforzado deben estar de acuerdo con lo indicado más adelante.

Los pilotes prefundidos de concreto deben ser construidos de acuerdo con lo indicado en la Sección 551. Los pilotes pre-esforzados de concreto deben ser construidos de acuerdo con lo indicado en la Sección 554. Cuando se utilicen ganchos para izaje, se debe mantener un espacio libre de por lo menos 5.0 milímetros entre el acero de refuerzo principal o el acero de pre-esfuerzo del pilote y el gancho.

Se deben utilizar formaletas metálicas, de plywood o madera revestida que sean impermeables, rígidas y que estén alineadas. Se debe colocar una franja biselada de 25 milímetros en todas las esquinas de las formaletas.

Los pilotes deben ser fundidos por separado o, si los pilotes alternos se funden en fila, los pilotes intermedios deben ser fundidos por lo menos 2 días después de fundir los pilotes adyacentes. Se deben separar los pilotes adyacentes y los pilotes fundidos en fila con papel alquitranado u otro material separador adecuado. El concreto debe ser colocado en cada fila en una operación continua que prevenga la formación de bolsas de piedra, ratoneras u otros defectos. Se deben dejar las formaletas en su posición por lo menos 24 horas.

Los pilotes deben construirse rectos, de manera que cuando se extienda un hilo desde el extremo inferior hasta el superior, sobre cualquier cara, la línea no esté separada más de 10 milímetros de la cara del pilote, en cualquier punto. De suceder lo contrario, el pilote será rechazado o podrá ser aprobado, previa autorización del Delegado Residente. La superficie del pilote debe estar lisa, homogénea y libre de agujeros.

Los ganchos de izaje deben ser anclados hasta una profundidad de por lo menos 25 milímetros debajo de la superficie del concreto y se deben rellenar los agujeros resultantes con concreto. A la superficie de cada pilote se le debe dar un acabado de superficie ordinario. Los pilotes deben ser curados de acuerdo con lo aplicable indicado en las Secciones 551 y 554.

Si se preparan cilindros de concreto para efectuar ensayos de acuerdo con lo indicado en la Sección 551, no se deben mover los pilotes hasta que los ensayos indiquen una resistencia a la compresión de por lo menos el 80% del valor de la resistencia de diseño a la compresión, a los 28 días. No se deben transportar ni hincar los pilotes hasta que los ensayos indiquen que se alcanzó el valor de diseño mínimo de resistencia a la compresión a los 28 días.

Si no se preparan cilindros de concreto, no se deben mover los pilotes hasta que hayan sido curados por lo menos 14 días a una temperatura mínima de 15 °C o 28 días a una temperatura mínima de 4 °C. Cuando se utilice cemento de alta resistencia prematura, no se deben mover, transportar o hincar los pilotes hasta que hayan sido curados por lo menos 7 días.

(1) Acero de refuerzo. El Contratista debe suministrar la siguiente información para el acero utilizado en los pilotes; nombre y localización de la fábrica del acero, proceso de manufactura, número(s) de calentado, tamaño(s), especificaciones utilizadas, copias de los análisis hechos en la fábrica para ensayos químicos y físicos, y el destino del embarque.

a) Barras de refuerzo. El Contratista debe suministrar barras corrugadas de acuerdo con el diseño de los pilotes, pero en ningún caso deben ser menores a grado 400 de acuerdo con AASHTO M 31M, M 42M ó M 53M.

b) Barras de refuerzo con revestimiento epóxico. Deben cumplir con los requisitos establecidos en AASHTO M 284M. Se deben inspeccionar las barras de refuerzo después de la limpieza blanca con soplete. Se deben rechazar todas las barras con astillas ó costras de acero. El seleccionar y rechazar las barras en la fábrica puede prevenir retrasos innecesarios y el rechazo subsecuente de las barras durante la inspección previa a la aplicación del revestimiento y durante la aplicación del mismo.

Se debe revestir las barras de acero con recubrimiento epóxico en una planta aprobada por el Delegado Residente, certificando la aplicación del revestimiento epóxico.

c) Barras de Sujeción. El Contratista debe suministrar barras corrugadas grado 400 de acuerdo con AASHTO M 31M ó M 42M, excepto que no se debe usar barras de acero de acuerdo con AASHTO M 42M para barras de sujeción dobladas y re-erguidas durante la construcción.

d) Pernos de gancho. El Contratista debe suministrar barras lisas grado 400 de acuerdo con AASHTO M 31M ó M42M con rosca enrollada M14 o rosca cortada M16. Se debe suministrar una manga de rosca capaz de soportar una carga axial mínima de 67 kilonewtons.

(2) Tuberías de acero. Si se utilizan tubos de acero, deben cumplir con lo siguiente:

- | | | |
|----|--|------------------------|
| a) | Tubo de acero a ser relleno con concreto | ASTM A 252,
grado 2 |
| b) | Tapaderas para pilotes de base cerrada | AASHTO M 183 |
| c) | Puntos cónicos reforzados | AASHTO M 103 |
| d) | Pilotes tubulares de acero sin relleno con junta soldada que pase la prueba de rayos X | ASTM A 252,
grado 2 |

(b) Cascos de acero. El Contratista debe suministrar entubados para pilote, cilíndricos o ahusados, fabricados con tubos de acero con soldadura espiral, soldadura de unión recta o tubo continuo. Se debe utilizar un solo tipo de entubado en toda la estructura. Los espesores mínimos de la pared del entubado deben ser los siguientes:

- | | | |
|---|--|---------|
| • | Diámetro externo del cilindro < 350 mm | 6.0 mm |
| • | Diámetro externo del cilindro ≥ 350 mm | 10.0 mm |
| • | Ahusado o estriado | 4.5 mm |

(1) Entubados Hincados sin Mandril. Para pilotes de concreto fundidos en el lugar ahusados o ahusados escalonados, suministrar entubados con diámetro mínimo de 300 milímetros en la base y de 200 milímetros en la punta. Para pilotes de concreto fundidos en el lugar, de diámetro constante, suministrar entubados con un diámetro nominal mínimo de 270 milímetros.

Se deben fabricar los entubados con planchas de no menos de 4.5 milímetros de acuerdo con la norma AASHTO M 183M. Los entubados podrán ser soldados en forma espiral o longitudinal y podrán ser ahusados o de sección constante. Se debe sellar la punta tal como se indique en los planos.

(2) Entubados hincados con Mandril. Suministrar entubados con una resistencia y un espesor suficientes para soportar el hincado sin dañarse y para resistir distorsiones peligrosas y/o pandeos causados por la presión del suelo después de hincados y removido el mandril. Las dimensiones de la base y de la punta serán especificadas en el diseño.

(c) Pilotes de Acero de Sección H. El Contratista debe suministrar pilotes de acero con sección H fabricados de secciones de acero laminado con la masa y forma especificada en las Disposiciones Especiales. Los pilotes con sección H y sus empalmes deben ser fabricados con acero estructural que cumpla con lo establecido en AASHTO M 183M, excepto que no se debe utilizar acero fabricado por el proceso Ácido-Bessemer.

Para el acero estructural con cobre, se debe suministrar acero con 0.20 a 0.35 por ciento de cobre.

(d) Pilotes de Madera. Deben cumplir con ASTM D 25. Se deben tratar los pilotes con un preservativo de acuerdo con AASHTO M 133 para los tipos y cantidades de preservativos especificados en las Disposiciones Especiales. Para el tratamiento de la madera, se debe utilizar el procedimiento del método a presión indicado en el estándar C1 del American Wood Preservers Association (AWPA). Se debe aplicar el tratamiento a los pilotes después de

completar todo el trabajo de taller. Asimismo, se debe imprimir leyendas o símbolos legibles en el extremo de todos los pilotes identificando el nombre de la compañía que efectuó el tratamiento y el tipo y año de aplicación del tratamiento de acuerdo con los estándares M1 y M6 del AWPA. Se deben fabricar los pilotes con las especies aprobadas de mayor abundancia en la región, para los tamaños y dimensiones especificadas en las Disposiciones Especiales.

Se debe instalar una tira de acero a lo largo de la longitud del pilote a no más de 3 metros entre centros. Adicionalmente, se debe colocar una tira a 75, 150 y 300 milímetros de la punta y dos tiras adicionales dentro de los 600 milímetros de la cabeza del pilote. Se debe utilizar material de acero para envoltura de 32 milímetros de ancho por 0.8 milímetros de espesor fabricado de acero enrollado en frío, tratado al calor y de alta tensión con una resistencia mínima a la tensión de 22 kilonewtons.

Se debe sostener las tiras en su posición utilizando grapas aseguradas ondulando dos veces la longitud de las mismas con un sellador de tipo de muesca. Las grapas deben ser fabricadas con acero de 57 milímetros por 0.9 milímetros de espesor. La unión de la grapa debe desarrollar por lo menos el 75 por ciento de la resistencia a la tensión de la tira. Las tiras deben rodear el pilote una vez y deben apretarse utilizando herramientas para tensión operadas manualmente o mecánicamente.

Para pilotes de madera, se deben prefabricar puntas de acero fundido que cumplan con ASTM A 27M.

(e) Pintura. El Contratista debe suministrar pintura, cuando se requiera, que cumpla con lo indicado en la Sección 563.

REQUISITOS DE CONSTRUCCION

557.04 EQUIPO PARA EL HINCADO. El Contratista debe suministrar equipo que cumpla con los requerimientos siguientes:

(a) Equipo para hincar los pilotes.

(1) Martinetes de gravedad. Los martinetes de gravedad sólo podrán ser utilizados para hincar pilotes de madera. Se debe suministrar un martinete con un peso entre 900 a 1,600 kilogramos y limitar la caída a 4.5 metros. La masa del martinete debe ser mayor que la masa combinada de la cabeza de hincamiento y el pilote. Se debe proveer una guía para el martinete para asegurar un impacto concéntrico sobre la cabeza de hincado.

(2) Martinetes diesel de Acción Simple. Se debe equipar los martinetes diesel de acción simple con un dispositivo, tal como anillos en el martinete o una escala (varilla de salto) extendiéndose sobre el cilindro del martinete para permitir la determinación visual del golpe del martinete. Se debe suministrar el gráfico del fabricante del martinete correlacionando la energía con los golpes por minuto para el martinete a ser utilizado. Si se aprueba, se podrá utilizar una calibración de velocidad versus golpes.

(3) Martinetes diesel de Doble Acción. Se debe suministrar un gráfico calibrado con el rendimiento del martinete dentro de 90 días de uso, correlacionando la presión de la cámara de rebote con la energía equivalente o con el golpe del martinete a ser utilizado. Se debe equipar los martinetes con un manómetro para medir la presión en la cámara de rebote. Se debe colocar el manómetro de tal forma que las lecturas se puedan tomar desde el nivel del terreno. Luego se tiene que calibrar el manómetro tomando en cuenta las pérdidas en la manguera del manómetro. Después se debe verificar la exactitud del manómetro ya calibrado durante las operaciones de hincado asegurando que el alzamiento del cilindro ocurra cuando la presión en la cámara de rebote sea consistente con la energía máxima indicada en las especificaciones del martinete. No se debe utilizar martinetes diesel de doble acción que no sea

capaces de levantar el cilindro a la relación de presión máxima de la cámara de energía-rebote dada en las especificaciones del martinete.

(4) Martinetes de aire o de vapor. Se tiene que suministrar la planta y el equipo para los martinetes de aire o de vapor con capacidad suficiente para mantener el volumen y la presión especificadas por el fabricante del martinete. Se debe equipar el martinete con manómetros de presión exactos que sean fácilmente accesibles. Se debe utilizar un martinete con la masa de la parte que golpea igual a o mayor que $\frac{1}{3}$ de la masa combinada del pilote y de la cabeza de hincamiento. La masa combinada debe ser por lo menos de 1,250 kilogramos.

Se deben medir las presiones de entrada de los martinetes de aire o de vapor de doble acción y de acción diferencial con un manómetro de aguja colocado en la cabeza del martinete mientras se hinquen los pilotes de prueba. Si se es requerido, también se debe medir las presiones de entrada cuando se hinquen los pilotes finales. Se podrá desarrollar una calibración de presión versus velocidad para condiciones específicas de hincado encontradas en el proyecto, como alternativa a las medidas periódicas con un manómetro de aguja.

(5) Martinetes sin impacto. No se debe utilizar martinetes sin impacto, tales como martinetes vibratorios, a menos que exista un permiso escrito o su uso haya sido especificado en las Disposiciones Especiales. Si se permite su uso, este equipo debe utilizarse para la instalación de los pilotes finales, únicamente después de determinar que la elevación de la punta del pilote o la longitud de empotramiento es la adecuada para soportar la carga del pilote según lo establecido por medio de las pruebas de cargas estáticas y dinámicas. Cuando se utilicen martinetes vibratorios, se debe controlar la instalación de los pilotes finales por medio de la potencia consumida, la razón de penetración, la elevación especificada para la punta u otros métodos aceptados que aseguren que se obtendrá la capacidad de carga requerida para el pilote. Se debe golpear con un martinete de impacto de energía adecuada uno de cada 10 pilotes hincados para verificar que se obtuvo la capacidad de carga requerida para el pilote.

(b) Propiedades de martinetes comunes para el hincado. En la Tabla 557-1 se indican las propiedades de varios martinetes utilizados para hincar pilotes.

(c) Aprobación del equipo para hincado. Se debe suministrar equipo para el hincado de tamaño tal que los pilotes permanentes puedan ser hincados con un esfuerzo razonable hasta la longitud requerida sin dañarlos.

El Delegado Residente evaluará la conveniencia del uso del equipo y aceptará o rechazará el sistema de hincado propuesto dentro de los 14 días posteriores a la recepción de la información del equipo de hincado y de los pilotes. Cuando se requiera la ejecución de pruebas de carga dinámica, cuando la capacidad última del pilote exceda de 2,400 kilo Newtons o cuando se utilicen pilotes de concreto prefabricados o pre-esforzados, la aprobación del equipo de hincado se hará basándose en un análisis de ecuación de onda. Cuando no se utilice el análisis de ecuación de onda, la aprobación del equipo de hincado se hará sobre la base de la energía mínima del martinete indicada en la Tabla 557-1. La aprobación de un martinete en relación con los daños causados por los esfuerzos del hincado no exime al Contratista de la responsabilidad por los pilotes dañados.

La aprobación del sistema de hincado para los pilotes es específica para los datos suministrados para dicho equipo. Si el equipo propuesto se modifica o se reemplaza, se debe suministrar los datos del nuevo equipo, ya revisados, para su aprobación antes de utilizar el equipo. El sistema de hincado modificado será aceptado o rechazado dentro de los 14 días posteriores a la recepción de la información revisada del pilote, del equipo y del análisis de la ecuación de onda (si es requerido). Durante las operaciones de hincado, únicamente se usará el equipo aprobado.

Tabla 557-1 Propiedades de Martinetes

Energía Nominal (Kg.-m)	Marca	Modelo	Tipo ⁽¹⁾	Golpes por Minuto ⁽²⁾	Carrera con energía nominal (cm)	Peso de las partes que golpean (Kg.)
1,004	Vulcan	2	S	70	74	1,361
1,210	MKT ⁽³⁾	9B3	DB	145	43	726
1,811	MKT	10B3	DB	105	48	1,361
2,074	Vulcan	1	S	60	91	2,268
2,088	Vulcan	50C	DF	120	39	2,268
2,212	MKT	DE-20	DE	48	244	907
2,516	Link-Belt	440	DE	86-90	94	1,814
2,648	MKT	11B3	DB	95	48	2,268
2,696	Raymond	65C	DF	100-110	41	2,948
2,696	Vulcan	06	S	60	91	2,948
3,100	MKT	DE-30	DE	48	244	1,270
3,111	Delmag	D-12	DE	42-60		1,247
3,370	Vulcan	0	S	50	99	3,402
3,373	Kobe	K13	DE	45-60	259	1,302
3,380	Vulcan	80C	DF	111	41	3,629
3,595	Vulcan	08	S	50	99	3,629
3,636	Link-Belt	520	DE	80-84	110	2,300
4,424	MKT	DE-40	DE	48	244	1,814
4,493	MKT	S10	S	55	99	4,536
4,493	Vulcan	010	S	50	99	4,536
4,493	Raymond	00	S	50	99	4,536
4,977	Vulcan	140C	DF	103	39	6,350
5,439	Delmag	D-22	DE	42-60		2,200
5,613	Raymond	000	S	50	99	5,670
5,710	Kobe	K-22	DE	45-60	259	2,200
5,807	Vulcan	014	S	60	91	6,350
6,740	Vulcan	016	S	60	91	7,371

(1) S = de vapor de acción sencilla; DB = de vapor de doble acción; DF = de vapor diferencial; DE = diesel.

(2) Después de haber desarrollado una resistencia de consideración al hincado.

(3) Fue por muchos años conocido como McKiernan – Terry.

(1) Suministro del equipo. Para su aprobación, se debe suministrar la información mencionada abajo relacionada con el equipo de hincado, por lo menos 30 días antes de hincar los pilotes. Cuando, en el contrato, se requiera la ejecución de ensayos de carga dinámica, se debe suministrar un análisis de ecuación de onda ejecutado por un consultor especializado en pilotes que cumpla con los requerimientos indicados en 557.12. Si en el contrato no se requieren las pruebas de carga dinámica, el Delegado Residente desarrollará el análisis de ecuación de onda.

a) General. Identificación del proyecto y de la estructura, contratista o subcontratista a cargo del hincado de los pilotes, métodos auxiliares para la instalación tales como inyección de agua o pre-perforado y el tipo y uso del equipo.

b) Martinete. Fabricante, modelo, tipo, número de serie, energía calibrada (“Fuerza” vs. “altura del golpe”) y modificaciones.

c) Amortiguador del martinete. Material, espesor, área, módulo de elasticidad (E) y coeficiente de restitución (e).

d) Anillo de protección para el tope del pilote. Masa del casquete para hincado, masa del sombrerete, masa del yunque inferior del martinete y masa de la cabeza de hincado.

e) Amortiguador del pilote (Cabezal de Hincamiento). Material, espesor, área, módulo de elasticidad (E) y coeficiente de restitución (e).

f) Pilote. Tipo de pilote, longitud (en avances), masa por metro, espesor de la pared, ahusamiento, área de la sección transversal, capacidad de diseño del pilote, descripción del empalme y descripción del tratamiento de la punta.

(2) Ecuación de onda. El número requerido de golpes del martinete indicado por la ecuación de la onda a la capacidad última del pilote debe estar entre 3 y 15 por cada 25 milímetros. Adicionalmente, los esfuerzos en el pilote resultantes del análisis de ecuación de onda no deben exceder los valores a los cuales el daño en el pilote sea inminente. El punto de daño inminente se define –para los pilotes de acero, concreto y de madera– como sigue:

a) Pilotes de acero. Se deben limitar el esfuerzo compresivo de hincado al 90 por ciento del esfuerzo en el punto cedente del material del pilote.

b) Pilotes de concreto. Se deben limitar los esfuerzos tensionales (TS) y compresivos (CS) de hincado a:

$$\begin{aligned} TS &\leq 3f'c^{1/2} + EPV \\ CS &\leq 0.85f'c - EPV \end{aligned}$$

Donde:

$f'c$ = esfuerzo de diseño a la compresión del concreto, a los 28 días
EPV = Valor efectivo de pre esfuerzo

c) Pilotes de madera. Se debe limitar el esfuerzo compresivo de hincado a 3 veces el esfuerzo estático permisible de diseño.

(3) Energía mínima del martinete. La energía del equipo de hincado suministrada para su aprobación, según la calibración del fabricante, debe ser por lo menos la energía especificada en la Tabla 557-2 que corresponde a la capacidad última requerida para el pilote indicada en los planos.

TABLA 557-2 ENERGIA MÍNIMA DEL MARTINETE

Capacidad última del pilote (k Newtons)	Razón mínima de energía para el martinete (k Joules)
≤ 800	14.0
1330	21.2
1600	28.1
1870	36.0
2140	44.9
2400	54.4
> 2400	Se requiere de ecuación de onda

(d) Aditamentos para el Hincado.

(1) Amortiguador del martinete. Se debe equipar todo el equipo de impacto para el hincado de los pilotes, excepto los martinetes de gravedad, con un material amortiguador de espesor adecuado con el objeto de evitar daños al martinete o al pilote y para asegurar un comportamiento uniforme durante el hincado. Se deben fabricar los amortiguadores del martinete

con material durable y de fábrica de acuerdo con las recomendaciones del fabricante. No se debe utilizar madera, cuerda de alambre ni asbesto para los amortiguadores. Se debe colocar un travesaño de acuñamiento, tal como lo recomiende el fabricante del martinete, en el amortiguador del martinete para asegurar la compresión uniforme del material que compone el amortiguador. Se debe inspeccionar el amortiguador del martinete en presencia del Delegado Residente cuando se inicie el hincado de los pilotes en cada estructura o después de 100 horas de hincado, el que sea menor. Se debe reemplazar el amortiguador cuando su espesor se reduzca en más de 25 por ciento del espesor original.

(2) **Cabezal de hincamiento.** Se deben proveer cabezales de hincamiento adecuados para los martinetes de impacto y proveer cabezales de hincamiento, mandriles u otros dispositivos adecuados para pilotes especiales de acuerdo con las recomendaciones del fabricante. Se debe alinear axialmente el cabezal de hincamiento con el martinete y el pilote. Se tiene que ajustar el cabezal de hincamiento alrededor de la cabeza del pilote para evitar que se transmitan fuerzas de torsión durante el hincado mientras se mantiene la alineación apropiada con el martinete y el pilote.

(3) **Guías.** Durante el hincado, se debe mantener la alineación y la posición del pilote utilizando guías. Se deben construir guías para el hincado del pilote para permitir el libre movimiento del martinete mientras se mantiene la alineación axial del martinete y del pilote. No se debe utilizar guías colgantes a menos que su uso sea permitido por escrito o se haya especificado en las Disposiciones Especiales. Cuando se permita el uso de guías colgantes, ajustar las guías con una paleta directriz en el fondo de las guías y, en el caso de los pilotes inclinados, con una riostra horizontal entre la grúa y las guías. Se debe fijar adecuadamente las extensiones de la grúa en el terreno o forzar el pilote en un marco estructural (plantilla) para mantener la alineación apropiada. Se deben proveer guías con una longitud suficiente que no requieran de una extensión pero que permitan la alineación apropiada de los pilotes inclinados.

(4) **Extensiones de las Guías.** No se permitirá el uso de extensiones a menos que su uso sea aprobado por escrito por el Delegado Residente. Cuando se permita el uso de extensiones, se debe hincar el primer pilote de la subestructura y los pilotes subsiguientes, en toda su longitud, sin el uso de una extensión, para verificar que se está logrando el empotramiento adecuado para desarrollar la capacidad última requerida. Se debe proveer una extensión fabricada con un material y con dimensiones tales que permitan hincar el pilote la profundidad requerida. Se debe sostener y mantener la extensión y el pilote en la alineación apropiada durante el hincado.

(5) **Chorro de Agua.** No se debe emplear equipo de chorro de agua a menos que su uso se apruebe por escrito. Se debe proveer equipo de chorro de agua con capacidad suficiente para aplicar una presión consistente equivalente a por lo menos 700 kilo Pascales en 2 boquillas de chorro de 20 milímetros. Se debe aplicar el chorro de agua de manera que no se afecte la estabilidad lateral del pilote final ya colocado. Luego se procederá a remover las tuberías del chorro de agua cuando la punta del pilote esté por lo menos 1.5 metros arriba de la elevación prescrita para la punta y se hincará el pilote hasta la capacidad última requerida con un martinete de impacto. Se debe controlar, si necesario, disponer de toda el agua de una manera aprobada.

557.05 LONGITUDES DE LOS PILOTES. Se deben suministrar pilotes con una longitud suficiente para obtener la penetración requerida y para extenderlos dentro del cimiento o de la estructura, tal como se indique en los planos. Adicionalmente, se debe incrementar la longitud para proveer una cabeza holgada y para proveer por el método de hincado utilizado por el Contratista. Cuando se requiera el hincado de pilotes de prueba, se deben suministrar pilotes con las longitudes necesarias determinadas por el hincado de los pilotes de prueba.

557.06 PILOTES DE PRUEBA. Cuando se indique en el contrato, se deben hincar pilotes de prueba. Se debe excavar el terreno en el sitio que se hincará cada pilote de prueba, o

de los finales, hasta la elevación del fondo del cimiento antes de hincar el pilote. Se deben suministrar pilotes de prueba más largos que la longitud estimada para los pilotes finales. Se deben hincar los pilotes de prueba con el mismo equipo que se utilizará para hincar los pilotes finales.

Se debe hincar los pilotes de prueba hasta alcanzar la capacidad última requerida en el diseño. Se debe permitir que los pilotes que no alcancen la capacidad última requerida en el diseño se asienten por 24 horas antes de hincarlos de nuevo. Se debe calentar el martinete antes de iniciar el nuevo hincamiento aplicando, para ello, por lo menos 20 golpes a otro pilote. Si al hincar de nuevo el pilote no se alcanza la capacidad última, se debe hincar una parte o toda la longitud restante del pilote de prueba y repetir el procedimiento de asentamiento y re-hincado. Se debe empalmar y continuar hincando hasta que se alcance la capacidad última requerida en el diseño para el pilote. Los pilotes de prueba a ser utilizados en la estructura final, deben cumplir con los requerimientos establecidos para los pilotes finales. Se deben remover los pilotes de prueba que no estén incorporados a la estructura ya completada hasta por lo menos 0.5 metros debajo del nivel final.

557.07 CAPACIDAD DEL PILOTE HINCADO. Los pilotes se deben hincar hasta la profundidad necesaria y la penetración especificada para alcanzar la capacidad última requerida para el pilote. Los pilotes empalmados que no alcancen la capacidad última requerida con la longitud indicada deben ser hincados con un martinete de impacto hasta que alcancen la capacidad última requerida para el pilote.

Se debe utilizar la ecuación dinámica para determinar la capacidad última del pilote en el lugar, a menos que se requiera la ecuación de onda de acuerdo con lo indicado en 557.04 (c).

(a) Ecuación de onda. Se considerará que se obtuvo la penetración adecuada cuando se alcance el criterio de resistencia especificado para la ecuación de onda, dentro de 1.5 metros de la elevación designada para la punta. Se deben hincar los pilotes que no alcancen la resistencia especificada dentro de estos límites hasta una penetración determinada por el Delegado Residente.

(b) Fórmula dinámica. Se deben hincar los pilotes hasta la penetración necesaria para obtener la capacidad última del pilote utilizando cualquiera de las siguientes fórmulas, de acuerdo con lo indicado en las Disposiciones Especiales:

(1) Fórmula utilizada por el FP-96.

$$R_u = (7 \sqrt{E \log(10N)}) - 550$$

Donde:

R_u = Capacidad última del pilote en kilo Newtons
 E = Energía del martillo calibrada por el fabricante en joules, para el golpe observado o medido en el campo.
 $\log(10N)$ = logaritmo en base 10 de la cantidad N multiplicada por 10
 N = Número de golpes del martillo por cada 25 milímetros a la penetración final.

Resolviendo para N :

$$N = 10^X$$

$$X = \frac{R_u + 550}{7 \sqrt{E}} - 1$$

Factor de seguridad = 3.0

(2) Fórmula de Gates.

$$P_u = a\sqrt{e_h E_h} (b - \log s)$$

Donde: P_u = Capacidad última del pilote, en kilo Newtons
 a = 104.5
 e_h = 0.75 para martinetes de gravedad y 0.85 para los otros.
 E_h = Calibración de la energía del martinete dada por el fabricante, en Kilo Newtons – metro
 b = 2.4
 s = penetración de la punta por cada golpe, en mm

Factor de seguridad = 3.0

(3) Fórmula de la AASHTO.

$$P_u = \frac{2h (W_r + A_r p)}{s + 0.1}$$

Donde: P_u = Capacidad última del pilote, en kilo Newtons
 A_r = Para martinetes de vapor de doble acción este valor es la sección transversal del martillo y p es la presión del vapor o del aire. Para martinetes de acción simple o de gravedad se debe utilizar un $A_r p = 0$.
 e_h = eficiencia del martinete se debe tomar como igual a 1.0
 h = altura de caída del martinete.
 s = penetración de la punta por cada golpe, en mm.
 W_r = peso del martinete (para martinetes de doble acción se debe incluir el peso del entubado)

Factor de seguridad = 6.0

(4) Pilotes a chorro. Se debe determinar la capacidad última en el lugar de los pilotes a chorro basado en el número de golpes del martinete de impacto (ecuación dinámica) después de remover las tuberías. Después de determinar la longitud de penetración necesaria para producir la capacidad última requerida para el pilote por medio del número de golpes del martinete de impacto, se debe instalar el resto de pilotes de cada grupo o en cada unidad de subestructura a profundidades similares utilizando métodos similares. Se debe confirmar que se alcanzó la capacidad última requerida para el pilote utilizando la ecuación dinámica.

(c) Condiciones para la utilización de la ecuación dinámica. La ecuación dinámica es aplicable únicamente si todo lo siguiente se cumple:

- (1) El martinete está en buenas condiciones y operando de una manera satisfactoria.
- (2) El martinete cae libremente.
- (3) No se utiliza extensión de la guía.
- (4) No se astilla o tritura la cabeza del pilote.

557.08 PRE-PERFORADO. Se deben pre-perforar agujeros hasta encontrar el terreno natural cuando los pilotes se hincan a través de terraplenes compactados de más de 1.5 metros de espesor. Se puede utilizar barrenos, perforación rotativa húmeda u otros métodos aprobados para pre-perforar. Excepto para los pilotes que se apoyen sobre roca o suelo duro, la pre-perforación se debe suspender por lo menos a 1.5 metros arriba de la profundidad estimada para

la punta. Se debe hincar el pilote con un martinete de impacto hasta la penetración con la cual se alcance la capacidad última requerida para el pilote. Cuando los pilotes se hinquen en un suelo duro o sobre roca, la pre-perforación podrá extenderse dentro de la superficie de roca o de suelo duro. Se debe apoyar los pilotes sobre el estrato de soporte.

Se debe pre-perforar agujeros con un diámetro menor al de la sección transversal del pilote o al del diagonal de la sección mientras se alcanza la profundidad de penetración especificada para el pilote. Si se encuentran obstrucciones en el subsuelo, tales como cantos rodados o estratos de roca, se podrá incrementar el diámetro del agujero a la dimensión más pequeña adecuada para instalar el pilote. Después de completar el hincado, se debe rellenar cualquier espacio vacío existente alrededor del pilote con arena o con otro material aprobado. No se debe utilizar una punzonadora o una barrena inicial en sustitución del pre-perforado.

No se debe perjudicar la capacidad de los pilotes existentes o la seguridad o condición de las estructuras adyacentes. Si el pre-perforado afecta la capacidad de los pilotes o de las estructuras ya instaladas, se debe restaurar la capacidad última requerida para los pilotes y para las estructuras utilizando métodos aprobados.

557.09 PREPARACION E HINCADO. Se debe preparar el trabajo de acuerdo con lo indicado en la Sección 205. Todos los cabezales de hincamiento de los pilotes deben ser planos y perpendiculares al eje longitudinal del pilote. Se debe coordinar el hincado de los pilotes de manera que no se dañen otras partes del trabajo ya completadas.

Se deben hincar los pilotes dentro de 50 milímetros de la localización indicada en los planos a la elevación del corte para las vigas de la pila y dentro de 150 milímetros de la localización indicada en los planos para los pilotes unidos con vigas debajo del nivel final del terreno. El pilote debe ubicarse a una distancia de más de 100 milímetros de cualquier rostro de la viga. Se deben hincar los pilotes de manera que la alineación axial esté dentro de 20 milímetros por metro de la alineación requerida. El Delegado Residente podrá suspender el hincado para verificar la alineación del pilote. Se debe verificar la alineación de los pilotes que no puedan ser inspeccionados internamente después de instalados, antes de hincar los últimos 1.5 metros. No se debe halar lateralmente los pilotes o los empalmes para corregir el desalineado. No se debe empalmar una sección alineada con un pilote desalineado.

Se deben colocar los pilotes individuales en los grupos de pilotes ya sea iniciando en el centro del grupo y procediendo hacia afuera en ambas direcciones o iniciando en la fila exterior y procediendo progresivamente a través del grupo.

Se debe corregir de manera aprobada todos los pilotes que se hayan hincado incorrectamente, hincado fuera de la ubicación correcta, que estén desalineados o que se hayan hincado debajo de la profundidad designada para el recorte. Se deben reponer los pilotes dañados durante el manejo o el hincado. Se debe obtener la aprobación del método o métodos propuestos para corregir o reparar las deficiencias.

(a) Pilotes de madera. No se debe utilizar pilotes que tengan hendiduras con un ancho mayor de 15 milímetros. Se deben hincar los pilotes de madera tratada dentro de los 6 meses posteriores al tratamiento. Se deben manipular y cuidar los pilotes tratados a presión de acuerdo con lo indicado en el AASHTO M 133.

El Contratista debe darle forma cuidadosamente a la punta del pilote para asegurar un soporte parejo y uniforme en la punta de acero. Se debe sujetar firmemente la punta al pilote. Se deben tratar todos los agujeros, cortes o cabeza de los pilotes con 2 aplicaciones, por medio de una brocha, con una solución de alquitrán de creosota-carbón.

(b) Pilotes de acero. Se deben suministrar pilotes con longitud total y sin empalmes para longitudes menores de 18 metros. Si se requiere el uso de empalmes en el primer pilote

hincado y se anticipa que los pilotes subsecuentes también requerirán empalmes, se deben colocar los empalmes en el tercio inferior del pilote. No se permitirán empalmes con longitudes menores de 3 metros y únicamente se permitirán 2 empalmes por pilote.

Se debe cargar, transportar, descargar, almacenar y manipular los pilotes de acero de manera que el metal se mantenga limpio y libre de daños. No se debe utilizar pilotes que excedan la contraflecha y la curvatura permitidas por las tolerancias máximas especificadas por la fábrica. Los pilotes dañados durante la instalación serán considerados insatisfactorios a menos que se demuestre que la capacidad soporte es el 100 por ciento de la capacidad última requerida por las pruebas de carga. Estas pruebas de carga efectuadas no representarán costo alguno para el Estado.

(c) Pilotes de concreto prefabricados y pre-esforzados. Se le debe dar soporte a los pilotes de concreto, deben ser izados o trasladados, en los puntos indicados en los planos o, si no se indican, proveer ganchos de manejo en los puntos cuartos. Proveer eslingas u otro equipo cuando se eleven o transporten los pilotes de concreto para evitar que se pandee el pilote o se rompan los extremos.

Se deben proteger las cabezas para el hincado de los pilotes de concreto con un cabezal de hincamiento con un espesor de por lo menos 100 milímetros. Se debe cortar el cabezal para que haga juego con la sección transversal de la parte superior del pilote. Se debe reponer el cabezal si hay una compresión a un espesor menor que la mitad del espesor original, o si se empieza a quemar. Se debe proveer un cabezal nuevo para cada pilote.

Se rechazará un pilote de concreto que tenga cualquier defecto que altere su resistencia o su comportamiento a largo plazo.

(d) Tuberías o cascos de acero rellenos con concreto. Se deben suministrar y manipular las tuberías o los cascos de acero de acuerdo con lo indicado en el inciso (b) anterior. El corte de las puntas para los cascos o las tuberías de acero podrá hacerse adentro o afuera del casco. Se debe utilizar acero estructural con alto contenido de carbono con un resalto de fábrica para el soporte del casco o acero fundido con un resalto diseñado para la unión por medio de soldadura simple.

Cuando sea práctico, se debe hincar todos los cascos o las tuberías que formarán los pilotes de una unidad de la subestructura antes de colocar el concreto en cualquiera de los cascos o de las tuberías. No se debe hincar los cascos o las tuberías de acero dentro de 5 metros de cualquier casco o tubería llena de concreto, hasta que el concreto haya curado durante por lo menos 7 días o 3 días si se utiliza concreto con acelerantes. No se debe hincar ningún casco o tubería de acero después de ser rellena con concreto.

Se debe remover y reemplazar los cascos que han sido designados como inaceptables debido a roturas, dobleces o retorciduras.

(e) Registro del Hincamiento de Pilotes. El Contratista debe llevar un registro completo del hincamiento de cada pilote conjuntamente con un representante del Delegado Residente. Debe registrarse lo siguiente:

- (1) El número y la ubicación del pilote.
- (2) Dimensiones del pilote.
- (3) Elevación del suelo en la ubicación del pilote.
- (4) Elevación de la superficie del agua, si la hay, en la ubicación del pilote.

- (5) Fabricación y modelo del martinete.
- (6) Tipo y tamaño del cabezal de hincamiento.
- (7) Distancia de penetración del pilote bajo su propio peso y bajo el peso del martinete.
- (8) Número de golpes por cada pie de hincamiento.
- (9) Número actual de golpes por minuto durante el hincamiento.
- (10) Duración de cualquier interrupción del hincamiento y la hora cuando la interrupción ocurrió.
- (11) Elevación final de la punta.
- (12) Longitud del recorte.

Cuando el hincamiento de un pilote se interrumpa por cualquier causa, la lectura de penetración se debe hacer por lo menos, un minuto después de dicha interrupción, con el propósito de determinar el promedio de penetración del pilote, por golpe.

(f) Gráficas de Hincamiento. El Contratista debe hacer y proporcionar al Delegado Residente para uso de la evaluación de la capacidad de carga de los pilotes, gráficas de hincamiento de un pilote permanente hincado en cada cimentación, además de aquellas hechas para los pilotes de prueba. El Delegado Residente designará los pilotes para los cuales se deben hacer gráficas de hincamiento.

Se deben hacer gráficas de penetración de los pilotes durante su hincamiento y a las resistencias de hincamiento indicadas. Una pieza ancha de cinta adhesiva debe fijarse al pilote y un escantillón independiente del pilote, pero cerca del mismo, debe ser fijado en una posición horizontal. El escantillón debe estar a nivel con la parte inferior de la cinta. Cuando el pilote sea golpeado, un lápiz se debe mover a lo largo del escantillón marcando, en esta forma, un trazo del movimiento del pilote bajo cada golpe en la cinta.

En cada cinta se debe indicar la parte superior e inferior de la misma. La cinta debe ser pegada a una pieza de cartón al removerla del pilote. Cada cinta o pieza de cartón debe ser marcada: con el número del pilote, con la elevación de la punta del pilote al empezar el registro del hincamiento, con la resistencia del hincamiento cuando se hicieron las gráficas y con la fecha del registro.

(g) Variaciones Admisibles en las Ubicaciones Finales. La variación de la posición final de la cabeza de cada pilote a la posición indicada en los planos, y la variación de la vertical, o de la inclinación requerida, no debe exceder los valores indicados en la tabla siguiente:

Tipos de Pilotes	Variación de la Posición Final	Variación de la Inclinación
▪ Pilotes de Madera	8 centímetros	2 centímetros/metro
▪ Pilotes de concreto pre-fundido o premezclado	8 centímetros	2 centímetros/metro
▪ Pilotes de metal	5 centímetros	1 centímetro/metro

Después de ser hincados los pilotes, las cabezas de los mismos no deben ser haladas.

557.10 EMPALMES. Se deben suministrar detalles para los empalmes de los pilotes hechos en el campo para su aprobación. Se debe alinear y conectar las secciones de los pilotes de manera que el eje del pilote empalmado permanezca recto.

(a) Pilotes de acero. Las soldaduras estructurales deben ser realizadas por un soldador calificado.

Las superficies a ser soldadas deben estar lisas, uniformes y libres de escamas sueltas, escorias, grasas u otro material que impida una soldadura adecuada. El acero podrá cortarse con oxígeno. Para la preparación de la junta se podrá ranurar, cincelar o moler utilizando un arco de carbón.

Se debe soldar de acuerdo con el Código de Soldaduras para Puentes de la AASHTO/AWS D 1.5. Se debe soldar toda la sección transversal del pilote utilizando juntas AWS ranuradas soldadas a tope que hayan sido precalificadas. Se debe soldar de tal forma que no exista evidencia visual de grietas, falta de fusión, falta de corte, escurrimiento excesivo, porosidad o tamaño inadecuado. Se podrán utilizar empalmes fabricados en vez de las soldaduras a tope, ranuradas, o de penetración total.

(b) Empalmes de los pilotes de concreto. Se deben suministrar planos con los empalmes propuestos para su aceptación. Se deben utilizar dovelas u otros medios mecánicos aceptables para empalmar los pilotes de concreto pre-fabricados o pre-esforzados. El empalme debe desarrollar resistencias a la compresión, tensión y flexión iguales o mayores que la resistencia del pilote que será empalmado.

(c) Extensiones para los pilotes de concreto.

(1) Pilotes de concreto prefabricados. Se debe extender los pilotes prefabricados de concreto removiendo el concreto del extremo del pilote y dejando expuesta una longitud igual a 40 diámetros de acero de refuerzo. Se debe remover el concreto hasta producir un rostro perpendicular al eje del pilote. Seguidamente, se debe asegurar bien el refuerzo con el refuerzo proyectado del pilote. Ambos refuerzos deben ser del mismo tamaño. Se debe formar la extensión de manera que se evite que ocurran filtraciones a lo largo del pilote.

Inmediatamente antes de colocar el concreto, se debe humedecer completamente la parte superior del pilote y se debe cubrir con una capa delgada de cemento nítido, mortero retemplado u otro material adhesivo adecuado. Se debe colocar concreto con el mismo diseño de mezcla y con la misma calidad del utilizado para el pilote. Se debe mantener las formaletas en su posición por no menos de 7 días después de colocado el concreto, curando y finalizando el trabajo de acuerdo con lo indicado en la Sección 551.

(2) Pilotes pre-esforzados. Se deben extender los pilotes pre-esforzados de acuerdo con lo indicado en el inciso (b) anterior. Se deben incluir barras de refuerzo en la cabeza del pilote para empalmarlas con las barras de extensión. No se debe hincar los pilotes prefabricados pre esforzados que hayan sido extendidos.

(3) Pilotes de madera. No se deben empalmar los pilotes de madera.

557.11 PILOTES QUE EMERGEN. Se debe verificar la altura del pilote durante las operaciones de hincado. Se deben tomar lecturas del nivel inmediatamente después de hincar cada pilote y de nuevo cuando se hinquen pilotes dentro de un radio de 5 metros. Se deben rehincar los pilotes que emerjan más de 5 milímetros, y re-hincar hasta alcanzar la penetración especificada.

557.12 PRUEBAS DE CARGA. No se requerirá la ejecución de las pruebas de carga, a menos que se especifique en el contrato.

(a) Prueba de carga dinámica. Para realizar una prueba de carga dinámica se debe contratar a un consultor calificado especialista en pilotes con por lo menos 3 años de experiencia

en la ejecución y análisis de las pruebas de carga dinámica, para ejecutar las pruebas, un programa de análisis de onda del pilote (CAPWAP o similar) y el análisis de ecuación de onda, incluyendo el análisis de ecuación de onda inicial especificado en 557.04(c). Esto lo debe verificar el Delegado Residente y dará su aprobación si le es satisfactoria la información.

Se debe suministrar un albergue para proteger el equipo para la prueba de carga dinámica. Este se debe ubicar a unos 15 metros de la ubicación del punto de ensayo. El albergue tendrá un área de piso de por lo menos 6 metros cuadrados y con una altura mínima, hasta el techo, de 2 metros. Se debe mantener la temperatura interior entre 10 y 35 °C.

Se debe suministrar el equipo y ejecutar las pruebas de carga dinámica de acuerdo con ASTM D 4945 bajo la supervisión del Delegado Residente.

El término rechazo de hincado se define como 15 golpes por 25 mm para pilotes de acero, 8 golpes por 25 mm para pilotes de concreto y 5 golpes por 25 mm para pilotes de madera.

(b) Pruebas de carga estática. Se deben ejecutar las pruebas de carga estática de acuerdo con ASTM D 1143 utilizando el método de ensayo de carga rápida excepto por las modificaciones que aquí se indican. Se deben suministrar planos de los aparatos de carga propuestos para su aceptación, de acuerdo con lo siguiente:

- (1) Los planos deben ser preparados por un ingeniero colegiado.
- (2) Se debe suministrar un sistema de carga capaz de aplicar el 150 por ciento de la capacidad última del pilote o 9,000 kilonewtons, el que sea menor.
- (3) Se debe construir el aparato de manera que los incrementos en la carga se puedan aplicar gradualmente sin causar vibración en el pilote de prueba.

Cuando se requiera el uso de pilotes a tensión (anclaje), se debe hincar los pilotes a tensión en la ubicación de los pilotes permanentes, cuando esto sea factible. Los pilotes de madera o los ahusados instalados en las ubicaciones permanentes no deben ser utilizados como pilotes a tensión. Se debe tomar el ensayo de falla en un plano inclinado o la capacidad del sistema de carga, el que ocurra primero.

La carga axial permisible del pilote se define como el 50 por ciento de la carga de falla. La carga de falla se define como sigue:

- Para pilotes con un diámetro o un ancho en diagonal menor o igual a 600 milímetros será la carga que produzca un asentamiento a la ruptura en la cabeza del pilote igual a:

$$S_f = S + (3.8 + 0.008D)$$

- Para pilotes con un diámetro o un ancho en diagonal mayor que 600 milímetros:

$$S_f = S + D/30$$

Donde:

S_f = Asentamiento a la falla, en milímetros

D = Diámetro del pilote o ancho en diagonal, en milímetros

S = Deformación elástica

Se debe determinar la elevación de la parte superior del pilote de prueba inmediatamente después del hincado y de nuevo justo antes de la prueba de carga para verificar si emergió. Después, se debe esperar un mínimo de 3 días entre el hincado de cualquier pilote de anclaje o para prueba de carga y el inicio de la prueba de carga. Antes de la prueba, se debe hincar de nuevo o halar con un gato, hasta la elevación original, cualquier pilote que se haya movido más de 6 milímetros.

Después de completar el ensayo de carga, se debe remover o recortar cualquier pilote de prueba o de anclaje que no forme parte de la estructura final, por lo menos hasta 0.5 metros debajo del fondo del cimiento o del nivel del terreno final.

Basado en los resultados de los ensayos de carga estática, se podrá aprobar la lista de orden y el criterio de hincado de los pilotes finales y se podrá establecer las elevaciones de corte requeridas o se podrá especificar la ejecución de ensayos de carga adicionales. Esta información debe ser presentada dentro de 7 días después de la recepción de la lista de orden y de todos los datos de ensayo requeridos para los pilotes de prueba hincados.

557.13 CORTE DE LOS PILOTES. Se debe cortar la parte superior de todos los pilotes permanentes y de los entubados hasta el nivel requerido. Los cortes se harán en los pilotes de una manera limpia y recta, paralela al rostro del fondo del miembro estructural en el cual están empotrados. Luego se dispondrá de los tramos cortados de acuerdo con lo que indique el Delegado Residente.

(a) Pilotes de acero. No se debe pintar el acero que va a empotrarse dentro del concreto. Antes de pintar los pilotes de acero que queden expuestos, se debe limpiar toda la superficie metálica para eliminar cualquier sustancia que inhiba la adhesión de la pintura. Se debe utilizar un sistema 2 de pintura de aluminio de color, de acuerdo con lo indicado en la Sección 563. Se deben pintar las partes ya completadas de los pilotes de las pilas u otros pilotes expuestos hasta un punto no menor de 1 metro debajo del nivel final del terreno o del nivel del agua con una capa de imprimante aplicada en el taller y 2 capas finales también aplicadas en el taller. Las capas aplicadas en el campo deben aplicarse antes de hincar el pilote. Se deben pintar los pilotes expuestos arriba del nivel final del terreno o del nivel del agua con una capa final aplicada en el campo.

(b) Pilotes de madera. Se deben tratar las cabezas de todos los pilotes de madera tratada que no estén empotrados en el concreto utilizando uno de los métodos siguientes:

(1) Se debe reducir el contenido de humedad de la madera a no más de 25 por ciento y sin humedad libre en la superficie. Se debe aplicar con brocha una capa de alquitrán de solución de creosota-carbón.

Luego se debe construir una capa protectora por medio de la aplicación de capas alternas de tela con tejido suelto y asfalto caliente ó alquitrán similar a las membranas impermeables, utilizando 3 capas de asfalto o de alquitrán y 2 capas de tela. Se debe utilizar tela por lo menos 150 milímetros más ancha en cada dirección que el diámetro del pilote. Se debe colocar la tela hacia abajo sobre el pilote y asegurar las orillas amarrándolas con 2 vueltas de alambre galvanizado con un diámetro mínimo de 3 milímetros. Luego se debe aplicar una capa final de asfalto o de alquitrán para cubrir el alambre, y por último se debe cortar cuidadosamente la tela debajo de los alambres.

(2) Se debe cubrir la superficie aserrada con 3 aplicaciones de una mezcla caliente con 60 por ciento de creosota y 40 por ciento de brea para techos ó aplicar una capa con brocha de 3 aplicaciones de creosota caliente y cubrir con la brea caliente para techos. Se debe después colocar una lámina metálica galvanizada como cubierta sobre el revestimiento y doblarla sobre los lados de cada pilote.

557.14 PILOTES NO SATISFACTORIOS. Si el Delegado Residente determina que un pilote no es satisfactorio, podrá optar por una de las siguientes soluciones:

- (a) Instalar pilotes adicionales.
- (b) Reparar los pilotes dañados.
- (c) Reemplazar los pilotes dañados.

557.15 COLOCACION DEL CONCRETO DENTRO DE LOS CASCOS O TUBERIAS DE ACERO. Después de hincar los cascos o los tubos de acero, se debe limpiar el interior de los cascos o de las tuberías removiendo todo el material suelto. Se deben mantener los cascos o la tubería sustancialmente impermeables. Se debe proveer equipo adecuado para inspeccionar toda la superficie interior del casco o de la tubería hincada justo antes de colocar el concreto.

(a) Acero de refuerzo. Cuando se requiera el uso de acero de refuerzo, el espaciamiento entre los elementos adyacentes de la armadura debe ser de por lo menos 5 veces el tamaño máximo del agregado del concreto.

Se debe amarrar firmemente los espaciadores de concreto o los otros espaciadores aprobados en los puntos quintos alrededor del perímetro de la armadura del acero de refuerzo. Se deben instalar espaciadores a intervalos que no excedan de 3 metros medidos a lo largo de la longitud de la armadura.

Se debe colocar la armadura de refuerzo dentro del casco o de la tubería hincada cuando el concreto alcance la elevación inferior estimada para el refuerzo. Se debe sostener el refuerzo de manera que permanezca dentro de 50 milímetros de la ubicación vertical requerida, y sostener la armadura desde la parte superior hasta que el concreto alcance la parte superior del pilote.

(b) Concreto. Se debe construir el concreto de acuerdo con lo indicado en la Sección 551. Se debe colocar el concreto en una sola operación continua desde el fondo hasta la cima del pilote. Antes del fraguado inicial del concreto, se debe consolidar los 3 metros superiores del pilote de concreto utilizando equipo vibratorio previamente aprobado.

557.16 MEDIDA.

(a) Suministro de Pilotes. La medida se debe hacer del número de metros lineales, con aproximación de dos decimales, de los pilotes de madera, concreto reforzado prefabricado, concreto pre-esforzado, cascos de acero llenos con concreto reforzado fundido en el lugar o de metal, suministrados o fabricados, entregados satisfactoriamente en los diferentes sitios de hincamiento, de acuerdo con estas Especificaciones Generales.

(b) Hincamiento de Pilotes. La medida se debe hacer del número de metros lineales, con aproximación de dos decimales, medidos desde la punta inferior hasta la elevación o cota de la superficie del terreno original, de los pilotes de madera, concreto reforzado prefabricado, concreto pre-esforzado, cascos de acero o de metal, hincados y recortados satisfactoriamente de acuerdo con estas Especificaciones Generales.

(c) Empalmes. La medida se debe hacer del número de empalmes de pilotes de madera, concreto reforzado prefabricado, concreto pre-esforzado o de metal, hechos satisfactoriamente, de acuerdo con estas Especificaciones Generales.

(d) Pruebas de Carga. La medida se debe hacer del número de pruebas de carga realizadas de acuerdo al Contrato y estas Especificaciones Generales.

502.17 PAGO.

(a) Suministro de Pilotes. El pago se debe hacer por el número de metros lineales, medidos como se indica en 557.16 (a), al precio unitario de contrato, correspondiente a Suministro o Fabricación, entregados en los diferentes sitios de Hincamiento de los Pilotes de Madera, Concreto Reforzado Prefabricado, Concreto Pre-Esforzado, Casco de Acero llenos con Concreto Reforzado Fundido en el lugar o de Metal, cuyo precio incluye el trabajo estipulado en esta Sección, de conformidad con lo indicado en 110.02.

(b) Hincamiento de Pilotes. El pago se debe hacer por el número de metros lineales, medidos como se indica en 557.16 (b), al precio unitario de contrato, correspondiente a Hincado en los diferentes sitios de hincamiento, de los Pilotes de Madera, Concreto Reforzado Prefabricado, Concreto Pre-Esforzado, Cascos de Acero o de Metal, cuyo precio incluye el trabajo estipulado en esta Sección, de conformidad con lo indicado en 110.02.

(c) Empalmes. El pago se debe hacer por el número de empalmes, medidos como se indica en 557.16 (c), al precio unitario de contrato, correspondiente a Empalmes de Pilotes, cuyo precio incluye el trabajo estipulado en esta Sección, de conformidad con lo indicado en 110.02.

(d) Pruebas de carga. El pago se debe hacer por el número de pruebas de carga como se indica en 557.16 (d), al precio unitario de contrato, correspondiente a Pruebas de Carga, cuyo precio incluye el trabajo estipulado en esta Sección, de conformidad con lo indicado en 110.02.

SECCION 558 PILOTES FUNDIDOS EN EL LUGAR

- 558.01 Definición.
- 558.02 Descripción.
- 558.03 Requisitos de los Materiales.
- 558.04 Requerimientos del Contratista y Calidad del Equipo.
- 558.05 Excavación de Prueba.
- 558.06 Excavación.
- 558.07 Acero de Refuerzo.
- 558.08 Concreto.
- 558.09 Medida.
- 558.10 Pago.

558.01 DEFINICIÓN. Pilotes fundidos en lugar. Son los miembros estructurales de concreto reforzado fundidos en el lugar para formar parte de una estructura de cimentación o para contener el empuje de tierras.

558.02 DESCRIPCIÓN. Este trabajo consiste en la perforación del agujero, el suministro de la armadura y del concreto estructural, la colocación de la armadura dentro del agujero previamente perforado y la fundición del concreto para la construcción de pilotes fundidos en el lugar de conformidad con lo indicado en los planos, las Disposiciones Especiales y estas Especificaciones.

MATERIALES

558.03 REQUISITOS DE LOS MATERIALES.

- (a) Bentonita. El Contratista debe suministrar bentonita de sodio. Se debe utilizar un tamaño del grano mineral tal que permanezca en suspensión con suficiente viscosidad y características de gel, de manera que la mezcla sea capaz de transportar el material excavado a un sistema de cernido adecuado.
- (b) Acero de refuerzo. Debe cumplir con los requisitos establecidos en la Sección 552.
- (c) Concreto estructural. Debe cumplir con los requisitos establecidos en la Sección 551.

REQUISITOS DE CONSTRUCCION

558.03 REQUERIMIENTOS DEL CONTRATISTA Y CALIDAD DEL EQUIPO. Por lo menos 30 días antes de construir los pilotes fundidos en el lugar se deberá presentar, para su aprobación, un programa para la instalación del equipo. En dicho programa se deberá incluir la siguiente información:

- (a) El listado del equipo propuesto a ser utilizado incluyendo las grúas, perforadoras, barrenos, cubetas con torno, equipo para la limpieza final, equipo desarenador, bombas para la bentonita, equipo para muestreo de núcleos, tremies, bombas para el concreto, entubados, etc.
- (b) Los detalles de la secuencia general de construcción y de la secuencia de construcción de los pilotes.
- (c) Los detalles de los métodos a utilizar en la excavación del pilote y de los procedimientos a seguir para mantener la alineación vertical y horizontal correcta durante la excavación.

(d) Cuando se requiera el uso de bentonita, se deben incluir detalles de los métodos de mezclado, circulación y desarenado de la bentonita.

(e) Los detalles de los métodos a utilizar para limpiar la excavación.

(f) Los detalles para la colocación del acero de refuerzo incluyendo los métodos a seguir para el soporte y la centralización de la armadura.

(g) Los detalles para la colocación del concreto incluyendo los procedimientos operacionales propuestos para el vertido por medio de caída libre, con tremie o con bomba.

La aceptación del programa y de las excavaciones de prueba del Contratista no lo eximen de la responsabilidad de obtener los resultados requeridos.

558.05 EXCAVACION DE PRUEBA. Cuando en el contrato se requiera la ejecución de excavaciones de prueba, se deberá ejecutar el trabajo de acuerdo con los requerimientos aplicables indicados en 558.06 y con lo siguiente:

(a) Antes de perforar los agujeros para la producción de los pilotes se deberá perforar una excavación de prueba adyacente a la ubicación aprobada, con el objeto de demostrar que el equipo y los métodos propuestos son adecuados. El espaciamiento, centro a centro, entre la excavación de prueba y los pilotes a producir deberá ser de por lo menos 3 diámetros del pilote o 2 diámetros de la campana, el que sea mayor.

(b) Se debe ejecutar la excavación de prueba con el mismo tamaño y con la misma elevación de la punta del pilote más profundo indicado en los planos. Cuando se vaya a construir campanas en los pilotes, se deberá incluir una campana en la excavación de prueba para verificar la factibilidad de la construcción de la misma sobre el estrato especificado para soporte.

(c) Si el material se derrumba dentro del agujero perforado o el agujero se deforma en exceso, se deberá colocar un entubado en la excavación de prueba. Cuando se utilice entubado, el mismo se deberá asentar lo necesario para prevenir derrumbes y para permitir la extracción del agua en el agujero. Se debe remover todo el material que esté dentro del agujero. Se debe mantener el entubado en su posición un mínimo de 4 horas mientras se extrae toda el agua del agujero. Se debe llevar un registro de la razón de infiltración del agua dentro del agujero. Después de dicho período de 4 horas, se debe rellenar el agujero de prueba con arena saturada mientras se remueve el entubado para simular la operación de colocación del concreto y la remoción del entubado. No se requerirá la colocación de acero de refuerzo ni de concreto en la excavación de prueba.

(d) Si se determina que la excavación de prueba no es satisfactoria por causas imputables al Contratista, este deberá modificar los métodos y el equipo utilizados. Deberá presentar un nuevo programa de instalación y perforar una nueva excavación de prueba. El costo de estos trabajos será absorbido por el Contratista. En caso de que la excavación de prueba no sea satisfactoria por causas no imputables al Contratista, la excavación adicional le será pagada.

Una vez se haya aprobado la construcción de los pilotes de producción, no se permitirán cambios en el programa de instalación, a menos que éstos sean aprobados previamente por el Delegado Residente.

558.05 EXCAVACION.

(a) Excavación. No se deberá excavar perforaciones adicionales ni se deberá permitir la aplicación de cargas de tráfico ó vibraciones excesivas por un período de 20 horas

dentro de una distancia de 5 metros o 3 diámetros de un pilote recién perforado, la que sea mayor. La excavación para la construcción de cimientos soportados por pilotes y la construcción de rellenos deberán ser ejecutadas antes de perforar los ejes para los pilotes. La variación de la posición final de la cabeza de cada pilote a la posición indicada en los planos no debe exceder de 75 mm.

Se deben excavar los agujeros de acuerdo con el programa aprobado para la instalación. No se deberá permitir que la alineación vertical de un eje varíe de la alineación requerida en más de 20 milímetros por metro de profundidad. No se deberá permitir que la alineación de un pilote inclinado varíe en más de 40 milímetros por metro de profundidad de la alineación requerida para la inclinación.

Se debe proveer equipo con capacidad para excavar ejes que sean 20 por ciento más largos y del mismo diámetro que los ejes indicados en los planos.

Se debe mantener un registro del material excavado durante la perforación de los pilotes que incluya la siguiente información:

(1) Descripción y elevación aproximada del fondo y de la parte superior de cada tipo de suelo o roca encontrado.

(2) Elevación y razón aproximada de cualquier filtración o nivel freático encontrados.

(3) Equipo utilizado, tiempo requerido para perforar el eje y todas las dificultades encontradas.

(4) Comentarios.

(b) Método en seco. Se debe utilizar el método seco de construcción en los sitios donde el nivel freático y las condiciones del suelo sean las adecuadas para ejecutar la construcción de los pilotes en excavaciones relativamente secas y donde los lados y el fondo de la excavación puedan ser inspeccionados visualmente antes de colocar el concreto. El método seco consiste en la perforación del eje, la remoción del agua acumulada, la remoción del material suelto, la colocación de la armadura del acero de refuerzo y la colocación del concreto dentro de una excavación relativamente seca.

El método seco de construcción podrá ser empleado únicamente cuando, durante la ejecución de la excavación de prueba, se haya demostrado lo siguiente:

(1) No se permita el uso de una bomba y el agua arriba del fondo del agujero se acumule menos de 300 milímetros durante un período de una hora.

(2) Los lados y el fondo del agujero permanezcan estables sin derrumbes perjudiciales, lodazales o hinchamientos durante un período de 4 horas que de inicio inmediatamente después de completar la excavación.

(3) El material suelto y el agua puedan ser removidos satisfactoriamente antes de la inspección y de la colocación del concreto.

(c) Método húmedo. Se debe utilizar el método húmedo de construcción o el método de construcción utilizando entubado para construir los pilotes que no cumplan con los requerimientos indicados anteriormente para el método seco. Este método consiste en el uso de agua o bentonita para mantener la estabilidad del perímetro del agujero mientras se avanza con la excavación hasta alcanzar la profundidad final, en la colocación de la armadura del acero de refuerzo y en la colocación del concreto.

El método húmedo incluye los siguientes trabajos:

- (1) Remoción de la arena y limpieza de la bentonita.
- (2) Limpieza final de la excavación utilizando una cubeta con torno, elevador de agua por aire, bomba sumergible u otros dispositivos aprobados.
- (3) Colocación del concreto por el método tremie o con bomba, empezando en el fondo de la excavación.
- (4) Cuando sea necesario, se deberá colocar entubados superficiales temporales para ayudar a obtener la alineación y ubicación del eje del pilote.
- (5) Se deberá colocar entubados superficiales temporales para evitar que se enlode la parte superior de la excavación del pilote a menos que se demuestre satisfactoriamente que no se requiere el uso de los mismos.

Cuando los pilotes se localicen en áreas abiertas de agua, se deberá extender los entubados exteriores sobre la elevación del agua y dentro del suelo para proteger el concreto de la acción del agua durante la colocación y el curado del mismo. Se debe instalar el entubado exterior de manera que se forme un sello eficiente en la parte inferior del entubado para evitar la filtración del agua o la entrada de otro material dentro de la excavación del pilote.

Cuando se determine que las paredes laterales del agujero se han suavizado debido a los métodos de excavación, hinchado debido a demoras en la colocación del concreto o degradado debido a la formación de terrones de bentonita, se deberá rimar las paredes laterales un mínimo de 15 milímetros o un máximo de 75 milímetros hasta encontrar el terreno natural o material sano.

Cuando se coloque el concreto, se deberá limpiar el agujero de manera que no más del 50 por ciento del fondo de cada agujero tenga más de 10 milímetros de sedimento y la profundidad máxima de sedimento en cualquier lugar en el fondo del agujero no deberá exceder de 40 milímetros. Para agujeros secos, se debe reducir la profundidad del agua a 75 milímetros o menos antes de colocar el concreto.

(d) Bentonita. Se debe premezclar la bentonita con agua fresca limpia de acuerdo con las instrucciones del fabricante para permitir su hidratación antes de introducirla en la excavación. Se deben utilizar tanques de bentonita con una capacidad adecuada para la circulación de la bentonita, el almacenamiento y el tratamiento. No se deberá utilizar restos de bentonita excavados o materiales resultantes de la excavación para mezclar la bentonita. No se deberá colocar componentes minerales directamente dentro de la excavación.

Se debe proveer equipo para el desarenado con el objeto de limitar el contenido de arena de la bentonita a menos de 4 por ciento en volumen en cualquier punto de la excavación. No se requerirá el desarenado para la colocación de entubados temporales, postes con señales o para la cimentación de los mástiles de iluminación.

Durante los trabajos de perforación se deberá mantener la superficie con bentonita por lo menos 1 metro arriba de la elevación esperada adyacente más alta de la carga piezométrica de presión del agua y a un nivel suficiente para evitar derrumbes dentro del agujero.

Cuando exista una pérdida significativa repentina de bentonita en el agujero, se deberá suspender la perforación y se deberá tomar las medidas correctivas para evitar la pérdida de bentonita. Se debe evitar que la bentonita fragüe dentro del eje. Si en cualquier momento el

método de construcción utilizando bentonita no da los resultados deseados, se deberá discontinuar su uso y se deberá utilizar un método alternativo previamente aprobado.

Durante los trabajos de excavación del agujero y de la colocación del concreto, la densidad, la viscosidad y el pH de la bentonita deberán mantenerse dentro de los rangos aceptables indicados en la Tabla 558-1. Se deben tomar muestras de la bentonita utilizando una herramienta de muestreo aprobada, extrayendo las muestras de bentonita del fondo del eje y a 3 metros arriba del fondo. Se deben ejecutar 4 juegos de ensayos durante las primeras 8 horas de uso de la bentonita. Cuando los resultados sean aceptables y consistentes, la frecuencia de ejecución de ensayos podrá ser reducida a un juego de ensayos por cada 4 horas.

Cuando una muestra de bentonita sea inaceptable, se deberá hacer las correcciones necesarias para que la bentonita esté dentro de las especificaciones. No se deberá iniciar la colocación del concreto hasta que las nuevas muestras y ensayos den como resultado valores aceptables.

Después de completar cada excavación, se deberá suministrar reportes firmados por un representante autorizado de todos los ensayos efectuados. Se debe disponer de la bentonita en localizaciones aprobadas.

TABLA 558-1 Rango aceptable de valores para la Bentonita

Propiedad	Al momento de introducir la bentonita	Dentro del agujero en el momento de ensayar	Método
Densidad, kg/m ³	1030-1110	1030-1200	Balance de densidad
Viscosidad, s/L	30-48	30-48	Cono Marsh
pH	8-11	8-11	Papel o metro para pH

Nota: Los valores de densidad indicados son para agua fresca. Se deben incrementar los valores de densidad en 30 kilogramos por metro cúbico para agua salada. Se deben ejecutar los ensayos cuando la temperatura de la bentonita sea mayor que 4°C. Si se requiere desarenado, el contenido de arena no deberá ser mayor que 4 por ciento en volumen en cualquier punto dentro de la perforación, determinado de acuerdo con el ensayo de Contenido de Arena del Instituto Americano del Petróleo.

(e) Entubados. Se debe utilizar entubados de acero lisos, limpios, impermeables y con una resistencia suficiente para soportar los esfuerzos de manejo, de instalación, del concreto y de la presión del suelo que lo rodea. Todos los diámetros del entubado indicados en los planos serán diámetros exteriores.

El diámetro de un entubado permanente deberá estar de acuerdo con las tolerancias aplicables a las tuberías regulares de acero del Instituto Americano de Tuberías. El diámetro exterior del entubado no podrá ser menor que el tamaño especificado para el pilote.

Se deben instalar los entubados de manera que se provea un sello positivo en el fondo que prevenga la filtración de agua u otro material dentro o fuera del agujero. Si se hace necesario remover un entubado y sustituirlo por otro más largo o de mayor diámetro a través de suelos desmenuzables, se deberá estabilizar la excavación con bentonita o material de relleno antes de instalar el entubado nuevo. Se podrán utilizar otros métodos aprobados para controlar la estabilidad de la excavación y proteger la integridad de los suelos de fundación.

Todos los entubados deberán ser considerados como temporales a menos que en los planos se especifiquen como permanentes. Se deben remover los entubados temporales antes de completar las operaciones de colocación del concreto en cualquier excavación que requiera su uso. Durante la extracción del entubado, se deberá mantener el nivel del concreto fresco dentro del entubado un mínimo de 1.50 metros sobre el nivel circundante del agua o del líquido utilizado para perforar. Se deberá tener mucho cuidado en la remoción del entubado para mantener un nivel adecuado del concreto dentro del entubado de manera que el fluido atrapado

detrás del entubado se desplace hacia arriba y se descargue en la superficie del terreno sin contaminar o desplazar el concreto.

Los entubados temporales que se hayan obstruido o atascado durante la construcción de los pilotes y que prácticamente no puedan ser removidos serán considerados como defecto en la construcción de los pilotes. Los pilotes defectuosos deberán ser corregidos utilizando métodos aprobados. Las acciones correctivas podrán consistir de, pero no limitarse a, las siguientes:

- (1) Remover el pilote de concreto y extender el nuevo a más profundidad para compensar la pérdida de capacidad de fricción en la zona entubada.
- (2) Proveer pilotes en tresbolillo para compensar la pérdida de capacidad.
- (3) Proveer un pilote de repuesto.

Cuando un entubado sea permanente, se deberá cortar el mismo a la cota requerida y dejarlo en su posición.

558.06 ACERO DE REFUERZO. Se debe ejecutar el trabajo del acero de refuerzo de acuerdo con lo indicado en la Sección 552. Se debe colocar la armadura del refuerzo como una unidad, inmediatamente después de inspeccionar y aceptar el agujero excavado y antes de colocar el concreto. Los empalmes traslapados del acero de refuerzo se deben amarrar con alambre, de manera segura. Si no se coloca el concreto inmediatamente después de instalar el refuerzo de acero, se podrá requerir la remoción del acero antes de colocar el concreto para verificar la integridad del área excavada y para asegurar la remoción del material suelto ubicado en el fondo de la excavación.

Se debe amarrar y apoyar el acero de refuerzo para que permanezca dentro de las tolerancias requeridas. Los espaciadores para el concreto u otros dispositivos para espaciamiento aprobados, se deben amarrar firmemente en los puntos quintos alrededor del perímetro de la armadura y espaciarlos a intervalos que no excedan de 3 metros a lo largo de la longitud de la armadura. Se deben utilizar espaciadores de un material aprobado por lo menos iguales en calidad y durabilidad al concreto del pilote.

Se deben manipular las armaduras del acero de refuerzo en tal forma que se evite la distorsión y la deformación transversal del acero.

Durante la colocación del concreto, se deberá proveer un soporte positivo desde la parte superior para la armadura del acero. Se debe mantener la parte superior de la armadura del refuerzo no más de 150 milímetros arriba y no más de 75 milímetros abajo de la posición requerida. Si la armadura del refuerzo no se mantiene dentro de las tolerancias, se deberá hacer las correcciones aceptables necesarias y no se deberá construir pilotes adicionales hasta que el método de soporte de la armadura del refuerzo haya sido aprobado.

558.07 CONCRETO. Se debe colocar el concreto inmediatamente después de completar toda la excavación y de colocar en su posición la armadura de acero de refuerzo. Se debe suministrar concreto de acuerdo con lo indicado en la Sección 551 a menos que se indique alguna otra disposición en esta Sección o las Disposiciones Especiales. Se deberá utilizar concreto estructural Clase 28 (4,000) con un asentamiento de 175 ± 25 milímetros, para excavaciones construidas sin el uso de fluidos en la excavación. Para excavaciones construidas utilizando fluido para la perforación (bentonita), se deberá utilizar concreto estructural Clase 28 (4,000) con un asentamiento de 200 ± 25 milímetros. Se debe utilizar sello de concreto para colocación debajo del agua. No se deberá utilizar sello de concreto arriba de la zona húmeda/seca del agujero. Se debe colocar concreto debajo del agua de acuerdo con lo indicado en la Sección 551, excepto que se aplicarán las modificaciones indicadas en esta Sección. El método a utilizar para colocar el concreto debajo del agua deberá ser previamente aprobado por el Delegado Residente.

Se deben ajustar los aditivos aprobados a las condiciones del proyecto para asegurar que el concreto tendrá el asentamiento mínimo requerido por lo menos durante 2 horas. Previo al inicio de la construcción de los pilotes, el Contratista debe presentar los resultados de los ensayos de asentamiento y de las mezclas de prueba del concreto a temperatura ambiente apropiada para las condiciones del sitio.

Cada bacheada de concreto se debe colocar dentro de 2 horas de su dosificación. Se permitirá un tiempo de colocación más largo si la mezcla del concreto mantiene el asentamiento mínimo requerido por más de 2 horas. No se deberá disturbar el concreto que ya haya desarrollado el fraguado inicial.

El concreto se debe colocar en una operación continua desde el fondo hasta la parte superior del agujero. Se debe continuar colocando el concreto después de que la excavación esté llena y hasta que la calidad aceptable del concreto en la parte superior sea evidente. Antes de que ocurra el fraguado inicial del concreto, se deberá consolidar los 3 metros superiores del pilote de concreto utilizando equipo vibratorio aceptable. Se debe finalizar la parte superior del pilote a +25 milímetros ó a -75 milímetros de la elevación requerida. Para agujeros húmedos, no se deberá consolidar el concreto hasta que toda el agua o la bentonita arriba de la superficie del concreto haya sido removida. El concreto se debe colocar ya sea con caída libre, tremie o con bomba.

(a) Colocación del concreto con caída libre. La colocación por caída libre se debe colocar únicamente en agujeros secos con una altura de caída libre máxima de 8 metros. El concreto deberá caer directamente sobre la base del eje sin tener contacto con la armadura del acero de refuerzo ni con las paredes laterales del agujero.

Se podrán utilizar canaletas de caída para dirigir la colocación en caída libre del concreto. Las canaletas de caída consistirán en un tubo liso construido de una pieza o de secciones que puedan ser adicionadas o removidas. El concreto se debe colocar por medio de un embudo en el extremo del tubo o a través de aberturas laterales mientras se remueve la canaleta de caída durante la colocación del concreto. La canaleta de caída se debe apoyar de manera que la altura máxima de caída libre del concreto, medida a partir del fondo de la canaleta, sea de 8 metros. Si la colocación del concreto hace que la excavación se derrumbe o se deslice, o si el concreto golpea la armadura del acero de refuerzo o las paredes de la excavación, se deberá reducir la altura de la caída libre y/o reducir la razón del flujo del concreto dentro de la excavación. Si la colocación del concreto no puede realizarse satisfactoriamente utilizando el método de caída libre, se deberá utilizar bombas o el método tremie.

(b) Tremie. El tremie se puede utilizar para la colocación del concreto tanto en agujeros húmedos como en agujeros secos. Un tremie consiste en un tubo con longitud, masa y diámetro suficientes para descargar el concreto en el fondo de la excavación. No se deberá utilizar tremies que contengan partes de aluminio que tengan contacto con el concreto. El diámetro interior del tremie deberá ser de por lo menos 6 veces el tamaño máximo del agregado utilizado en la mezcla del concreto y no menor de 250 milímetros. Las superficies exterior e interior del tremie deberán estar limpias y lisas. El espesor de la pared deberá ser el suficiente para evitar ondulaciones o dobleces abruptos.

Para agujeros húmedos, se deberá utilizar un tremie impermeable de acuerdo con lo indicado en 553.04 (a). Se debe construir el extremo de descarga del tremie de tal forma que permita el flujo radial libre del concreto durante la colocación. Se debe colocar la descarga del tremie en el fondo de la excavación y colocar el concreto con un flujo continuo. Se debe mantener la descarga del tremie sumergida por lo menos 1.5 metros debajo de la superficie del concreto líquido. También se debe mantener, en todo momento, una carga positiva de concreto en el tremie. Si en cualquier momento durante la colocación del concreto, se remueve la descarga del tremie de la columna de concreto líquido y se descarga el concreto arriba de la

superficie del concreto ya colocado y dentro del agua desplazada, se deberá remover la armadura del refuerzo y el concreto, se deberá completar la remoción necesaria de las paredes laterales tal como se indique y se deberá reconstruir el eje del pilote.

(c) Concreto bombeado. Se puede colocar el concreto por medio de una bomba tanto en agujeros secos como en los húmedos. Se debe utilizar tubos de descarga con un diámetro mínimo de 100 milímetros con juntas impermeables y colocar el tubo de descarga en el fondo de la excavación.

En los agujeros húmedos se deberá utilizar un tubo de descarga sellado de acuerdo con lo indicado en 553.04 (a). Si se utiliza un obturador, éste deberá removerse del agujero o se deberá utilizar un obturador hecho de un material aprobado que prevenga defectos en el pilote si no es removido. Se debe mantener el tubo de descarga de la bomba sumergido por lo menos 1.5 metros debajo de la superficie del concreto líquido. Si en cualquier momento durante la colocación del concreto, se remueve el tubo de descarga de la columna de concreto líquido y se descarga el concreto arriba de la superficie del concreto ya colocado y dentro del agua desplazada, se deberá remover la armadura del refuerzo y el concreto, se deberá completar la remoción necesaria de las paredes laterales tal como se indique y se deberá reconstruir el eje del pilote.

Cuando la parte superior de un pilote se ubique arriba del nivel del terreno, se deberá utilizar formaleta removible u otros medios aprobados para formar el eje hasta por lo menos una profundidad de 0.5 metros debajo del nivel final del terreno. Las formaletas podrán ser removidas al ser cumplidos los requerimientos indicados en la sección 556 y que el concreto no haya sido expuesto a agua salada o a agua en movimiento por 7 días. Se deben retirar las formaletas sin dañar el concreto.

Cuando se determine que el concreto ha sido afectado por la colocación debajo del agua, se deberá remover la parte superior del pilote de concreto antes de continuar con la construcción de la columna.

558.08 MEDIDA. La medida se debe hacer por el número de metros lineales, medido desde la elevación de la parte superior indicada en los planos hasta la punta aprobada, con aproximación de dos decimales, de Pilotes Fundidos en el Lugar, colocados satisfactoriamente de acuerdo con estas Especificaciones Generales.

558.09 PAGO. El pago se debe hacer por el número de metros lineales, medidos como se indicó anteriormente, al precio unitario de contrato, correspondiente a Pilotes Fundidos en el Lugar, cuyo precio incluye el trabajo estipulado en esta Sección, de conformidad con lo indicado en 110.02.

SECCION 559 ESTRUCTURAS DE ACERO

- 559.01 Definición.
- 559.02 Descripción.
- 559.03 Requisitos de los Materiales.
- 559.04 Fabricación del Acero Estructural.
- 559.05 Planos.
- 559.06 Montaje en el Taller.
- 559.07 Pasadores y Rodillos.
- 559.08 Conexiones con Pernos Normales.
- 559.09 Conexiones con Pernos de Alta Resistencia.
- 559.10 Soldadura.
- 559.11 Mano de Obra y Acabado.
- 559.12 Embarque del Acero Estructural y Almacenamiento.
- 559.13 Montaje en la Obra.
- 559.14 Colocación de las Zapatas y las Planchas de Soporte.
- 559.15 Pintura de Juntas y Retocado de Áreas Defectuosas.
- 559.16 Remoción de la Obra Falsa y Limpieza
- 559.17 Medida.
- 559.18 Pago.

559.01 DEFINICIÓN. Estructuras de Acero. Son las estructuras de puentes, viaductos, entibaciones definitivas de túneles en general, estructuras o partes de ellas, construidas con acero estructural.

559.02 DESCRIPCION. Este trabajo consiste en el suministro y montaje, el suministro o el montaje; incluyendo, según el caso, la preparación, fabricación, armado y pintura de todo el acero estructural, hierro fundido, hierro forjado, planchas de acero, tornillos, pernos y demás metales especiales o materiales requeridos para las estructuras de acero o las partes de ellas, en estructuras compuestas. Se exceptúan los pilotes de acero y metal incluidos específicamente para su pago, en otras Secciones de estas Especificaciones Generales. El trabajo debe ser ejecutado de acuerdo con el diseño, rasante y cotas mostrados en los planos, lo indicado en estas Especificaciones Generales y Disposiciones Especiales.

MATERIALES

559.03 REQUISITOS DE LOS MATERIALES.

(a) Aceros estructurales. Todos los aceros estructurales deben de cumplir con la norma AASHTO M 270M, según su tipo y aplicación:

(1) Acero estructural al carbono.

- | | | |
|---|---|-------------|
| • | Miembros principales de un puente | grado 250 T |
| • | Miembros de fractura crítica de puentes | grado 250 F |
| • | Otras formas, planchas y barras | grado 250 |

(2) Acero estructural de alta resistencia y baja aleación.

- | | | |
|---|--|----------------------|
| • | Miembros principales de un puente y soldados, | grado 345 T |
| • | Miembros de fractura crítica de un puente y de fractura crítica soldados | grado 345 F ó 345 WF |
| • | Otras formas, planchas y barras | grado 345 ó 345 WF |

(3) Acero templado de alta resistencia.

- Miembros principales de un puente grado 485 WT, 690 T ó 690 WT
- Miembros de fractura crítica de un puente grado 485WF, 690 F ó 690 WF
- Otras formas, planchas y barras grado 485W, 690 ó 690 W

(b) Acero Forjado. Debe cumplir con los requisitos establecidos en AASHTO M 102, clases C, D, F y G.

(c) Fundiciones: Acero Fundido y Hierro Fundido. Las piezas de acero fundido y de hierro fundido deben ajustarse a las especificaciones siguientes:

(1) Fundiciones de acero. Deben cumplir con la norma AASHTO M 192M, clase 485.

(2) Fundiciones de acero y aleación de cromo. Deben cumplir con la norma AASHTO M 163M, grado CA-15.

(3) Fundiciones de hierro gris. Deben cumplir con la norma AASHTO M 105, clase 30B, a menos que se especifique otra cosa. Las fundiciones deben quedar libres de defectos de vertido, textura de esponja, grietas, agujeros resultantes del soplado y otros defectos ubicados en posiciones que afecten el valor y la resistencia de servicio al que han sido destinados. A todas las fundiciones deben se les aplicará un chorro de arena u otra forma de remover las escamas y la arena para que presenten una superficie lisa, limpia y uniforme.

(4) Fundiciones maleables de hierro. Deben cumplir con la norma ASTM A 47M, grado 35018, a menos que se especifique otra cosa en el contrato. La fabricación a mano, los acabados y la limpieza deben de cumplir con lo indicado en el numeral (3) anterior.

(d) Soldaduras. Todo los materiales para electrodos, electrodos-fundentes y metal de aporte para soldaduras deben cumplir con el Código de Soldadura de Puentes D 1.5 de la ANSI/AASHTO/AWS.

(e) Pernos, Pernos de Anclaje y Tuercas. Los pernos, pernos de anclaje y tuercas deben satisfacer los requisitos de ASTM A 307 grado A, con cabeza y tuercas hexagonales.

(f) Pernos de Alta Resistencia. Los pernos de acero de carbono tratados térmicamente, incluyendo tuercas y roldanas, deben ajustarse a AASHTO M 164 (ASTM A 325) o AASHTO M 253 (ASTM A 490), según se especifique.

(g) Pasadores y rodillos. El Contratista debe suministrar pasadores y rodillos de más de 225 milímetros de diámetro fabricados con forjaduras de acero forjado al carbono que cumplan con la norma AASHTO M 102, clase C.

Los pasadores y rodillos de 225 milímetros o menos de diámetro deben ser fabricados con acero forjado al carbono que cumplan con lo establecido en AASHTO M 102, clase C o de ejes de acero al carbono acabado en frío que cumplan con AASHTO M 169 grado 1016 a 1030, inclusive, con una dureza mínima en la escala B de Rockwell de 85. El requisito de dureza puede ser omitido si el acero desarrolla una resistencia a la tensión de 480 MPa y un punto de fluencia de 250 MPa.

(h) Tubería de acero. El Contratista debe suministrar tubería de acero galvanizado que cumpla con lo establecido en ASTM A 3 Tipo F, clase peso estándar y extremos simples.

(i) Revestimientos galvanizados. Deben cumplir con la norma AASHTO M 111 (ASTM A 123).

- (j) Conectores de acero. Deben cumplir con lo establecido en la Sección 560.
- (k) Dispositivos para Soporte. Deben cumplir con lo establecido en la Sección 561.
- (l) Obra Falsa. Debe cumplir con los requisitos de la Sección 562.
- (m) Pintura. Debe cumplir con lo establecido en la Sección 563.

REQUISITOS DE CONSTRUCCION

559.04 FABRICACION DEL ACERO ESTRUCTURAL.

(a) Aviso de inicio de los trabajos. El Contratista debe notificar al Delegado Residente 21 días antes, por escrito, la fecha en que dará inicio del trabajo en fábrica o taller de laminación o fundición en la que se fabricará el material. No se debe fabricar o ejecutar trabajos en el taller antes de dicha notificación. El acero estructural podrá ser inspeccionado en el sitio de fabricación de acuerdo con lo indicado en 105.09.

(b) Pruebas y Aceptación del Acero Estructural. Todas las muestras requeridas para los ensayos, deben ser cortadas, preparadas y ensayadas de acuerdo a las Especificaciones AASHTO o ASTM, correspondientes, y deben ser suministradas por el Contratista, a su costa.

El ala de todas las vigas debe ser inspeccionada ultrasónicamente antes de su fabricación, de acuerdo con lo establecido en ASTM A 578M, excepto que se debe inspeccionar después de que las alas sean trazadas en la plancha principal. No se aplican las Secciones 6 y 7 relacionadas con los estándares de aceptación. Se deben usar los requerimientos suplementarios S2.1 ahí establecidos como estándares de aceptación.

El Contratista debe suministrar una copia de todas las órdenes de taller y de los certificados de resultados de ensayos efectuados en el taller. En estos últimos certificados se deben mostrar los resultados de los análisis químicos y de los ensayos físicos de cada fundición del acero.

Si el Delegado Residente lo aprueba, el Contratista podrá suministrar certificaciones de producción en lugar de las órdenes de taller para los materiales que no son suministrados normalmente con órdenes de taller y para los elementos tales como rellenos, planchas, angulares y demás materiales similares proporcionados en pequeñas cantidades que hayan sido tomados de los almacenados en el taller. Para los aceros con valores de impacto especificados, se debe incluir en las órdenes de taller, adicional a los demás resultados de ensayos, los resultados de los ensayos de impacto Charpy V-notch.

La aprobación de cualquier material o pieza de acero estructural durante la inspección, no será garantía de que el mismo no será rechazado posteriormente si el Delegado Residente lo encontrare defectuoso. Los materiales rechazados serán repuestos por el Contratista a su costa.

(c) Dirección de laminado. A menos que se indique otra cosa en los planos, las planchas de acero para miembros principales y las planchas de empalme para las alas (flanges) y los miembros principales a tensión, no así los miembros secundarios, deben ser cortadas y fabricadas de manera que la dirección principal de laminado sea paralela a la dirección de los esfuerzos principales de tensión y/o de compresión.

559.05 PLANOS. El Contratista debe preparar y presentar los planos de acuerdo con lo establecido en 105.05 y lo indicado a continuación.

(a) Planos de taller. Los planos de taller para las estructuras de acero deben mostrar las dimensiones detalladas y tamaños completos de las partes componentes de la estructura y detalles de todas las partes misceláneas (tales como pasadores, tuercas, pernos, drenajes, símbolos de soldadura, etc).

Cuando se requiera una orientación específica para las planchas, se debe mostrar la dirección del laminado de las planchas. Las alas (flanges) y el alma de las vigas compuestas fabricadas con planchas debe ser cortada de manera que la dimensión más larga sea paralela a la dirección del laminado.

En los planos de taller se debe mostrar las marcas de montaje que están ligadas con las piezas originales del acero fabricado en el taller y en los reportes de ensayos del taller. También se tiene que identificar en estos planos el tipo y grado de cada pieza que ha de ser fabricada con otro acero distinto al especificado en AASHTO M 270M, grado 250.

La localización de todos los empalmes soldados mostrados en los planos de taller debe ser aprobada por el Delegado Residente. Se debe evitar ubicar los empalmes en puntos en donde se desarrollarán esfuerzos máximos de tensión o de fatiga. Los empalmes en el alma deben ubicarse por lo menos a 300 milímetros de los empalmes soldados en el taller, de las juntas a tope de las alas (flanges) o de los angulares de refuerzo. Se podrán requerir ensayos adicionales no destructivos en los empalmes soldados en el taller.

(b) Planos de montaje. El Contratista debe proporcionar diagramas de montaje preparados por el fabricante y que muestren el método y procedimiento de montaje a emplear, los que deben ser compatibles con los detalles de fabricación. Se deben mostrar los detalles de las armaduras de la obra falsa, riostrado, tensores, muertos, dispositivos de izaje y uniones con los miembros del puente. Se debe mostrar la secuencia del montaje, la localización de las grúas y vagonetas, capacidad de las grúas, localización de los puntos para el izaje y masas de los miembros del puente. Se deben mostrar los detalles completos de todas las fases y condiciones del montaje. Se podrán requerir los cálculos para demostrar que los esfuerzos permisibles no serán excedidos y que las capacidades de los miembros y la geometría final serán las correctas.

(c) Diagrama de contraflecha. El Contratista debe proporcionar al Delegado Residente, un diagrama de contraflechas mostrando la contraflecha en todos los nudos de cada tramo o panel para cada armadura, tomado de las verdaderas medidas obtenidas durante el montaje en el taller, cuando se trate de montaje completo.

Cuando se use un montaje parcial, el diagrama de contraflechas debe basarse en los valores calculados en cada nudo de la armadura.

Las armaduras deben ser combadas de tal forma que todos los miembros queden rectos y alineados normalmente bajo la carga muerta completa. La fabricación y montaje de las armaduras debe de ejecutarse de tal manera que se reduzcan los esfuerzos secundarios hasta donde sea factible. Los empalmes en los cordones rectos y en las columnas, deben ser escariados después de armar los miembros en sus posiciones geométricas apropiadas. Debe ejercerse especial atención para la eliminación del efecto que producen las barras de amarre y los miembros secundarios. Deben asimismo, tomarse las medidas adecuadas para compensar por la pérdida de contraflecha, resultante de la soldadura de conectores de corte a los miembros estructurales.

(d) Planos de transporte. Se debe mostrar todos los puntos de apoyo, amarres, armaduras o refuerzos temporales y cualquier otro detalle necesario para apoyar y asegurar los miembros. El Contratista debe suministrar los cálculos mostrando la carga muerta más los esfuerzos de impacto inducidos por las cargas y por el procedimiento de transporte. Se deben utilizar esfuerzos de impacto de por lo menos 200 por ciento del esfuerzo de la carga muerta. Se debe usar una carga total, incluyendo la de impacto, de no menos de 300 por ciento de la carga

muerta. Si se requiere en el contrato, los planos de transporte deben ser sometidos a aprobación por parte del Delegado Residente. Todos los miembros deben ser transportados y almacenados, tanto los rectos como los curvos, con el alma en dirección vertical.

(e) Identificación de los aceros. El Contratista debe tener un sistema de marcas del armado para las piezas individuales e instrucciones de corte (generalmente ligando las marcas del armado mostradas en los planos de taller con el renglón correspondiente indicado en la orden del taller) que mantenga la identidad de la pieza original. Se podrá suministrar material almacenado en el taller que pueda ser identificado por el número de horneada y por la orden del taller.

Durante la fabricación, hasta el punto de montaje de los miembros, se debe mostrar legible y claramente el grado de cada pieza de acero (que no sean de acero grado 250) escribiendo el grado del material en la pieza o utilizando un color de acuerdo al código mostrado en la Tabla 559-1.

Tabla 559-1 Colores de Identificación de los códigos para los grados del acero

Grado del Acero	Código de Color
345	Verde y Amarillo
345W	Azul y Amarillo
485W	Azul y Anaranjado
690	Rojo
690W	Rojo y Anaranjado

Para otros aceros (excepto acero grado 250) que no se muestren en la Tabla 559-1 o que estén incluidos en AASHTO M 160M, el Contratista debe proveer el color correspondiente al código utilizado.

Se deben marcar los grados de acero con un sello troquelado o con una etiqueta firmemente adherida, en todas las piezas de acero (que no sean grado 250) que antes de ser ensambladas con los miembros estarán sujetas a operaciones de fabricación (tales como limpieza con soplete, galvanizado, calentamiento para dar forma o pintura) que puedan alterar las marcas de color que identifican el código. Cuando se utilice el método de troquelar el acero, las impresiones se deben colocar en el miembro más grueso de los elementos que formen una junta. La profundidad máxima permisible de la impresión debe ser de 0.25 milímetros. Se deben utilizar troqueles de bajo esfuerzo para acero. No se deben troquelar los miembros de fractura crítica.

No se les debe dar forma curva a las vigas de acero por medio de calentamiento. No se debe perforar, cortar o soldar partes de los miembros estructurales a menos que se muestre en los planos o el Delegado Residente lo apruebe por escrito.

559.06 MONTAJE EN EL TALLER. El montaje total de una estructura completa, incluyendo el sistema de piso o el montaje de componentes individuales de la misma como armaduras, nervaduras de arcos, vigas continuas o vigas maestras, castilletes, caballetes y marcos rígidos, debe ser realizado en el taller en la forma que sea requerida en los planos o en las Disposiciones Especiales. En caso contrario el Contratista podrá optar por el montaje parcial en taller, que será el mínimo trabajo de taller requerido antes de iniciarse las operaciones de escariado, o las de taladrado en metal sólido, a tamaño normal, que deban ser efectuadas en el campo.

(a) Métodos de Montaje en el Taller. Serán los que se indiquen en los planos y/o Disposiciones Especiales.

(b) Perforación de Agujeros para Pernos.

(1) Perforación de los Agujeros. Todos los agujeros para los pernos de alta resistencia deben ser punzonados, escariados o taladrados. Los agujeros terminados al tamaño normal deben ser 2 mm mayores que el diámetro nominal del remache o perno.

El material que forme parte de una pieza compuesta de no más de cinco espesores de metal puede ser punzonado 2 mm más grande que el diámetro nominal del perno o remache, siempre que el grueso del metal no sea mayor de 20 mm para acero estructural al carbono, 15 mm para acero de alta resistencia y de 15 mm para acero templado y recocido.

Cuando el material que forme parte de una pieza compuesta, sea de más de cinco espesores de metal, o alguno de los principales materiales sea más grueso que 20 mm para el acero estructural; de 15 mm para el acero de alta resistencia; y de 15 mm para acero templado y recocido o cuando fuere requerido en otras Disposiciones de esta Sección, todos los agujeros deben ser punzonados o taladrados a un diámetro menor de 5 mm más pequeño que el diámetro nominal del remache o perno y luego, durante el montaje fresados o escariados 2 mm mayores que el diámetro nominal del remache o perno. También pueden ser taladrados en el metal sólido 2 mm mayores que el diámetro nominal del remache o perno.

(2) Agujeros a Punzón. El diámetro del troquel o matriz no debe exceder de 2 mm del diámetro nominal del remache o perno. Si algunos de los agujeros deben de ampliarse para admitir los pernos, deben de escariarse.

Los agujeros punzonados deben estar bien definidos sin bordes rasgados, rotos o dispares.

La deficiente coincidencia de agujeros será causa suficiente para su rechazo.

(3) Agujeros Taladradas o Escariados. Los agujeros taladrados o fresados deben ser cilíndricos, perpendiculares a la pieza y no mayores de 2 mm que el diámetro nominal del remache o perno. Cuando sea factible los escariadores deben dirigirse por medios mecánicos. Las rebabas en la superficie exterior, deben ser eliminadas y será motivo de rechazo la deficiente coincidencia de los agujeros. El taladrado y el escariado debe hacerse con brocas helicoidales.

Las piezas armadas deben desarmarse para quitarles las rebabas ocasionadas por el taladrado.

(4) Agujeros para Conexiones en Obra, de Miembros Principales. A menos que se especifique en otra forma en las Disposiciones Especiales, los agujeros para pernos de todas las conexiones y empalmes en obra, de piezas principales de armaduras, vigas y demás miembros principales, deben ser punzonados o taladrados a un diámetro menor y posteriormente escariados al tamaño normal con una plantilla de acero, mientras se efectúa su montaje.

(5) Agujeros para Conexiones en Obra, de Otros Miembros que no sean Principales. Con excepción de los miembros principales mencionados anteriormente y donde no se requiera en los planos, perforación a un diámetro menor y posterior escariado, los agujeros en el material de 20 mm ó menos de espesor, deben ser perforados al diámetro total. Los agujeros de material de más de 20 mm de espesor, deben ser perforados a un diámetro menor y luego escariados o bien taladrados en sólido, al tamaño normal.

(6) Precisión de los Agujeros Punzonados y de los Taladrados a Diámetro Menor. Todos los agujeros punzonados al tamaño normal, punzonados a un diámetro menor, o taladrados a un diámetro menor, deben hacerse con una precisión tal, que después de ensambladas las piezas (y antes de realizar el escariado) pueda pasarse perpendicularmente a

las piezas y sin desalineado, una varilla cilíndrica de 3 mm menor que el diámetro nominal del agujero, en por lo menos un 75% de cualquier grupo contiguo de agujeros en el mismo plano. Si este requisito no se cumple, deben ser rechazadas las piezas incorrectamente perforadas. Si hay algún agujero que no permita el paso de una varilla de 5 mm menor que el diámetro nominal del agujero perforado, esto será causa suficiente para rechazarlo.

(7) Precisión de los Agujeros Escariados y de los Taladrados a Tamaño Normal. En el caso de los agujeros escariados y los taladrados a tamaño normal, el 85% de ellos en cualquier grupo contiguo, después del escariado o taladrado, no deben mostrar una desviación mayor de 1 mm entre espesores adyacentes de metal.

(c) Cortado a la Llama. El acero estructural, puede ser cortado a la llama, siempre que se obtenga una superficie lisa, libre de muescas y grietas y se obtenga un perfil exacto mediante el empleo de una perfiladora mecánica, de acuerdo con lo indicado en el código de soldadura de puentes D 1.5 de la ANSI/AASHTO/AWS.

Las muescas, grietas y asperezas superficiales que no excedan de 5 mm de profundidad, pueden ser eliminadas por cepillado o esmerilado. Los defectos en bordes cortados con llama, no deben ser reparados mediante soldadura, excepto cuando así se indique en las Disposiciones Especiales. Pueden repararse con este método, muescas o ranuras ocasionales con una profundidad menor de 10 mm, en aquellos tipos de acero estructural considerados como soldables de acuerdo a las normas AASHTO, para el acero de que se trate. La soldadura terminada debe esmerilarse para dejarla lisa y pareja con la superficie contigua.

(d) Enderezado. Todo el material estructural deformado debe ser enderezado por métodos adecuados, antes de ser armado, abrirle agujeros o trabajado de otra manera en el taller.

Las torceduras y dobleces ásperos o filosos serán causa de rechazo del material. El enderezado de extremos doblados de planchas, angulares y otros perfiles, se debe hacer por métodos que no causen fractura u otros daños al material. Si el Delegado Residente lo aprueba, se podrán enderezar planchas, angulares, y otros miembros utilizando métodos que no produzcan fractura u otro daño al metal. Los miembros distorsionados pueden ser enderezados utilizando medios mecánicos o, si se aprueba, por medio de procedimientos estrictamente controlados y con la aplicación supervisada de una cantidad limitada de calor localizado. Cuando se enderecen con calor, no se deben exceder las temperaturas especificadas en la siguiente tabla para miembros de acero grados 485W, 690 y 690W.

Tabla 559-2 Temperaturas Máximas para Enderezado con Calor

Material a ser enderezado	Temperatura máxima
Grado 485W < 150 mm de soldadura	480° C
Grado 485W > 150 mm de soldadura	580° C
Grado 690 ó 690W < 150 mm de soldadura	510° C
Grado 690 ó 690W > 150 mm de soldadura	605° C

Para el resto de grados de acero, no se debe exceder de 650° C en el área calentada.

Las partes a ser calentadas deben mantenerse rectas y libres de fuerzas y esfuerzos externos, excepto esfuerzos resultantes de los medios mecánicos utilizados conjuntamente con la aplicación del calor. Cualquier evidencia de fracturas después de enderezar un doblez o pandeo será causa de rechazo de la pieza dañada. Después del calentamiento y enderezado de una dobladura, el metal debe de enfriarse lentamente.

Excepto cuando se requiera una contraflecha, el material debe llenar los siguientes requisitos de rectitud cuando haya sido colocado en su lugar en el campo. La desviación permisible para una línea recta no debe exceder de 1 milímetro por metro.

No se debe usar ningún arriostramiento transversal u otros medios para forzar a un miembro a mantener la rectitud necesaria durante su armado.

(e) Ajuste para el Empernado. Las superficies de metal que entren en contacto, deben limpiarse antes del montaje. Las partes de un miembro, deben montarse bien aseguradas y firmemente unidas con pernos antes de empezar el escariado. Las piezas montadas deben separarse si es necesario, para la remoción de rebabas y virutas producidas por el escariado. Todos los miembros deben estar libres de torceduras, dobladuras y otras deformaciones.

Los angulares de conexión de los extremos, angulares de refuerzo y partes similares, deben ser ajustados cuidadosamente en las posiciones correctas y unirse con prensas o mantenerse, por otro medio, firmemente en su lugar hasta que sean unidas con los pernos.

(f) Marcas de Coincidencia. Las partes componentes armadas en el taller, con el propósito de abrir agujeros para las conexiones de campo, deben marcarse para el montaje y se debe proporcionar a los constructores en el campo y al Delegado Residente, un diagrama que muestre tales marcas.

(g) Ajuste, Acabado y Perfilado.

(1) Cepillado de los Bordes de las Planchas. Los bordes cortados de las planchas con espesores mayores de 15 mm, se deben cepillar hasta una profundidad no menor de 3 mm. Los cortes entrantes deben filetearse antes de cortarlos.

(2) Cepillado de las Superficies de Apoyo. Las planchas, si están deformadas o alabeadas, deben enderezarse en caliente, cepillarse o tratarse en cualquier otra forma para asegurar un contacto ajustado y uniforme. Después de haber sido fijadas en su lugar, el metal excedente debe rebajarse hasta que queden lisas y a ras con el metal circundante. Las superficies que entrarán en contacto con otras superficies metálicas, deben cepillarse o trabajarse si es necesario, para asegurar un contacto apropiado. Igualmente, la superficie de las planchas que deban entrar en contacto con la mampostería, debe estar libre de alabeos u otras deformaciones y tener un acabado áspero que cumpla con lo indicado en ANSI B46.1, Rugosidad de la Superficie, Parte 1.

Las superficies de zapatas que deban entrar en contacto con superficies metálicas, deben cepillarse y aquellas que tengan que apoyarse en la mampostería, deben tener un acabado áspero. En el cepillado de las superficies de los apoyos de expansión, el corte debe ser hecho en la dirección de dicha expansión. Las superficies de las planchas de bronce para apoyo, destinadas para deslizamientos, deben ser cuidadosamente cepilladas y pulidas.

(3) Juntas a Tope. Las juntas a tope de los miembros en compresión, deben tener sus caras acabadas adecuadamente y ajustarse exactamente después de que los miembros hayan sido unidos para asegurar un apoyo uniforme al montarse en la estructura.

Los extremos de los miembros en tensión en los empalmes, deben tener un acabado áspero, pero los extremos de los miembros no deben estar en contacto. La abertura no debe exceder de 10 mm.

(4) Angulares de Conexión en los Extremos de los Miembros. Las vigas de pisos, largueros y vigas que tengan angulares de conexión en sus extremos, deben construirse a la longitud exacta indicada en los planos, medida entre los respaldos de los angulares de conexión, con una tolerancia de cero (0) a -2 mm. Cuando se requiere continuidad, las juntas de los extremos deben tener sus caras acabadas adecuadamente.

El grueso de los angulares de conexión no debe ser menor que el mostrado en los planos ni menor de 10 mm, después del acabado de las caras.

(5) Barras de Amarre. Los extremos de las barras de amarre o enlace, deben estar perfectamente redondeados a no ser que se requiera en otra forma.

(6) Miembros Armados. Las diversas piezas que forman un miembro armado, deben ser rectas y bien ajustadas. Tales miembros deben conformarse exactamente a las medidas detalladas en los planos.

(7) Planchas Dobladas.

a) Doblado en frío. Las planchas de acero laminado, dobladas en frío, que soporten cargas, deben ser cortadas en tal forma que la dirección de la dobladura, quede en ángulo recto con la dirección del laminado. El radio de las dobladuras, debe ser tal, que no produzca agrietamiento. El radio mínimo medido en la cara cóncava del metal, debe ser el indicado en la tabla siguiente, en la cual "t" es el espesor de la plancha.

Tabla 559-3 Radio mínimo del Doble

Espesor de la plancha (t) en mm	Radio de doblez ⁽¹⁾
≤ 13	2 (t)
De 13 a 25	2.5 (t)
De 25 a 38	3 (t)
De 38 a 64	3.5 (t)
De 64 a 102	4 (t)

⁽¹⁾ Radio de doblez para todos los grados de acero estructural.

b) Doblado en caliente. Si se requiere un radio más pequeño que el indicado en la tabla, las planchas se pueden doblar en caliente a una temperatura no mayor de 650° C, excepto para los grados 690 y 690W. Si las Disposiciones Especiales lo autorizan, las planchas de acero de grados 690 y 690W que sean calentadas a temperaturas mayores de 605°C, se deben re enfriar por inmersión y temple de acuerdo con los métodos estándar de producción del taller.

Toda la porción de las planchas que se encuentre en un doblez, debe tener sus bordes redondeados a un radio de 2 mm antes de efectuar el doblado.

(8) Planchas de Alma. En las vigas remachadas o emperradas que no tengan planchas de cubierta y que no vayan a ser empotradas en concreto, el borde superior del alma no debe sobresalir de los respaldos de los angulares que forman las alas y en ningún punto deben quedar más de 3 mm abajo de los mismos.

Cualquier parte de una plancha que sobresalga más allá de los angulares de alas, debe ser desbastada hasta emparejarla con los respaldos de los angulares.

Los empalmes en almas de vigas sin planchas de cubierta o ala, deben ser sellados mediante soldadura antes de ser pintadas. El espacio libre entre los extremos de las planchas de alma no debe exceder de 10 mm y el espacio libre en los extremos superior e inferior de las planchas de empalme no debe exceder de 5 mm.

(9) Ajuste de los Angulares de Refuerzo. Los angulares de refuerzo para extremos de vigas o de soporte en puntos de cargas concentradas, deben ser fresados, esmerilados o rectificadas adecuadamente, para asegurar un asiento parejo contra los angulares

que forman el ala o contra el ala de las vigas. Se podrá permitir el uso de soldadura en vez de fresado o esmerilado, cuando así se especifique en los planos o Disposiciones Especiales.

Los angulares intermedios (que no soporten carga concentrada), deben ser suficientemente ajustados para impedir el paso del agua después de ser pintados.

(10) Barras de Argolla. Los agujeros para pasadores pueden ser cortados con llama, a un diámetro de por lo menos 50 mm menor que el diámetro acabado del pasador. Las barras de argolla que vayan a ser colocadas lado a lado en la estructura, deben afianzarse fuertemente unas con otras en el orden en que serán colocadas en el pasador y taladradas en ambos extremos mientras están sujetadas. Las barras de argolla deben ser marcadas con estarcidores de acero en las cabezas de cada pieza al terminar su fabricación, de modo que queden visibles cuando las barras sean colocadas en su lugar en la estructura. Las barras de argolla deben ser rectas y estar libres de torceduras, y los agujeros para los pasadores deben quedar situados con exactitud en la línea central de la barra. La inclinación de las barras con respecto al plano de la armadura no debe exceder de 5 mm por metro.

Los bordes de las barras de argolla que queden entre la línea media transversal de sus agujeros para pasadores, deben cortarse simultáneamente con 2 sopletes que trabajen mecánicamente uno frente al otro, guiados por una plantilla maciza para evitar la distorsión de las planchas.

(11) Recocido y Relevación de Esfuerzos. Las piezas o miembros estructurales que de acuerdo con los planos y/o Disposiciones Especiales deban ser recocidas o normalizadas, deben ser maquinadas, fresadas, taladradas y enderezadas con posterioridad al tratamiento térmico. La normalización y recocido deben efectuarse de acuerdo a ASTM A 919. Las temperaturas deben ser mantenidas uniformemente en la totalidad del horno durante el calentamiento, de modo que la temperatura entre cualesquiera de dos puntos de la pieza no difiera en más de 60° C en cualquier momento.

Los miembros de acero grados 690/690W ó 485W no deben ser recocidos ni relevados de esfuerzos. Estos grados podrán ser recocidos únicamente con autorización previa del Delegado Residente, a una temperatura máxima de 605° C para los aceros de grados 690/690W y de 580° C para los de grado 485W.

El registro de carga de cada horno debe identificar los miembros de dicha carga e indicar las temperaturas y el ciclo térmico aplicado. Estos registros deben estar disponibles para inspección y aprobación del Delegado Residente.

Los miembros tales como zapatas de puentes, pedestales u otras piezas construidas soldando secciones de planchas soldadas entre sí, deben ser relevados o aliviados de esfuerzos, de acuerdo a los procedimientos indicados en la sub-sección 4.4 del Código de Soldadura de puentes D1.5 de la ANSI/AASHTO/AWS, cuando así sea requerido en los planos y/o Disposiciones Especiales.

559.07 PASADORES Y RODILLOS.

(a) Características de los Pasadores y Rodillos. Estas piezas deben ser torneadas con precisión a las medidas detalladas en los planos y deben ser rectas, lisas y sin defectos. Los pasadores de más de 225 mm de diámetro deben ser de acero forjado y recocido. Los pasadores de 225 mm o menos, pueden ser de acero forjado y recocido, o bien de ejes de acero al carbono acabados en frío, de acuerdo con 559.03 (g).

En pasadores de más de 225 mm de diámetro, debe perforarse un agujero no menor de 50 mm de diámetro a todo lo largo de su eje, después de que se haya dejado enfriar la pieza

forjada hasta una temperatura menor que el límite crítico, bajo condiciones adecuadas para prevenir daños debido a enfriamiento demasiado rápido y antes del recocido.

(b) Perforación de los Agujeros para Pasadores. Estos agujeros deben ser taladrados lisos y rectos, de acuerdo con las medidas de los planos, en ángulo recto con los ejes del miembro y paralelos entre sí, a menos que se requieran en otra forma. La superficie final del agujero, debe ser acabada con un taladro más fino.

(c) Espacio Libre para Pasadores. El diámetro del agujero para pasador no debe exceder el diámetro de éste en más de 0.50 mm para pasadores de 125 mm o menos en diámetro, ni de 1 mm para pasadores más grandes.

(d) Roscas para Pasadores. Las roscas para pasadores deben ajustar con precisión en las tuercas y deben cumplir con la Unified Standard UNC-ANSI B 1.1 del American National Standards Institute, para clase 2 A en pasadores y pernos, y clase 2 B para tuercas, excepto para pasadores con diámetro de 35 mm o mayor, las roscas deben ser de 6 vueltas por cada 25 mm.

(e) Tuercas Guías y de Montaje. 2 tuercas guías y 2 tuercas de montaje deben ser proporcionadas para cada tamaño de pasador, a menos que los planos lo indiquen de otra forma.

559.08 CONEXIONES CON PERNOS NORMALES.

(a) Generalidades. Los pernos pueden ser sin torneear, torneados o nervados, según se indique en los planos y/o Disposiciones Especiales, y de calidad conforme ASTM A 307. Las cabezas y tuercas deben ser hexagonales, excepto que los pernos nervados deben tener cabeza de hongo. Las conexiones con pernos deben usarse únicamente en la forma indicada en los planos y/o Disposiciones Especiales. Los pernos deben tener tuercas autotradoras sencillas o dobles. Se deben usar roldanas biseladas cuando las caras de soporte tengan una inclinación de más de 1 á 20 con respecto al plano perpendicular al eje del perno. El largo de los pernos debe ser tal, que se extiendan completamente a través de sus tuercas pero sin sobresalir más de 20 mm de las mismas.

La cantidad de pernos entregados debe ser de un 5% más, que la cantidad efectiva mostrada en los planos para cada tamaño y largo.

(b) Pernos sin Torneear. A menos que se especifique en otra forma, se deben usar pernos sin torneear, de las características generales indicadas en (a).

(c) Pernos Torneados. La superficie del vástago debe estar de acuerdo al grado de aspereza que no exceda de 3 micrómetros de acuerdo con el estándar ANSI (American National Standards Institute). El diámetro de las roscas debe ser igual al diámetro nominal del perno especificado y las roscas deben quedar fuera del agujero del perno. Los agujeros deben ser escariados y los pernos acabados para permitir su ajuste a martillo. Se deben usar arandelas de 6 mm, a no ser que los planos lo indiquen de otra forma.

(d) Pernos Nervados. El vástago de los pernos debe ser de una forma aprobada con nervaduras longitudinales continuas. El diámetro del vástago medido alrededor de las nervaduras debe ser 2 mm mayor que el diámetro nominal especificado para los pernos. Las cabezas de hongo deben ser conforme ANSI B 18.5 a menos que se especifique en otra forma. La dureza de las nervaduras debe ser tal que no se aplasten y no permitan el giro de los pernos dentro del agujero durante el apretado. Si por alguna razón el perno se enrosca o se rompe antes de quedar apretado, debe escariarse el agujero y el perno repuesto con otro de mayor diámetro.

559.09 CONEXIONES CON PERNOS DE ALTA RESISTENCIA.

(a) Generalidades. Los pernos de alta resistencia, las tuercas y roldanas de los mismos, deben ajustarse a lo indicado en AASHTO M 164 o AASHTO M 253. Las cabezas y las tuercas deben ser hexagonales. Las roldanas circulares deben ser planas y lisas y las roldanas biseladas, cuadradas o rectangulares y todas deben cumplir con los requisitos de AASHTO M 293. Otros sujetadores de las mismas dimensiones que satisfagan las exigencias anteriores también podrán ser utilizados.

(b) Piezas Unidas con Pernos. Las superficies de las piezas en contacto con la cabeza del perno y la tuerca, deben tener una inclinación no mayor de 1 á 20, con respecto al plano perpendicular al eje del perno. Las partes deben ajustarse sólidamente entre sí al ser montadas, y no deben separarse con empaques u otro material compresible.

Las superficies de contacto de las juntas deben estar libres de suciedad, aceite, pintura, laca, galvanizado, escamas de óxido sueltas, rebabas, picaduras y otros defectos que eviten el contacto íntimo de las partes.

(c) Instalación.

(1) Tensión del perno. Los pernos pueden ser apretados con llaves de fuerza calibradas, llaves de tensión manuales, llaves de impacto u otro método aprobado, hasta alcanzar la tensión requerida en las planos o Disposiciones Especiales. La tensión mínima debe ser no menor que la tensión mínima indicada en la tabla 559-4 para el tamaño del perno o sujetador empleado. No se debe remover el lubricante que traen de fabrica los pernos ó sujetadores antes de su instalación. Las tuercas deben ser colocadas del lado no visible de los miembros y los agujeros de los pernos deben estar de acuerdo a lo especificado en 559.06.

Tabla 559-4 Tensión Mínima del Perno⁽¹⁾

Diámetro del Perno en milímetros (pulgadas)	AASHTO M 164 kN (Libras-pie)	AASHTO M 253 kN (Libras-pie)
12.70 (½")	53.6 (12,050)	66.3 (14,900)
15.88 (⅝")	85.4 (19,200)	105.4 (23,700)
19.05 (¾")	126.3 (28,400)	156.1 (35,100)
22.23 (7/8")	174.6 (39,250)	215.7 (48,500)
25.40 (1")	229.1 (51,500)	282.9 (63,600)
28.58 (1 ⅛")	251.1 (56,450)	360.7 (81,100)
31.75 (1 ¼")	318.9 (71,700)	452.8 (101,800)
34.93 (1 ⅜")	380.1 (85,450)	539.5 (121,300)
38.10 (1 ½")	462.6 (104,000)	656.1 (147,500)

⁽¹⁾ Igual a 70 por ciento de la resistencia mínima a la tensión especificada para los pernos.

Cuando sea impráctico el apretado de la tuerca por cualquiera de los métodos, deberá hacerse girando el perno mientras se impide que gire la tuerca. Si se utilizan llaves de impacto, deberán ser de la capacidad adecuada y abastecidas de la presión de aire suficiente para realizar el apretado adecuado de cada perno en aproximadamente 10 segundos.

No se deben re-usar los pernos o sujetadores. El apretado posterior de los pernos que puedan aflojarse debido al apretado de pernos adyacentes no será considerado una nueva utilización.

(2) Roldanas. Los pernos deben ser instalados con una roldana debajo del elemento (tuerca o cabeza de perno) que dé vuelta al ser apretado. La roldana debe ser lisa cuando la superficie de contacto de la pieza a unir con el perno o tuerca, tenga una inclinación no mayor de 1 á 20, en relación con el plano normal al eje del perno.

Cuando la cara exterior de la pieza en contacto tenga una inclinación mayor, se deben usar roldanas biseladas para compensar la falta de paralelismo.

Las roldanas templadas se deberán utilizar debajo de la cabeza del perno y de la tuerca cuando se instalen pernos del tipo AASHTO M 253 si el material sobre el cual se apoya tiene una resistencia a la tensión menor de 275 MPa.

(3) Apretado de las Tuercas. Cuando se empleen llaves manuales para apretar las tuercas, antes de iniciar el trabajo de apretado, se deben realizar ensayos utilizando un dispositivo capaz de indicar la tensión del perno. Se deben ensayar no menos de 3 juntas de pernos y tuercas similares en diámetro, longitud y grado a las que serán utilizados en la obra. Se debe demostrar, por medio del ensayo, el método para estimar la condición de apretado a tope y de controlar las vueltas para apretarlo que desarrolle una tensión no menor que 5 por ciento mayor que la tensión requerida en la Tabla 559-4. Si se requiere, se deben efectuar re ensayos periódicos.

El apretado a tope se define como el apretado que existe cuando las superficies de una junta estén en perfecto contacto una con otra. Esto se puede obtener por medio de unos pocos movimientos con una llave de impacto o por el esfuerzo total de un trabajador utilizando una llave de cola ordinaria. Se deben instalar los pernos en todos los agujeros de la conexión e inicialmente apretarlos a una condición de apretado a tope.

Los grupos de pernos deben ser apretados a tope sistemáticamente desde la parte más rígida de la conexión hacia las orillas libres. Luego se deben re apretar los pernos de la conexión de una manera sistemática similar, las veces que sea necesario hasta que todos los pernos estén apretados a tope y la conexión esté completamente compacta. Seguido de la operación de apretado a tope, a todos los pernos de la conexión se les debe hacer un apretado complementario aplicando la cantidad respectiva de vueltas especificada en la Tabla 559-5.

Tabla 559-5⁽¹⁾ Rotación de la tuerca desde la condición de apretado a tope⁽²⁾

Longitud del perno medida desde la parte de abajo de la cabeza hasta el extremo del perno	Geometría de las Caras exteriores y de las partes fijadas con pernos		
	Ambos caras perpendiculares al eje del perno	Una cara perpendicular al eje del perno y la otra cara con una pendiente no mayor de 1:20. (Sin usar roldanas biseladas)	Ambas caras con una pendiente no mayor de 1:20 medida a partir de la perpendicular al eje del perno (Sin usar roldanas biseladas)
Hasta 4 diámetros	1/3 vuelta	1/2 vuelta	2/3 vuelta
Entre 4 y 8 diámetros	1/2 vuelta	2/3 vuelta	5/6 vuelta
Entre 8 y 12 diámetros ⁽³⁾	2/3 vuelta	5/6 vuelta	1 vuelta

⁽¹⁾ Aplicable únicamente a conexiones en las cuales todo el material sujetado por el perno sea acero.

⁽²⁾ La rotación de la tuerca es relativa al perno, independientemente del elemento (tuerca o perno) que está siendo girado. La tolerancia es $\pm 30^\circ$ para pernos instalados con 1/2 vuelta o menos. La tolerancia es $\pm 45^\circ$ para pernos con 2/3 de vuelta o más.

⁽³⁾ La rotación requerida debe ser determinada por medio de ensayos reales en un dispositivo adecuado de tensión que simule las condiciones actuales.

(4) Apretado con Llave Calibrada. Cuando se utilicen llaves calibradas para proporcionar la tensión del perno como se indica en la tabla 559-4, su ajuste será de tal naturaleza como para inducir una tensión 5 a 10 por ciento mayor que éste valor. Estas llaves deben ser calibradas diariamente para indicar la tensión en el perno.

La calibración debe ser ejecutada con un dispositivo capaz de indicar la tensión del perno, apretando 3 pernos típicos de cada diámetro, longitud y grado a ser utilizados ese día. Se debe utilizar una roldana debajo del elemento que esté siendo girado para el apretado. Las llaves deben ser recalibradas cuando existan diferencias significativas en la condición de la superficie de los pernos, roscas, tuercas o roldanas. Durante el proceso, se debe verificar que el ajuste seleccionado para la llave, resultado de la calibración, no produce una rotación de la tuerca o del perno a partir del apretado a tope mayor que el permitido en la Tabla 559-5.

Si se utilizan llaves calibradas para instalar pernos en una conexión o junta, los pernos deben ser instalados con roldanas templadas debajo de cada elemento. Cuando se aprieten los pernos de todos los agujeros de la conexión, se deben apretar a una condición a tope y se debe repetir el procedimiento descrito en el inciso (3) anterior para la instalación de un grupo de pernos en una conexión después del apretado a tope.

(5) Inspección. El Delegado Residente debe verificar la calibración de los métodos de apretado de los pernos, para verificar si el procedimiento escogido es utilizado en forma adecuada y determinará si todos los pernos están apretados. Para esto, se debe utilizar una llave de para la inspección, manual o de impacto, con el fin de verificar el apretado de los sujetadores roscados. Para los sujetadores sin rosca, se debe escuchar el ruido producido por un martillo aplicado en cada sujetador para verificar la rigidez. Cualquier sujetador que esté flojo debe ser repuesto o re apretado. No se permitirá el corte de los pernos con soplete para removerlos.

Para ello, se deben colocar 3 pernos con de la misma calidad, tamaño y tipo que los sometidos a inspección en un dispositivo calibrador para medir la tensión del perno. Se debe colocar una roldana debajo de la parte que está siendo girada para apretar cada perno, si se utilizan roldanas en la estructura. Si no se utilizan roldanas en la estructura, se debe utilizar el mismo material especificado como esta especificado para la estructura. En el dispositivo calibrador, se debe apretar cada perno utilizando el medio convencional escogido hasta alcanzar la tensión especificada para su tamaño en la tabla 559-4. Luego, se debe de aplicar la llave de inspección a los pernos apretados para determinar la tensión requerida para girar la tuerca o la cabeza 5° (aproximadamente 30 milímetros a un radio de 300 milímetros), en la dirección de apretado. El promedio de la medida en los ensayos de los tres pernos se debe utilizar como la tensión media de la inspección de campo. Esta operación de calibración debe ser ejecutada por lo menos una vez al día.

Se deben seleccionar al azar en cada conexión el 10 por ciento (por lo menos dos) de los pernos apretados en la estructura representados por los pernos ensayados y se debe aplicar la tensión media de la inspección de campo a cada perno seleccionado con la llave de inspección girada en la dirección de apretado. Si esta tensión no gira la cabeza del perno o la tuerca, los pernos en la conexión serán considerados apropiadamente apretados. Si la tensión gira una o más cabezas de los pernos o las tuercas, se le debe aplicar la tensión de inspección de campo a todos los pernos. Se debe apretar e inspeccionar de nuevo cualquier perno cuya cabeza o tuerca gire en esta etapa, o el Contratista podrá, como opción, volver a apretar de nuevo todos los pernos de la conexión y someterlos de nuevo a inspección.

559.10 SOLDADURA. La soldadura se debe hacer de acuerdo con las prácticas más modernas y cumpliendo los requisitos aplicables del Código de Soldaduras para Puentes D1.5 de la ANSI/AASHTO/AWS, excepto cuando se disponga en otra forma en los planos o Disposiciones Especiales. Los planos deben indicar claramente el sitio, tipo, tamaño y amplitud de todas las soldaduras distinguiéndose además claramente entre las de taller y las que se deben hacer en obra.

El Contratista, debe someter a la aprobación del Delegado Residente con anterioridad al inicio del trabajo, los procedimientos propuestos para soldadura, que llevará a cabo tanto en el taller como en la obra.

Todos los equipos de soldadura así como los operadores de los mismos deben ser precalificados previamente por una organización aprobada por el Ingeniero y de acuerdo con los procedimientos de del Código de Soldaduras para Puentes D1.5 de la ANSI/AASHTO/AWS. Sin embargo, cuando una empresa fabricante de reconocida capacidad y experiencia, precalifica sus equipos de soldar y a los operarios de los mismos, de acuerdo con éstas normas, y presenta la certificación correspondiente donde conste que el equipo de soldar y los operarios han sido calificados dentro de los 12 meses anteriores a la iniciación del trabajo en la estructura de que se trate, y que ha estado llevando a cabo soldaduras satisfactorias del tipo exigido, en el período de 3 meses anteriores al trabajo requerido, el Delegado Residente podrá considerar idóneos tales equipos y operarios.

Cuando la empresa fabricante o contratista no ha tenido las facilidades para precalificar sus equipos y operarios, éstos podrán ser precalificados de acuerdo al Código de Soldaduras para Puentes D1.5 de la ANSI/AASHTO/AWS, por una organización aprobada por el Ingeniero.

No obstante lo anterior, el Delegado Residente podrá ordenar el examen de los equipos que a su juicio no sean satisfactorios o de los operarios cuya habilidad o experiencia sea dudosa.

Las soldaduras no deben hacerse cuando las superficies estén mojadas o expuestas a la lluvia, viento fuerte, heladas o cuando los soldadores estén expuestos a condiciones inclementes del tiempo.

Las soldaduras no se deben exceder de las especificadas en los planos, ni deben ser cambiadas sus localizaciones sin la aprobación expresa del Delegado Residente.

559.11 MANO DE OBRA Y ACABADO. La mano de obra y acabado, debe ser de primera calidad y de acuerdo a la mejor práctica general en talleres modernos de puentes. Los cortes con tijeras, a la llama y cincel, deben hacerse cuidadosamente y con exactitud y todas las partes expuestas a la vista deben ser acabadas con esmero.

Los ángulos entrantes deben ser fileteados y las orillas golpeadas o lastimadas durante el manipuleo o montaje, deben ser redondeadas ligeramente por esmeril u otro medio adecuado.

559.12 EMBARQUE DEL ACERO ESTRUCTURAL Y ALMACENAMIENTO.

(a) Documentos de Embarque. El Contratista debe proporcionar al Delegado Residente las copias de los documentos de embarque que éste le solicite.

Cada miembro estructural debe distinguirse con una marca de montaje para su debida identificación. Los miembros que pesen más de 26.7 kN deben tener el peso marcado.

(b) Carga, Transporte y Descarga. Los miembros estructurales deben cargarse, transportarse y descargarse, cuidando de que no sufran deformaciones, dobladuras, sobreesfuerzos u otros daños.

Los pasadores, pernos, roldanas, tuercas y demás partes pequeñas, deben transportarse en cajas, cuñetes, o barriles cuyo peso bruto no pase de 1.5 kN.

En la parte exterior de cada recipiente de embarque, debe marcarse claramente la lista descriptiva del material contenido.

(c) Almacenamiento. El acero debe almacenarse sobre plataformas o sobre largueros por encima del suelo y debe protegerse, tanto como sea posible, de la exposición a condiciones que produzcan oxidación y otro deterioro superficial. Se debe mantener limpio y drenado apropiadamente. Las vigas de alma llena y las vigas armadas, se deben colocar con el

alma vertical y deben ser apuntaladas. Los miembros largos, tales como columnas y cordones, deben apoyarse sobre largueros colocados lo suficientemente cerca para evitar daños por deflexión.

559.13 MONTAJE EN LA OBRA.

(a) Descripción. Consiste en la construcción de la obra falsa provisional necesaria, el montaje de la estructura metálica y la eliminación de la construcción provisional, realizando todo el trabajo necesario para completar la estructura de acuerdo con los planos, Disposiciones Especiales y estas Especificaciones Generales.

(b) Inspección en el Campo. Todo el trabajo de montaje está sujeto a la inspección del Delegado Residente, a quien se debe dar todas las facilidades necesarias para una inspección completa y detallada de la obra. El material que no haya sido previamente inspeccionado, lo será después de su entrega en el lugar de la obra.

(c) Diagramas de Montaje. El Contratista debe proporcionar diagramas de montaje preparados por el fabricante de acuerdo con 559.05 (b). Las modificaciones a los planos de instalación aprobados requerirán de la verificación de esfuerzos y de la geometría para elaborar unos diagramas revisados. Se debe proveer material adicional cuando sea necesario para mantener los esfuerzos finales y los temporales dentro de los límites permisibles utilizados para el diseño.

(d) Equipo. El Contratista debe proporcionar todas las armazones provisionales y todas las herramientas, maquinaria, artefactos y pernos ajustadores necesarios para la marcha efectiva del trabajo.

El montaje en el campo de las partes componentes de una estructura, implica el uso de métodos y artefactos que no produzcan daños por torcedura, dobladura u otra deformación del metal.

(e) Obra Falsa. La obra falsa o construcción provisional necesaria para el montaje de la estructura de metal, debe ser diseñada, sólidamente construida, y mantenida en forma adecuada para que resista las cargas a que será sometida, debiendo cumplirse con lo especificado en 105.05 (c) y la Sección 556.

(f) Colocación de las Zapatas y los Dispositivos de Soporte. Los apoyos para los puentes deben ser suministrados y montados de acuerdo con lo indicado en la Sección 561. Si la superestructura de acero ha de ser colocada sobre una sub-estructura que fue construida bajo un contrato separado, se debe verificar que la mampostería este correctamente construida antes de montar el material de los apoyos.

(g) Montaje del Acero. Todos los miembros deben ser montados con precisión y cuidado, siguiendo todas las marcas de montaje. No se debe permitir ningún martilleo que dañe o deforme los miembros. Las superficies de apoyo y aquellas que estén en contacto permanente deben limpiarse antes de que los miembros sean armados.

A menos que se haya diseñado para montaje por el método de voladizo, los tramos de las vigas o armaduras deben erigirse sobre un sistema de apoyos colocados de tal manera que les proporcione la contraflecha diseñada. El sistema de apoyo debe quedar en su lugar hasta que los empalmes del cordón a tensión estén totalmente empernados y todas las demás conexiones de la viga o armadura estén unidas con pasadores y pernos de montaje.

Los empalmes de las juntas a tope de los miembros de compresión y de barandales no deben ser apretados los pernos definitivamente, sino hasta que el tramo haya sido colocado en su posición final. Los empalmes y conexiones hechos en el campo deben tener la mitad de los

agujeros ocupada con pernos y pasadores de montaje (mitad pernos y mitad pasadores) antes de remachar o empernar. Los empalmes y conexiones que soporten carga durante el montaje, deben tener $\frac{3}{4}$ de los agujeros ocupados en esa forma.

Los pernos de montaje deben ser del mismo diámetro nominal de los pernos definitivos. Los pasadores de montaje deben ser de 1 mm más grandes.

(h) Pernos Normales. Las conexiones o juntas con pernos normales se deben hacer de acuerdo a 559.08.

(i) Pernos de Alta Resistencia. Los pernos de alta resistencia deben instalarse de acuerdo a 559.09.

(j) Conexiones de los Pasadores. En la colocación de los pasadores se deben usar tuercas guías y de montaje. Estas deben ser proporcionadas por el Contratista sin costo alguno. Los pasadores se deben colocar de tal manera que los miembros se apoyen completamente sobre ellos. Las tuercas de los pasadores deben atornillarse apretadamente y la rosca debe aplanarse sobre la cara de la tuerca con una herramienta ahusada.

(k) Soldadura en la Obra. Se hará conforme se prescribe en 559.10.

(l) Desajustes. La corrección de los desajustes menores que impliquen pequeños trabajos de escariado, corte y cincelado deben considerarse como una parte del trabajo de montaje. Sin embargo, cualquier error en la fabricación de taller o deformación resultante del manejo y transporte que evite el montaje y ajuste apropiados de las partes, usando un número moderado de pasadores o por un trabajo moderado de fresado, cincelado o corte ligero, debe informarse inmediatamente al Delegado Residente, quien dará la aprobación sobre el método de corrección propuesto. La corrección se debe efectuar en su presencia. El Contratista es responsable de todos los desajustes, errores y daños y debe hacer las correcciones y sustituciones necesarias, a su costa.

559.14 COLOCACION DE LAS ZAPATAS Y LAS PLANCHAS DE SOPORTE.

(a) Preparación de las Áreas de Soporte. Las áreas de soporte deben prepararse de acuerdo con lo establecido en 553.11. Se deben terminar las áreas de apoyo para las zapatas de la armadura de acero, de acuerdo con los planos y niveles requeridos. Las zapatas y planchas de soporte no deben ser colocadas sobre superficies indebidamente acabadas, deformadas o irregulares.

(b) Métodos de Colocación de las Zapatas y Planchas de Soporte. Las zapatas y planchas de soporte, deben ser colocadas sobre los dispositivos de soporte indicados en los planos de acuerdo con las especificaciones de la Sección 561. El Contratista debe colocar las zapatas niveladas en su posición exacta sobre las áreas de apoyo.

(c) Pernos de Anclaje. Los pernos de anclaje deben colocarse de acuerdo con las Especificaciones contenidas en 553.12. La ubicación de los pernos de anclaje en relación con los agujeros de las zapatas o planchas de soporte debe ser la que corresponda a la temperatura al efectuarse el montaje. Las tuercas en los pernos de anclaje de los apoyos móviles de puentes deben ser ajustadas para permitir el libre movimiento de la estructura.

(d) Planchas de Soporte o de Expansión de Bronce o de Aleación de Cobre. Cuando se empleen planchas de soporte o de expansión de bronce o de aleación de cobre, de la calidad especificada en 561.03 (b), las superficies de deslizamiento del acero en contacto con las planchas de soporte o de expansión, deben ser recubiertas con un lubricante del tipo recomendado por el fabricante de las planchas.

(e) Balancines y Soportes Colgantes. A menos que se indique en otra forma en los planos y/o Disposiciones Especiales, los soportes especiales, como los balancines y los soportes colgantes para tramos suspendidos, deben ser colocados a plomo y los dispositivos de expansión ajustados a la temperatura durante el montaje, y tomando en cuenta el cambio de longitud de la estructura debido a la deflexión por carga muerta.

559.15 PINTURA DE JUNTAS Y RETOCADO DE AREAS DEFECTUOSAS. Después de la inspección y aprobación de cada junta completa, las superficies expuestas deben ser limpiadas y cubiertas con pintura de acuerdo con la Sección 563. Además todas las superficies en las que la pintura de fábrica se haya gastado o esté defectuosa, serán limpiadas y luego retocadas de acuerdo con la misma Especificación citada anteriormente.

559.16 REMOCION DE LA OBRA FALSA Y LIMPIEZA. Al terminar el montaje y antes de su aceptación final, el Contratista debe quitar toda la obra falsa, materiales excavados o no utilizados, desechos, basura y construcciones temporales, restaurando en forma aceptable toda la propiedad, tanto pública como privada, que pudiera haber sido dañada durante la ejecución de este trabajo y dejará el lugar de la estructura y el área adyacente, limpias y presentables, de conformidad con lo indicado en 105.12.

559.17 MEDIDA. La medida se debe hacer como una unidad completa, del número de kilogramos, con aproximación de dos decimales, del renglón de estructuras de acero que se indique en las Disposiciones Especiales y Documentos de Oferta. La medida incluye el acero estructural, apoyos especiales, y demás materiales complementarios requeridos en los planos y/o Disposiciones Especiales, satisfactoriamente suministrados y montados; suministrados o montados, incorporados permanentemente en el trabajo de que se trate, según el caso.

Los tipos de miembros de acero y otros materiales que se midan deben estar de acuerdo a la clasificación señalada en los planos y/o Disposiciones Especiales. Los pernos de anclaje proporcionados y aceptados deben incluirse para el pago aún cuando los mismos no se instalen por el Contratista de la superestructura.

No se debe hacer medida por separado de los pasadores y pernos de montaje; pintura de taller y de campo; galvanizado; cajas, jaulas y otros empaques usados para embarques; obra falsa; soleras, puntales y varillas empleadas para sostener las piezas durante su transporte y montaje; y demás materiales requeridos para completar satisfactoriamente el trabajo de acuerdo con los planos y las Disposiciones Especiales.

(a) Peso de los Metales. Se debe calcular con base en los siguientes pesos unitarios:

	<u>KILOGRAMOS/m³</u>	<u>LIBRAS/pie³</u>
Aluminio fundido o forjado	2,771.2	173.0
Bronce fundido	8,585.9	536.0
Aleación de cobre	8,585.9	536.0
Lámina de cobre	8,938.3	558.0
Hierro fundido o colado	7,128.2	445.0
Hierro maleable	7,528.7	470.0
Hierro forjado	7,801.0	487.0
Lámina de plomo	11,325.1	707.0
Acero laminado, fundido y de aleación	7,849.0	490.0
Cinc	7,208.0	450.0

(b) Perfiles, Planchas, Barras y Tubería de Acero. Como una excepción de lo estipulado anteriormente, los pesos de los perfiles estructurales y otras piezas laminadas a rodillo, barras y planchas, así como la tubería de acero, se deben calcular con base en los pesos

nominales indicados en los manuales, usando las medidas mostradas en los planos aprobados de fabricación. A menos que se indique en otra forma en dichos planos, se deben deducir todos los recortes, cortes y agujeros abiertos, con excepción de los agujeros para pernos. No se permiten tolerancias para excesos de peso ni para capas protectoras. El peso de todas las cuñas mostradas en los planos aprobados de fabricación, será incluido en la cantidad de acero estructural que deba pagarse.

(c) Peso de las Cabezas de Pernos, Tuercas, Roldanas y Puntas Roscadas Salientes de Pernos. Se debe calcular como sigue:

Diámetro del Perno		Peso por 1,000 pernos	
Milímetros	Pulgadas	Kilogramos	Libras
12.70	1/2"	8.94	19.70
15.88	5/8"	14.38	31.70
19.05	3/4"	23.77	52.40
22.23	7/8"	36.47	80.40
25.40	1"	52.93	116.70
28.58	1 1/8"	74.89	165.10
31.75	1 1/4"	96.16	212.00
34.93	1 3/8"	127.00	280.00
38.10	1 1/2"	154.22	340.00

(d) Soldaduras. El peso debe ser calculado sobre la base del volumen teórico de las medidas de las soldaduras, añadiéndole un 50% como compensación por excedentes.

(e) Piezas Fundidas. El peso de las piezas fundidas debe ser calculado con base en las medidas mostradas en los planos, descontando los agujeros, y añadiéndole un 5% como compensación por biseles y excedentes. Pueden ser sustituidos los pesos calculados por los pesos de báscula en el caso de partes fundidas pequeñas y complejas, sobre las cuales resultarían difíciles los cálculos de pesos exactos.

559.18 PAGO. El pago se debe hacer por suma global o por kilogramos medidos como se indica anteriormente, al precio global o unitario de contrato, correspondiente al renglón de Suministro y Montaje de Estructuras de Acero; Suministro de Estructuras de Acero; o Montaje de Estructuras de Acero, que se consigne en los Documentos de Oferta. En cualquier caso, el precio incluye el acero estructural, apoyos especiales y demos materiales complementarios requeridos en los planos y/o Disposiciones Especiales, que sean satisfactoriamente suministrados y montados; suministrados o montados, e incorporados permanentemente en el trabajo según el renglón de que se trate. También incluye la compensación total por la fabricación, pintura, galvanizado, radiografiado, inspección magnética, obra falsa y todo el trabajo estipulado en esta Sección aplicable al caso de que se trate y de conformidad con lo indicado en 110.02.

No se debe hacer ningún pago por separado por todo lo indicado en el tercer párrafo de 559.17, en vista de que sus costos deben estar incluidos en los precios de contrato del renglón de que se trate, ya sea basado en suma global o de precio unitario.

RESUMEN DE NORMAS

<u>Ensayos</u>	<u>ACEROS Y HIERROS</u>	<u>Materiales</u>
Ensayos mecánicos	AASHTO T 244 (ASTM A 370)	Clases 559.03 *
Análisis químico	ASTM A 350	

SOLDADURA, ELECTRODOS Y METAL PARA SOLDAR

Ensayos	Código de Soldaduras para Puentes D1.5 de la ANSI/AASHTO/AWS	Tipos	Código de Soldaduras para Puentes D1.5 de la ANSI/AASHTO/AWS
Calificación, equipos y operarios, ensayos e inspección radiográfica	Código de Soldaduras para Puentes D1.5 de la ANSI/AASHTO/AWS	Requisitos, diseño y construcción	Código de Soldaduras para Puentes D1.5 de la ANSI/AASHTO/AWS

GALVANIZADO

Peso	AASHTO T 65	Calidad	AASHTO M 111 (ASTM A 123)
Acabado y adherencia	AASHTO M 111		
Análisis químico	ASTM E 40 ó ASTM E 68		

* Se refiere a estas Especificaciones Generales.

SECCION 560 CONECTORES DE ACERO

- 560.01 Definición.
- 560.02 Descripción.
- 560.03 Barras y Perfiles de Acero.
- 560.04 Fabricación e Instalación.
- 560.05 Medida.
- 560.06 Pago.

560.01 DEFINICION. Conectores de Acero. Son los perfiles de acero estructural, espárragos de acero, barras de acero en espiral y otras piezas de acero que se usan con el propósito de transmitir esfuerzos cortantes entre vigas de acero y concreto, en estructuras compuestas.

560.02 DESCRIPCION. Este trabajo consiste en el suministro e instalación mediante soldadura en el taller o en el campo de los conectores de acero indicados anteriormente, en las alas superiores de las vigas de acero, conforme se indique en los planos y/o Disposiciones Especiales.

MATERIALES

560.03 BARRAS Y PERFILES DE ACERO. Deben cumplir con las “Especificaciones Estándar para Puentes de Carreteras” de la AASHTO, División II, Artículo 11.3.3, Conectores de pernos soldados para resistir corte y con las especificaciones siguientes:

- (a) Barras de Acero de Refuerzo para Conectores en Espiral. Deben ser barras lisas o corrugadas de acero de lingote grado 300 (40) conforme AASHTO M 31.
- (b) Barras de Acero para Espárragos. Deben ser barras de acero al carbono acabadas en frío que cumplan con los requisitos establecidos en AASHTO M 169 (ASTM A 108) de los grados 1015, 1018 ó 1020.
- (c) Perfiles de Acero Estructural. Deben cumplir con lo indicado en AASHTO M 183 (ASTM A 36).

REQUISITOS DE CONSTRUCCION

560.04 FABRICACION E INSTALACION.

(a) Conectores en Espiral de Barras de Acero de Refuerzo. Se deben fabricar y soldar de acuerdo a los detalles de los planos. La soldadura debe cumplir con lo indicado en la Sección 559.

(b) Conectores de Espárragos. Los conectores de espárragos deben ser del tipo y tamaño mostrados en los planos y deben ser soldados por sus extremos a las vigas de acero, en el taller o en la obra, con equipo de soldar eléctrico, automáticamente regulado en tiempo y conectado a una fuente de potencia apropiada. Con cada espárrago se debe suministrar un arco protegido (férula) de cerámica resistente al calor u otro material adecuado. El material no debe causar deterioro alguno a las soldaduras, ni excesiva escoria y debe tener suficiente resistencia para no desmenuzarse o romperse al impacto térmico o mecánico antes de terminar la soldadura. Asimismo, con cada espárrago se debe proporcionar el fundente para soldar, ya sea adherido a la punta del espárrago o combinado con el arco protegido, para su aplicación automática en la operación de soldadura. El equipo de soldar, los espárragos y el proceso de soldadura deben ser aprobados por el Delegado Residente.

La inspección y pruebas de calificación de los espárragos se debe hacer de acuerdo con lo indicado en las “Especificaciones Estándar para Puentes de Carreteras” de la AASHTO (Standard Specifications for Highway Bridges).

(c) Conectores de Perfiles de Acero Estructural. Se deben cortar a las medidas indicadas en los planos y soldar de acuerdo con los requisitos para soldaduras especificados en la Sección 559. Deben tener por lo menos una soldadura de filete de 4.76 mm ($\frac{3}{16}$ de pulgada) a lo largo del talón y dedo del perfil usado.

(d) Contraflechas de la Estructura. Se deben tomar las precauciones necesarias en la fabricación de los miembros estructurales para compensar por la pérdida de contraflecha debida a la soldadura de los conectores de corte.

560.05 MEDIDA. La medida se debe hacer del número de unidades o del número de kilogramos, con aproximación de dos decimales, de conectores en espiral de barras de acero de refuerzo, conectores de espárragos o conectores de perfiles de acero estructural, suministrados o fabricados y colocados satisfactoriamente, de acuerdo con estas Especificaciones Generales.

No se debe hacer medida por separado de los trabajos de limpieza y de soldadura que sean requeridos.

560.06 PAGO. El pago se debe hacer por el número de unidades o de kilogramos, medidos como se indica anteriormente, al precio unitario de contrato, correspondiente al renglón de que se trate, cuyo precio incluye el trabajo estipulado en esta Sección de conformidad con lo indicado en 110. 02.

No se debe hacer pago por separado de los trabajos de limpieza y de soldadura que sean requeridos.

RESUMEN DE NORMAS

<u>Ensayos</u>	<u>Materiales</u>	
Barras acero de refuerzo grado 40 para conectores en espiral	AASHTO M 31	Tensión: AASHTO T 68 ASTM A 370 Alargamiento y doblado AASHTO M 31
Barras de acero grados 1015, 1018 ó 1020 para espárragos	AASHTO M 169 (ASTM A 108)	Tensión y doblado Standard Specifications for Highway Bridges de AASHTO
Perfiles de acero estructural para conectores	AASHTO M 183 (ASTM A 36)	Ensayos mecánicos AASHTO M 183 ASTM A 370 Análisis químico ASTM E 350
Soldadura de conectores	559 (*)	Soldaduras 559 (*)

(*) Se refiere a estas Especificaciones Generales.

SECCION 561 DISPOSITIVOS PARA SOPORTE

- 561.01 Definición.
- 561.02 Descripción.
- 561.03 Requisitos de los Materiales.
- 561.04 Soportes Especiales.
- 561.05 Soportes Deslizantes.
- 561.06 Instalación.
- 561.07 Medida.
- 561.08 Pago.

561.01 DEFINICION. Dispositivo para soporte. Es un dispositivo construido y colocado en los extremos de expansión de los elementos estructurales con el propósito de transmitir cargas y acomodar los movimientos entre un puente y la estructura que soporta. Los dispositivos para soporte pueden ser especiales o deslizantes, según el diseño del puente.

Soportes Especiales. Son los fabricados con materiales metálicos, construidos para formar elementos tales como zapatas articuladas, balancines, rodillos, soportes colgantes, etc., de acuerdo con los detalles mostrados en los planos.

Soportes Deslizantes. Son los fabricados con almohadillas preformadas de resinas sintéticas o Elastoméricas, pudiéndose reforzar con planchas delgadas de fibras o de metal.

561.02 DESCRIPCION. Este trabajo consiste en el suministro y en la instalación de dispositivos de soporte para puentes de acuerdo con el tipo especificado en los planos, en las Disposiciones Especiales y estas Especificaciones Generales.

MATERIALES

561.03 REQUISITOS DE LOS MATERIALES.

(a) Planchas de Plomo. Se debe suministrar planchas de plomo común sin plata que cumpla con lo establecido en ASTM B 29. Se deben suministrar planchas con un espesor uniforme de 6 ± 1 milímetros, libres de grietas, uniones, astilladuras, escamas y otros defectos.

(b) Planchas de Bronce o de Aleación de Cobre. Las planchas de soporte de bronce o de aleación de cobre deben ser auto-lubricadas. Las de bronce deben cumplir con los requisitos de AASHTO M 107 (ASTM B 22), para aleación C91100 y las de aleación de cobre con los requisitos de AASHTO M 108 (ASTM B 100), aleación C51000. El compuesto lubricante debe ser de grafito y sustancias metálicas con un ligante lubricante resistente a la acción de la intemperie.

(c) Almohadillas Elastoméricas de Soporte. Las almohadillas deben cumplir con lo indicado en AASHTO M 251. Estas Almohadillas Elastoméricas pueden ser no reforzadas y consistir únicamente de material elastomérico (hule natural o neopreno) o puede estar reforzadas con láminas delgadas de acero o de fibra de vidrio.

Las almohadillas Elastoméricas pueden ser aceptadas con base en un certificado del fabricante, presentado por el Contratista al Delegado Residente y en el cual se haga constar que las mismas satisfacen los requisitos de la norma citada. También deben presentarse certificados de los ensayos efectuados sobre muestras representativas de las almohadillas.

(d) Almohadillas Preformadas de Caucho y Fibra de Algodón. Las almohadillas preformadas de caucho y fibra de algodón deben ser fabricadas de caucho no vulcanizado y de capas de fibras nuevas de algodón, comprimidas y vulcanizadas para formar almohadillas del grosor especificado, de acuerdo con la Federal Specification MIL-C-882, y deben tener una

resistencia a la compresión, perpendicular a las laminaciones, no menor de 700 Kg./cm² (10,000 lb./pulg²), sin reducción perjudicial en su espesor.

(e) Almohadillas de Tetrafluoroetileno (TFE). Las almohadillas de TFE también pueden ser con o sin refuerzo y deben cumplir con lo siguiente:

(1) Almohadilla sin refuerzo. Esta debe ser de Tetrafluoroetileno (TFE) fabricada con resina de TFE virgen que cumpla con lo especificado en ASTM D 1457. Deberá tener una Resistencia a la tensión de 19 MPa mínimo y una Elongación mínima del 200 %. El TFE debe tener una gravedad específica entre 2.13 a 2.19 y un punto de fusión de 328° C ±1° C.

(2) Almohadilla con refuerzo. El Contratista debe suministrar almohadillas de TFE reforzadas con fibras de vidrio, carbono u otro material previamente molido. El material adhesivo será resina epóxica. Las almohadillas que contengan fibras de vidrio o carbono deben cumplir con lo indicado en la siguiente tabla.

TABLA 561-1 Almohadillas de Tetrafluoroetileno (TFE) Reforzadas

Propiedades	Método ASTM	15% Fibras de Vidrio	25% de Carbono
<u>Mecánicas:</u>			
• Resistencia Mínima a la tensión	D 1457	14 MPa	9 MPa
• Elongación Mínima	D 1457	150%	75%
<u>Físicas:</u>			
• Gravedad Específica Mínima	D 792	2.20	2.10
• Punto de Fusión	D 1457	327 ± 10° C	327 ± 10° C

(3) Tela para refuerzo de TFE. Si las Disposiciones Especiales indican el uso de Tela para refuerzo que contenga Fibras de TFE, esta debe consistir de tela fabricada con multifilamentos de fluorocarbono de TFE orientados y otras fibras, que cumplan con una Resistencia a la tensión de 165 MPa mínimo y una elongación de 75% mínimo, de acuerdo con ASTM D 2256.

(4) Planchas de Metal con recubrimientos de TFE. El Contratista debe suministrar planchas de bronce y fósforo que cumplan con los requisitos de ASTM B 100 con una capa superficial porosa de bronce de 0.25 milímetros de espesor que cumpla con ASTM B 103M. Se debe recubrir la superficie con el TFE con un espesor no menor de 25 micrómetros. También se pueden utilizar láminas de acero inoxidable de 33 milímetros de acuerdo con ASTM A 240, tipo 304.

REQUISITOS DE CONSTRUCCION

561.04 SOPORTES ESPECIALES.

(a) Planchas fijas para soporte. Las planchas de metal fijas colocadas sobre superficies de mampostería, en la parte inferior de una estructura, deben cumplir con los requisitos de AASHTO M 270M, grado 250, y ser fabricadas y acabadas de acuerdo con lo indicado en la Sección 559.

Las planchas se deben colocar en su posición y con el nivel exacto, proveyendo un soporte uniforme en el área de contacto del soporte, con el material de relleno necesario, como se indique en los planos. Las superficies en contacto del concreto y del acero se deben de limpiar en su totalidad inmediatamente antes de colocar el material de relleno, si así se especificara, y de instalar las planchas en la mampostería. Cuando las planchas se empotren en

el concreto, se deben tomar las medidas necesarias para que permanezcan en la posición correcta mientras se coloca el concreto.

(b) Pernos de anclaje. Los pernos de anclaje deben de cumplir con lo indicado en ASTM A 307. Los pernos de anclaje no deberán restringir el libre movimiento de la superestructura. Se deben abrir los agujeros en las planchas para su anclaje punzonando, escariando o taladrando, removiendo toda la rebaba por medio de cepillado. Los pernos se deberán colocar como se indica en 553.12 y en 559.14.

(c) Soportes de Balancín y de Rodillos. Los soportes de balancín y de rodillos deben ser fabricados de acuerdo con los detalles indicados en los planos y la Sección 559. Se debe remover la rebaba, las orillas ásperas y afiladas y otros defectos. En el proceso de fabricación de estos soportes construidos soldando planchas estructurales, las mismas se deben relajar de esfuerzos antes de perforarlas, enderezarlas o darles su acabado con máquina, tal como se indica en 559.06 (g) (11).

Cuando se empleen soportes de rodillos, todas las superficies del acero que estarán en contacto deben ser recubiertas con aceite y grafito justo antes de la colocación de los mismos. Los soportes de balancín y de rodillos deben ser colocados a plomo y los dispositivos de expansión ajustados a la temperatura durante el montaje, tomando en cuenta el cambio de longitud de la estructura debido a la deflexión por carga muerta.

Los soportes de rodillos deben colocarse de manera que los ejes de rotación estén alineados y coincidan con el eje de rotación de la superestructura.

561.05 SOPORTES DESLIZANTES.

(a) Soportes Elastoméricos. Estos soportes incluyen las almohadillas no reforzadas (consistentes únicamente de elastómeros) y las reforzadas. Las reforzadas consisten de capas alternas de elastómero y láminas de refuerzo adheridas unas con otras. Los soportes elastoméricos con un espesor de más de 15 milímetros deben ser reforzados en todo el espesor.

Cada soporte reforzado se debe marcar con tinta indeleble o con pintura flexible. La información marcada deberá incluir el número de orden, número de lote, número de identificación del soporte, tipo de elastómero y número de grado. Se debe suministrar una lista con los números de todos los soportes individuales y su posición en la estructura.

Los soportes deben ser colocados sobre una superficie nivelada como se indica en 553.11 y en 559.14. No se deberán soldar las vigas de acero a las planchas fijas de soporte que contengan en medio almohadillas elastoméricas, a menos que haya más de 40 milímetros de acero entre la soldadura y las mismas. No se deberá exponer el elastómero a temperaturas instantáneas mayores de 200° C.

(b) Soportes de Tetrafluoroetileno (TFE). El Contratista debe suministrar material TFE pegado en fábrica o armado en la obra, aplicándolo al material de soporte de la manera que se indique en los planos.

El cumplimiento de las especificaciones de los materiales debe ser verificado utilizando métodos de ensayo y procedimientos aprobados conforme lo indicado en la Sección 18, Subsección 18.8.3 de las Especificaciones Generales para Puentes en Carreteras, División II, Volumen II de la AASHTO. Si el laboratorio utilizado para ejecutar los ensayos no permite la ejecución de ensayos sobre los soportes completos, se deben fabricar soportes adicionales y preparar muestras con una capacidad de por lo menos 450 kN a esfuerzos normales de trabajo.

Se deben determinar los coeficientes de fricción estáticos y dinámicos, a una velocidad de deslizamiento menor de 25 milímetros por minuto. El coeficiente de fricción no deberá

exceder del coeficiente especificado en la siguiente tabla, a menos que el Delegado Residente acepte otra recomendación que dé el fabricante.

TABLA 561-2 Coeficientes de Fricción

Material	Presión de Soporte (mega Pascales)	Coeficiente de Fricción
TFE sin refuerzo, tela con fibras de TFE o compuesto metálico con TFE	3.5	0.08
	14	0.06
	24	0.04
TFE con refuerzo	3.5	0.12
	14	0.10
	24	0.08
Planchas de bronce con recubrimientos de TFE	3.5	0.10
	14	0.07
	24	0.05

561.06 INSTALACIÓN.

(a) Planos. El Contratista debe preparar y presentar planos de las superficies de soporte de acuerdo con lo indicado 105.05 de estas Especificaciones Generales y en lo especificado en la Sección 18 de las Especificaciones Generales para Puentes en Carreteras, División II, Volumen II de la AASHTO. Estos deben mostrar todos los detalles de los soportes incluyendo el material propuesto para su fabricación.

(b) Fabricación. Los soportes deben ser fabricados de acuerdo con lo indicado en la Sección 18 de las Especificaciones Generales para Puentes en Carreteras, División II, Volumen II de la AASHTO. Se debe obtener la respectiva aprobación del Delegado Residente antes de iniciar la fabricación de los Dispositivos de Soporte.

Todas las planchas para soporte o base que estarán en contacto unas con otras pero no empotradas en el concreto, deben tener un acabado con superficie rugosa que cumpla con lo indicado en ANSI B46.1, Rugosidad de la Superficie, Parte 1. Se deben cepillar las superficies de los apoyos de expansión, para que tengan una rugosidad en la superficie mayor de 2 micrómetros de manera que el corte sea hecho en la dirección de dicha expansión.

Las partes componentes de los soportes deben ser fabricadas para proveer un contacto ajustado y parejo al ser ensambladas. El espacio entre las superficies de los soportes se debe limitar a un máximo de 1 milímetro.

Se deben pre-montar los elementos que integran el soporte en el taller y se debe verificar que el soporte esté completo y con la geometría correcta. Se deben galvanizar los componentes de los soportes y los pernos de anclaje de acero según lo indicado en AASHTO M 111 (ASTM A 123). No se deberá galvanizar los componentes y los pernos de anclaje de acero inoxidable.

(c) Empaque, manejo y almacenamiento. Antes de efectuar el envío por parte del fabricante, se debe identificar claramente cada componente del soporte en su parte superior escribiendo la ubicación y la orientación dentro de la estructura. Luego hay que asegurar los soportes con pernos, correas o con pasadores para evitar cualquier desajuste.

Se deben empaquetar los soportes de manera que estén protegidos contra los efectos de la intemperie o de otros riesgos al ser transportados y manipulados. No se deberá desempacar los elementos de los soportes en el campo, excepto para su inspección o para su instalación. Todos los dispositivos para soporte deben ser transportados y almacenados como se indica en 559.12.

(d) Construcción e instalación. Se deben limpiar los soportes para eliminar todas las substancias deletéreas. Deben tener las dimensiones y se deben instalar en la posición indicada en los planos, tomando en cuenta la temperatura registrada durante el montaje, para compensar los movimientos del puente.

Cuando haya que proporcionar apoyos deslizantes en los extremos de las losas, largueros y vigas principales, se debe dar un acabado pulido al concreto de la superficie de soporte de acuerdo con lo indicado en la 553.11. El nivel debe ser verificado por medio de un escantillón y no deben existir variaciones perceptibles en cualquier dirección. El área se debe extender por lo menos 25 milímetros más allá de los límites de la almohadilla o plancha.

Si las superficies de contacto están a elevaciones incorrectas, desniveladas o si por otra razón los soportes no pueden ser colocados adecuadamente, se debe notificar esta situación al Delegado Residente y después se debe suministrar una propuesta escrita para ser aprobada indicando las modificaciones sugeridas para la instalación.

Los planchas de soporte fijas que no estén empotrados en el concreto, deben montarse utilizando un material de relleno aprobado o algún tejido. Las planchas elastoméricas para soporte se deben colocar directamente sobre la superficie adecuadamente preparada del concreto, sin colocar material de relleno.

Si es necesario, se deberá nivelar con cepillado las superficies de soporte apoyadas directamente sobre el acero para proveer una superficie plana y a nivel sobre la cual se colocará el soporte. Los soportes deben ser ubicados e instalados de tal manera que puedan ser reemplazados posteriormente.

561.07 MEDIDA. La medida se debe hacer del número de unidades de Dispositivos para Soporte, colocados satisfactoriamente de acuerdo con estas Especificaciones Generales y con las Disposiciones Especiales.

561.08 PAGO. El pago se debe hacer por el número de unidades, medidas como se indica anteriormente en 561.07, al precio unitario de contrato correspondiente a Dispositivos para Soporte, cuyo precio incluye el trabajo estipulado en esta Sección, de conformidad con lo indicado en 110.02.

SECCION 562 ESTRUCTURAS DE MADERA

- 562.01 Definición.
- 562.02 Descripción.
- 562.03 Maderas.
- 562.04 Otros Materiales.
- 562.05 Tratamiento Preservativo de la Madera.
- 562.06 Transporte, Manejo y Descarga de la Madera.
- 562.07 Almacenamiento de la Madera.
- 562.08 Aceptación de la Madera.
- 562.09 Fabricación.
- 562.10 Montaje de las Estructuras de Madera.
- 562.11 Limpieza.
- 562.12 Medida.
- 562.13 Pago.

562.01 DEFINICION. Estructuras de Madera. Son las estructuras de puentes, viaductos, entibaciones definitivas de túneles y en general, las estructuras o partes de ellas construidas con madera tratada o sin tratar.

562.02 DESCRIPCION. Las estructuras de madera incluyen el suministro, fabricación, armado, montaje y pintura de la madera, madera estructural, madera laminada estructural y accesorios del acero estructural, y demás metales o materiales requeridos para las estructuras de madera a partes de ellas en estructuras compuestas. Se exceptúan los pilotes de madera incluidos específicamente en otra Sección de estas Especificaciones Generales. No se consideran en esta Sección, las formaletas, obra falsa, armazones provisionales y en general las construcciones auxiliares destinadas a facilitar el montaje de estructuras y que no sean incorporadas permanentemente en la obra.

El trabajo debe ser ejecutado de acuerdo con el diseño, rasantes y cotas mostradas en los planos, Disposiciones Especiales y lo indicado en estas Especificaciones Generales.

MATERIALES

562.03 MADERAS.

(a) Madera para Uso General. La madera rústica o cepillada para uso general, debe ser de una clase aprobada e incluida en la lista de especies de maderas nacionales que tenga en vigencia el Centro de Investigaciones de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

(b) Madera Estructural. La madera para usos estructurales, debe ser seleccionada por su graduación estructural de acuerdo a los requisitos establecidos por el Centro de Investigaciones de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Como alternativa, sus esfuerzos permisibles de trabajo para diseño, pueden determinarse de acuerdo con los requisitos de ASTM D 245.

La madera estructural para uso en estructuras permanentemente expuestas, debe ser tratada con preservativos adecuados de preferencia aplicados por métodos a presión. La madera para estructuras temporales o provisionales puede ser madera sin tratamiento pero en este caso, debe tener un mínimo de duramen o madera de corazón como se indica en AASHTO M 168.

(c) Madera Laminada Estructural. La madera laminada estructural debe estar de acuerdo a U. S. Commercial Standard CS 253 y es un producto graduado en cuanto a esfuerzos, fabricado bajo condiciones controladas de una planta laminadora de madera y consistente en ensambles de láminas o capas de madera convenientemente seleccionadas y preparadas, unidas entre sí sólidamente por medio de adhesivos adecuados. El hilo de las láminas o capas debe ser en general paralelo longitudinalmente. El espesor de las láminas o capas generalmente no debe exceder de 50 mm. Las láminas o capas pueden consistir de piezas unidas a tope por sus extremos para conformar cualquier longitud o de piezas pegadas por sus costados o cantos para hacer piezas más anchas, o de piezas curvadas durante su fabricación.

(d) Pilotes de Madera. Los pilotes de madera deben ser de madera sana, libre de manchas de hongos y ataque de insectos, y de cualquier especie de madera capaz de resistir las cargas a que serán sometidos durante su manipuleo e hincamiento y al estar en servicio. Se deben usar preferentemente las especies seleccionadas para tal fin por la DGC de acuerdo con las recomendaciones que al efecto tenga vigentes el Centro de Investigaciones de Ingeniería de la Universidad de San Carlos. Los pilotes de madera deben cumplir con los requisitos de sanidad y calidad de AASHTO M 168. Los pilotes tratados deben llenar los requisitos de AASHTO M 133 y 562.05. Los pilotes deben ser preparados y usados como se indica en la Sección 557.

562.04 OTROS MATERIALES.

(a) Acero Estructural. Las barras, planchas y perfiles de acero estructural deben cumplir con los requisitos de la Sección 559 de estas Especificaciones Generales.

(b) Ferretería.

(1) Pernos, Clavijas y Espigas. Los pernos comunes maquinados, clavijas y espigas pueden ser de acero de carbono intermedio. Las arandelas pueden ser de hierro fundido de segunda fusión, hierro fundido maleable o cortadas de lámina de acero de carbono intermedio. Los pernos comunes maquinados deben tener cabezas y tuercas.

(2) Clavos. Los clavos deben ser de alambre de acero liso y de forma estándar a menos que en los planos o Disposiciones Especiales se especifique algún tipo especial de clavo.

(3) Escarpías o Alcayatas. Las escarpías o alcayatas pueden ser cortadas de alambre de acero para clavos.

(4) Galvanizado y Cadmiado de la Ferrería. Todo la ferretería debe ser galvanizada conforme AASHTO M 232 (ASTM A 153) ó debe ser revestida con lámina de cadmio de acuerdo con lo indicado en ASTM B 766, Clase 12, tipo III, a menos que se especifique en otra forma en las Disposiciones Especiales.

(c) Conectores para Madera. Los conectores para madera pueden ser de los siguiente tipos según se especifique en los planos: conectores de anillo partido; conectores de anillo dentado; conectores de placas de corte o conectores de malla de escarpías, de la calidad, forma y tamaño indicados por las Especificaciones Estándares para la construcción de Puentes de Carreteras (Standard Specifications for Highway Bridges) de la AASHTO, División II, Artículo 16.2.6 "Conectores para Madera".

(d) Pintura. La pintura para madera debe llenar los requisitos estipulados en la Sección 563.

562.05 TRATAMIENTO PRESERVATIVO DE LA MADERA.

(a) Generalidades. Este trabajo consiste en el tratamiento de elementos de madera para uso general, de madera estructural, madera laminada estructural y de pilotes de madera.

El tipo de preservativo y el método de tratamiento a ser usado debe ser especificado en los planos y las Disposiciones Especiales y debe ser escogido por su adaptabilidad a las condiciones de exposición a que estará sujeta la estructura de que se trate. El estudio de las condiciones debe incluir el efecto de hongos, insectos, crustáceos o moluscos, exposición al agua; condiciones de mojado y secado; efecto de contacto con el suelo; clima, temperatura y humedad relativa ambiental durante el período de vida útil; requisitos de limpieza y pintura; efectos del preservativo a usar y registros de la experiencia pasada con elementos de madera tratada en forma similar a la propuesta y expuesta en condiciones similares a las previstas para el caso de que se trate.

(b) Maderas para Tratamiento. La madera rústica o aserrada para uso general, madera estructural, madera laminada estructural y pilotes de madera para tratamiento, deben ser de las calidades indicadas en esta Sección. Para madera tratada deben especificarse únicamente especies de maderas para las cuales se indican requisitos de tratamiento en las normas del AWPA (American Wood Preservers Association) complementadas con las recomendaciones que al efecto señale el Centro de Investigaciones de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Los tratamientos para la madera no son igualmente efectivos para todas las especies ni bajo todas las condiciones de exposición, por lo que la DGC al preparar los planos y Disposiciones Especiales debe seleccionar el tipo de preservativos, tratamiento y especies que mejor se adapten al caso de que se trate.

(c) Preservativos para la Madera. Los preservativos para la madera deben ser los indicados por AASHTO M 133.

La madera que haya de ser pintada, debe ser tratada con preservativos disueltos en agua o con pentaclorofenol en solvente orgánico volátil.

Para maderas sujetas a exposiciones severas en contacto con el suelo y el agua, cuando no se requiere pintura o no es objetable el olor, se debe emplear la creosota o soluciones de creosota aplicadas por métodos a presión.

(d) Tratamientos para la Madera.

(1) Métodos de Tratamiento de la Madera. Los tratamientos de la madera deben ser los indicados por AASHTO M 133 y la forma de realizarlos, así como el cuidado y transporte de la madera tratada, debe estar de acuerdo con las normas AWPA (American Wood Preservers Association).

(2) Protección de Cortes y Agujeros en Madera Tratada. Todos los cortes en pilotes y madera creosotada y todas las raspaduras después de haber sido recortadas cuidadosamente, deben ser recubiertas con 2 capas de creosota caliente o de una mezcla de 60% de creosota caliente y 40% de alquitrán para techos o por lo menos con 3 capas con brocha de creosota en caliente y recubiertas con alquitrán caliente para techos. Todos los cortes y raspaduras de madera tratada con un preservativo en agua o aceite liviano, deben ser protegidos en la misma forma, salvo que la madera haya de ser pintada, en cuyo caso puede omitirse este requisito de protección.

Las cabezas de pilotes recortadas, después de recibir el tratamiento descrito anteriormente y antes de colocárseles los casquetes o cabezales, deben ser recubiertas con una lámina de cinc de 0.7 mm de suficiente tamaño para cubrir los lados del pilote en una longitud no menor de 100 mm, después de ser cortada y doblada nítidamente y asegurada a las caras del pilote con clavos galvanizados.

Antes de colocar y apretar los pernos, todos los agujeros taladrados deben ser impregnados con aceite de creosota caliente por medio de un dispositivo aprobado. Cualesquiera agujeros que queden vacíos deben ser obturados con un taco de creosotado, después de haberlos tratado con creosota caliente.

(3) Protección de Superficies en Madera No Tratada. En las estructuras de madera no tratada, y antes de ensamblar las partes, deben ser impregnadas con 2 capas de creosota caliente, las superficies siguientes: extremos de piezas, y todas las superficies de contacto de postes, soleras, cabezales, vigas y largueros de piso; todos los extremos, juntas y superficies de contacto de apuntalamientos, armaduras, y entramados. Todas las superficies de uniones a tope, caras posteriores de tablestacados, y todas las piezas de madera que tengan que estar en contacto con la tierra, deben recibir un tratamiento similar.

(d) Marcas. La planta de tratamiento debe marcar en forma legible toda la madera tratada, identificando a la empresa que realizó el tratamiento, indicando el tipo usado y la fecha de tratamiento.

(e) Inspección y Certificación del Tratamiento. La DGC podrá inspeccionar la madera antes de su tratamiento y durante el proceso de tratamiento, o podrá aceptar que la planta de tratamiento, le presente un certificado de una organización competente y reconocida por la misma DGC, que señale que el tratamiento aplicado a la madera ha sido efectuado conforme las Especificaciones requeridas.

562.06 TRANSPORTE, MANEJO Y DESCARGA DE LA MADERA. Todas las piezas de madera deben ser manejadas cuidadosamente evitando dejarlas caer, arrastrarlas, que se rompan las fibras exteriores, y que se produzcan raspaduras o daños en las superficies de las piezas por efecto de las herramientas usadas en el manejo. De preferencia deben descargarse por medio de lazos o cinchos de plástico o de tejido, y si se emplean cadenas o cables, deben acolchonarse las áreas de contacto para evitar daños. No deben utilizarse palancas de gancho, ganchos y picas.

La madera debe protegerse durante su transporte contra la lluvia y polvo o daños por objetos cortantes o puntiagudos.

562.07 ALMACENAMIENTO DE LA MADERA. Toda la madera sin tratar que se encuentre en el sitio de la obra debe ser apilada para evitar su combamiento. El apilado debe hacerse al aire libre, bajo un cobertizo que proteja la madera de la acción directa de los rayos del sol, y sobre soportes por lo menos 300 mm arriba de la superficie del terreno. Las piezas individuales deben separarse por tiras o tacos que permitan la libre circulación del aire entre las mismas. En caso de tiempo lluvioso, deben cubrirse las pilas con papel o brin impermeable. No debe usarse para este fin, película de polietileno transparente porque la madera está sujeta a decoloración por acción del sol.

La madera tratada debe ser apilada en forma apretada y protegida de la lluvia en los casos que sea requerido.

El papel impermeable en que vienen envueltas las piezas de madera laminada estructural para su protección durante el transporte, debe dejarse intacto hasta el momento de proceder al montaje de la estructura.

562.08 ACEPTACION DE LA MADERA. La madera estructural y la madera laminada estructural deben ser marcadas con el grado estructural que les corresponda, debiendo el Contratista presentar al Delegado Residente el certificado emitido por una organización competente reconocida por la DGC y en el que conste que se ha efectuado la inspección y graduación estructural de la madera suministrada.

La madera tratada debe ser acompañada también con un certificado proporcionado por la planta de tratamiento como se indica en 562.05 (e) en el que conste el tipo de tratamiento aplicado y su conformidad con las Especificaciones exigidas.

Todo el material debe ser fabricado de conformidad con el tamaño y forma requeridos por los planos y toda la madera debe ser sana, libre de decaimiento o pudrición y de defectos de secado, como torceduras, combamientos, alabeos, grietas profundas y madera endurecida. Cuando así sea requerido en las Disposiciones Especiales, el contenido de humedad estructural debe quedar dentro de los límites especificados.

REQUISITOS DE CONSTRUCCION

562.09 FABRICACION.

(a) Generalidades. La fabricación consiste en la realización en la planta o taller de fabricación de la madera, de todas las operaciones de corte, rebajado, taladrado, ranurado, cepillado, acabado y marcado de los diferentes miembros y componentes necesarios para que los mismos queden listos para su montaje en la obra, sin requerir de fabricación adicional, salvo aquellas operaciones que por razones de trabajo y necesidad de ajuste durante el ensamblaje de las piezas deben ser dejadas para el montaje final de la estructura.

(b) Trabajo de Taller. Todas las operaciones de fabricación de las piezas, incluyendo laminados, cortes, taladro de agujeros, rebajado y cepillado necesarias para dejar las piezas listas para su montaje, deben ser efectuadas preferentemente antes de someter la madera a tratamiento preservativo.

Toda la mano de obra empleada para la fabricación y el montaje de estructuras de madera debe ser calificada y experta en este tipo de trabajos.

Todos los componentes deben exhibir una alta calidad de trabajo y acabado y sus tolerancias en cuanto a cortes, taladrado y tamaños deben ajustarse a las Especificaciones y controles que indiquen los planos o las Disposiciones Especiales y no mayores que las señaladas en los párrafos siguientes:

(1) Cortes a Escuadra en los Extremos de las Piezas. A menos que se especifique en otra forma, todos los extremos de las piezas deben ser cortados a escuadra con una tolerancia dentro de 5 mm por metro (0.5%) de ancho y de peralte. Las superficies de contacto que vayan a ser cargadas a compresión deben ser cortadas en forma de asegurar el contacto completo de la superficie.

(2) Cortes Inclinados en los Extremos de las Piezas. Todos los cortes inclinados que vayan a estar sometidos a compresión deben ser efectuados a modo de asegurar un contacto completo sobre la sección transversal.

(3) Tolerancia en la Longitud de las Piezas. La longitud de las piezas podrá variar en ± 3 mm en largos hasta de 4.0 metros, excepto cuando la longitud de las piezas no sea crítica.

(4) Localización de Sujetadores en las Juntas. El espaciamiento y la localización de los dispositivos de sujeción en las juntas debe hacerse de acuerdo con los planos y con una tolerancia permisible de ± 1.5 mm. Los miembros que se unan en una junta deben ser fabricados en forma tal que los sujetadores de la unión puedan ajustarse en forma apropiada.

(5) Agujeros para Pernos, Espigas, Barras, Clavijas y Tornillos Tirafondo. Los agujeros para clavijas redondas y para espigas o pasadores deben ser taladrados con una broca que tenga un diámetro de 1.5 mm más pequeño que la clavija o espiga a emplear. Los agujeros de clavijas o espigas cuadradas, deben ser de igual tamaño que las mismas.

Los agujeros para pernos ordinarios maquinados deben ser taladrados con una broca del mismo tamaño que el perno.

Los agujeros para barras deben ser taladrados con una broca 1.5 mm mayor que el diámetro de la barra.

Los agujeros para tornillos tirafondo deben taladrarse con una broca de diámetro no mayor que el fuste del tornillo en la base de la rosca.

(6) Agujeros para Pernos y Ranuras en Juntas con Conectores. Los agujeros para pernos en juntas con conectores deben ser taladrados a un diámetro 1.5 mm mayor que el diámetro del perno, y ser perpendiculares a la cara de la pieza, con una desviación no mayor de 5 mm por metro de profundidad (0.5%). El ancho de las ranuras para la colocación de conectores de anillo partido debe quedar dentro de + 0.5 mm y 0.0 mm del espesor de la correspondiente sección transversal del anillo. La forma de las ranuras debe conformarse a la sección transversal del conector de anillo.

(7) Pernos y Arandelas. Con todas las cabezas de pernos y tuercas que estarán en contacto con la madera, debe usarse arandelas de tamaño y tipo especificado. Cuando la madera esté en contacto con la tierra deben usarse arandelas de hierro fundido. Todas las tuercas deben ser inmovilizadas en forma apropiada, para evitar que se aflojen después de haber sido apretadas.

(8) Embutido de Sujetadores. Siempre que se requieran caras lisas en las piezas, y así se indique en los planos, se hará el embutido de clavos, pernos y otros sujetadores en la madera. Las oquedades resultantes del embutido deben ser pintadas con 2 capas de creosota en caliente, excepto las barandas. Aquellas oquedades que puedan recolectar materiales nocivos deben ser llenadas con alquitrán para techos.

(9) Protección de Cortes y Agujeros en la Madera. Todas las superficies expuestas después de realizar operaciones de fabricación en piezas de madera ya tratada, cortes, agujeros y raspaduras deben ser protegidas como se indica en 562.05 (d) (2).

Cuando se emplee madera sin tratar, la protección de las juntas de las piezas, y de superficies de contacto entre las mismas o de las piezas y el suelo, debe hacerse como se indica en 562.05 (d) (3).

(10) Marcado de las Piezas para su Montaje. Todos los miembros y piezas componentes de una estructura deben ser adecuadamente marcados y referenciados a los diagramas de montaje que el Contratista debe proporcionar al Delegado Residente.

(11) Inspección Durante la Fabricación. La DGC debe tener libre acceso al taller o planta de fabricación de la madera, y podrá comprobar la calidad, grado estructural y humedad contenida de los materiales empleados, así como los procedimientos, mano de obra y equipo utilizados, a fin de asegurar que se cumplan con los requisitos especificados.

562.10 MONTAJE DE LAS ESTRUCTURAS DE MADERA.

(a) Generalidades. El montaje de las estructuras de madera consiste en el alzado, la instalación en el lugar asignado y el ensamblaje de campo de los componentes fabricados de la misma.

(b) Entramados de Madera. Todas las piezas de madera estructural incluyendo la madera laminada estructural deben ser cortadas y armadas para lograr un ajuste apretado de tal manera que las juntas tengan un asiento parejo en todas las superficies en contacto. Las entalladuras o escopladuras deben ser cortadas con exactitud en toda su profundidad y las espigas o barbillas deben ajustar apretadamente sin holgura. No se debe permitir que haya bamboleo en las juntas ni deben aceptarse juntas abiertas.

(c) Caballetes de Pilotes. Los pilotes deben hincarse conforme se indica en los planos y en la sección 557, y la porción arriba del terreno no debe variar de la vertical o de la inclinación requerida en más de 2 centímetros por metro de longitud de modo que el cabezal pueda colocarse en su lugar sin causar esfuerzos indebidos en los pilotes.

No debe permitirse el excesivo manipuleo de los pilotes y el Contratista podrá ser obligado a rehincar los pilotes para evitarlo. No será permitido el bamboleo de las puntas de los pilotes.

Los pilotes para los caballetes de pilotes deben ser seleccionados cuidadosamente en cuanto a tamaño para evitar flexiones o distorsiones indebidas en el arriostamiento transversal. Debe así mismo, hacerse con cuidado la distribución de los pilotes de diferentes tamaños para asegurar una resistencia uniforme y la rigidez requerida en los caballetes. Los cortes de las cabezas deben ser realizados con exactitud para asegurar un asiento perfecto entre los cabezales y los pilotes.

(d) Caballetes Armados.

(1) Durmientes. Deben ser preferentemente de madera tratada. Si se emplea madera no tratada debe ser de duramen de cedro, ciprés u otra especie durable. Los durmientes deben ser encamados en un asiento sólido y apisonados firmemente en su lugar.

(2) Pedestales de Concreto. Los pedestales o cimientos de concreto para el soporte de los marcos deben ser nivelados y acabados cuidadosamente de modo que las soleras o postes se asienten sobre ellos de manera uniforme. Las barras, pernos o espigas de anclaje para las soleras o postes, deben ser de diámetro no menor de 20 mm, y deben colocarse en su sitio al fundir el concreto, sobresaliendo por lo menos 150 milímetros, de la parte superior del pedestal.

(3) Soleras de los Caballetes. Las soleras deben asentarse a nivel y uniformemente sobre los durmientes, pilotes o pedestales de concreto, y deben sujetarse a los mismos por medio de clavijas o cabillas de diámetro no menor de 20 mm y que tengan una

penetración de por lo menos 150 milímetros en los durmientes o pilotes. En lo posible debe removerse el suelo en contacto con las soleras a fin de permitir una libre circulación de aire a su alrededor.

(4) Postes de los Caballetes. Los postes deben sujetarse a los pedestales o cimientos por medio de espigas de diámetro no menor de 20 mm y que penetren por lo menos 150 milímetros dentro de los pedestales. Los anclajes de postes sobre las soleras pueden hacerse con espigas de diámetro no menor de 20 mm con una penetración no menor de 150 milímetros en la solera, o bien por medio de clavijas o cabillas de diámetro no menor de 20 mm hincadas diagonalmente a través de la base del poste y con una penetración no inferior a 230 mm en la solera.

(e) Cabezales para Caballetes. Los cabezales de madera sobre los caballetes de pilotes o caballetes armados deben colocarse con sus extremos alineados en forma tal de lograr un apoyo nivelado y uniforme sobre las cabezas de los pilotes o postes de los caballetes. Todos los cabezales deben asegurarse por medio de clavijas o cabillas de diámetro no menor de 20 mm colocadas centradas y con una penetración de por lo menos 230 milímetros en los postes o pilotes.

(f) Arriostramiento de los Caballetes. Los extremos de los puntales y piezas de arriostramiento deben ser asegurados por medio de pernos de diámetro no menor de 15 mm que atraviesen el pilote, poste o cabezal. Las intersecciones intermedias con postes o pilotes deben asegurarse con pernos o escarpas, como se indique en los planos. En todos los casos deben usarse escarpas además de los pernos.

(g) Largueros. Los largueros de los puentes deben ser clasificados por tamaños entre los apoyos y deben colocarse en posición de tal modo que los nudos de la madera cercanos a los bordes queden en la parte superior de los largueros.

Los largueros exteriores pueden tener juntas a tope con sus extremos biselados y empalmados sobre los cabezales de los caballetes. Los largueros interiores deben tener juntas montadas para resistir la presión de apoyo sobre el ancho total de la viga transversal o cabezal en cada extremo. Los extremos de largueros con juntas montadas deben quedar separados por lo menos 15 mm para la circulación del aire y deben asegurarse firmemente con clavijas o cabillas sobre los cabezales, cuando así sea especificado.

Cuando se empleen largueros con una longitud de dos tramos, sus juntas deben quedar alternadas.

(h) Arriostramiento Transversal entre Largueros. El arriostramiento transversal entre largueros debe armarse con exactitud, sujetando las riostras o puntales firmemente por lo menos con 2 clavos oblicuos en cada extremo. Todas las riostras deben apoyarse plenamente en cada extremo contra los costados de los largueros. A menos que se especifique en otra forma en los planos o Disposiciones Especiales, el arriostramiento transversal debe colocarse en los extremos de los largueros para mantener la alineación de los mismos y al centro de cada tramo, o en el caso de luces grandes a los tercios de la luz en cada tramo.

(i) Pisos de Tablones para Puentes. Los tablones para pisos de puentes pueden ser de madera estructural o de madera laminada estructural de las calidades indicadas en 562.03 (b) y (c), y a menos que se especifique de otro modo deben ser cepillados en los cuatro lados. Los tablones en las vías para tránsito vehicular, deben ser de un grueso nominal no menor de 75 mm. Los tablones en aceras para peatones pueden tener un espesor nominal no menor de 50 mm.

Los pisos de tablonos simples deben consistir de un solo grueso de tablonos soportados por largueros o viguetas. Los tablonos deben colocarse con el lado del corazón de la madera hacia abajo y dejando 5 mm de abertura entre ellos, cuando sean de madera secada previamente y con juntas apretadas cuando se emplee madera verde o sin sazonar.

Cada tablón debe ser clavado o escarpiado firmemente en cada larguero o vigueta. Los tablonos deben ser cuidadosamente graduados en cuanto a su grueso y colocados de tal forma que la variación en espesores de tablonos adyacentes no exceda de 2 mm.

Los pisos de dos camas de tablonos deben consistir en 2 capas de tablonos superpuestas soportadas por largueros o viguetas. La cama superior puede ser colocada diagonalmente o paralelamente al eje central de la vía de tráfico vehicular, como sea especificado en los planos, y cada tablón debe quedar firmemente asegurado a la cama inferior. Las juntas en la cama superior de tablonos deben quedar alternadas por lo menos en 1 metro. Si la cama superior de tablonos se coloca paralelamente al eje de la vía de tráfico vehicular, debe tenerse especial cuidado en fijar los extremos de cada uno de los tablonos. En los extremos del puente los tablonos deben quedar biselados.

(j) Pisos de Tablonos de Canto. Los tablonos de madera deben ser graduados estructuralmente y en cuanto a tamaños, y en espesor nominal no deben ser inferiores a 50 mm. Los pisos de tablonos de canto consisten en tiras de tablonos colocados de canto, costado contra costado, con el hilo o fibra paralela longitudinalmente y conectados firmemente entre sí por medio de clavos o clavijas y otros sujetadores. Si se emplean clavos, o escarpas, éstos deben ser del tamaño especificado en los planos y de un largo suficiente para penetrar $2 \frac{1}{2}$ gruesos de tablón a fin de asegurar la transferencia de carga.

Los clavos o escarpas para sujeción lateral de los tablonos deben colocarse alternativamente cerca de los bordes superior e inferior de las piezas y a un espaciamiento que no exceda de 500 mm. Este espaciamiento debe ser escalonado en $\frac{1}{3}$ de su longitud en uniones adyacentes.

Los tablonos deben ser fijados a los largueros con clavos oblicuos. Cuando los largueros estén espaciados a menos de 1 metro, centro a centro, los tablonos alternos pueden sujetarse a todos los soportes alternos. Cuando el espaciamiento de los largueros sea mayor de 1 metro centro a centro, los tablonos alternos deben sujetarse a todos los soportes.

Cuando así se especifique en los planos, los pisos de tablonos de canto, pueden ser soportados sobre viguetas de acero. En este caso deben fijarse a los soportes de acero por medio de abrazaderas de lámina galvanizada u otro medio aprobado. Debe cuidarse que cada tablón quede vertical, apretado firmemente con el precedente y apoyado a nivel y en toda el área de los soportes.

(k) Tijeras o Armaduras. Al quedar terminadas, las armaduras no deben mostrar irregularidades en alineación. Los cordones deben ser rectos y alineados en toda su longitud en proyección horizontal y en proyección vertical deben mostrar una curvatura suave a través de los nudos o juntas de entrepaños o paneles, de conformidad con la contraflecha especificada. Todas las superficies de apoyo en las juntas deben tener un ajuste exacto y parejo en toda el área de asiento. Los cortes desalineados o toscos en los extremos de las piezas son motivo suficiente para la no-aceptación de la pieza que contenga este defecto.

Las juntas de las armaduras deben ser construidas de tal modo que faciliten el escurrimiento del agua de lluvia y se eviten bolsas u oquedades que retengan la humedad.

(l) Guardarruedas o Mordientes y Barandales. Los guardarruedas o mordientes y los barandales deben ser armados con exactitud de acuerdo a los planos y erigidos siguiendo la alineación y pendientes correspondientes. A no ser que se especifique en otra forma, todos los guardarruedas y barandales deben ser de madera cepillada en los cuatro lados y pintados. Los guardarruedas deben ser colocados en secciones no menores de 4 metros.

(m) Cortafuegos. Para prevenir la propagación del fuego a lo largo de la estructura, los pisos de puentes, o puentes de caballetes de gran longitud deben ser provistos de cortafuegos.

En los pisos de madera, los diafragmas pueden ser de madera o material resistente al fuego, de espesor no menor que el de los componentes del piso, y colocado a intervalos no mayores de 25 metros sobre los cabezales o las vigas de piso, cerrando completamente el espacio entre los largueros o viguetas.

En puentes de caballetes, en adición a los cortafuegos del piso del puente, deben colocarse cortinas cortafuegos a intervalos no mayores de 30 metros. Estas cortinas pueden consistir en tarimas de tablones o en placas metálicas recubiertas con un material no combustible, clavadas o escarpiadas a los marcos de caballete. Deben extenderse hacia abajo de los largueros o viguetas por lo menos 1.50 metros y horizontalmente por lo menos hasta los extremos de los cabezales del caballete. Sobre cada cortina debe localizarse un diafragma cortafuegos para cerrar el espacio entre los largueros o viguetas.

(n) Drenajes. Los drenajes deben disponerse de tal modo que descarguen librando la estructura del puente y por medio de tubos o revestimientos de acero galvanizado.

(o) Pintura. La pintura de los barandales y otras partes de las estructuras de madera, que deban ser pintadas, debe hacerse de acuerdo a la sección 563.

562.11 LIMPIEZA. Al quedar terminada la obra y antes de su aceptación final, el Contratista debe retirar todas las armazones provisionales, el pilotaje provisional hasta por lo menos medio metro abajo del nivel final del terreno, los materiales excavados o no utilizados, escombros y edificaciones provisionales, debiendo reponer o renovar las cercas y demás propiedad pública o privada que pudiera haber sido dañada durante la ejecución de la obra, dejando el lugar de la misma y el camino contiguo, en un estado limpio y presentable, de conformidad con lo indicado en 105.12.

562.12 MEDIDA. La medida se debe hacer como una unidad completa, o del número de pies tabla con cero decimal, del renglón Estructuras de Madera que se indique en las Disposiciones Especiales y Documentos de Oferta. Las medidas de las piezas se deben calcular en base a sus medidas comerciales nominales y largos efectivos. La medida incluye toda la madera que haya sido satisfactoriamente suministrada, montada e incorporada permanentemente en la obra.

No se debe hacer medida por separado del maderamen auxiliar o provisional utilizado para fines de montaje, ni de la ferretería, drenajes, tratamiento preservativo, pintura y demás elementos complementarios requeridos para la obra, excepto los siguientes: los Pilotes serán medidos como se indica en la sección 557; el Concreto y el Acero de Refuerzo, como se indica en la sección 551 y 552 respectivamente; y el Acero Estructural, como se indica en la sección 559.

562.13 PAGO. El pago se debe hacer por suma global o por pies tabla medidos como se indica anteriormente al precio global o unitario de contrato correspondiente al renglón de Estructuras de Madera que se consigne en los Documentos de Oferta, cuyo precio incluye el

trabajo estipulado en esta Sección, de conformidad con lo indicado en 110.02. El pago de este trabajo comprende también los herrajes, obra falsa, tratamiento preservativo, pintura y demás elementos requeridos para completar satisfactoriamente el trabajo, de acuerdo con los planos y las Disposiciones Especiales.

El pago de los Pilotes, Concreto Estructural, Acero de Refuerzo y Acero Estructural, debe hacerse de acuerdo a las Secciones respectivas de estas Especificaciones Generales.

RESUMEN DE NORMAS

MADERAS

<u>Ensayos</u>			<u>Materiales</u>
Muestreo y ensayos físico-mecánicos	ASTM D 143 y recomendaciones del CII **	Calidad y grados estructurales	AASHTO M 168 y recomendaciones del CII **
Graduación estructural	ASTM D 245 y Recomendaciones del CII **		

MADERA LAMINADA ESTRUCTURAL

Requisitos:	U. S. Government Comercial Standard CS-253
-------------	--

PILOTES

Ensayos:	Sección 557 *	Requisitos:	Sección 557 *
----------	---------------	-------------	---------------

ACERO ESTRUCTURAL

Ensayos:	Sección 559 *	Requisitos:	Sección 559 *
----------	---------------	-------------	---------------

PERNOS, CLAVOS, ESCARPIAS

Peso del galvanizado	AASHTO T 65	Calidad galvanizado	ASTM A 153
Acabado y uniformidad del galvanizado	AASHTO M 232	Calidad cadmiado	ASTM B 766

CONECTORES

Requisitos:	Specifications for Highway Bridges de AASHTO
-------------	--

TRATAMIENTO PRESERVATIVO DE LA MADERA

Ensayos:	AASHTO M 133	Requisitos:	AASHTO M 133
----------	--------------	-------------	--------------

PINTURA

Requisitos: Sección 563 *

- * Se refiere a Secciones de estas Especificaciones Generales
- ** CII significa Centro de Investigaciones de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala

CCION 563 PINTURA

- 563.01 Definición.
- 563.02 Descripción.
- 563.03 Requisitos de los Materiales.
- 563.04 Protección del Público, de la Propiedad y de los Trabajadores.
- 563.05 Protección del Trabajo.
- 563.06 Preparación de la Superficie.
- 563.07 Aplicación de la Pintura.
- 563.08 Hierro y Acero Estructurales.
- 563.09 Pintura sobre Superficies Galvanizadas.
- 563.10 Pintura sobre Superficies de Madera.
- 563.11 Pintura sobre Superficies de Concreto.
- 563.12 Aceptación.
- 563.13 Medida.
- 563.14 Pago.

563.01 DEFINICION. Pintura. Consiste en la aplicación de revestimientos para la protección de las superficies metálicas, de madera o de concreto con el objeto de controlar la corrosión y el deterioro.

563.02 DESCRIPCIÓN. La pintura incluye la preparación de las superficies donde se aplicara, el suministro de todos los materiales, la aplicación y la protección de la misma, de acuerdo con lo indicado en los planos, las Disposiciones Especiales y estas Especificaciones Generales. A menos que las Disposiciones Especiales lo indiquen en otra forma, el trabajo de pintura debe hacerse dentro de los renglones que cubren el suministro de la unidad que ha de pintarse.

MATERIALES

563.03 REQUISITOS DE LOS MATERIALES.

(a) Generalidades de la Pintura. El Contratista debe suministrar un color de contraste para cada capa de la pintura. Para la capa final o de revestimiento, se deberá cumplir con lo indicado en la norma Federal Standard 595 B. Si se requiere en las Disposiciones Especiales, el Contratista debe suministrar muestras del color entregadas por el fabricante de la pintura.

El contenido de plomo máximo admisible será de 0.06% en peso en la película seca. El contenido de Compuesto Orgánico Volátil será de un máximo de 520 gr./Lt para los revestimientos claros (sin pigmento) y de un máximo de 350 gr./Lt para los otros revestimientos, tanto para la pintura que se utilice en el taller como la que se utilice en el campo.

(1) Envases. La pintura se debe suministrar en envases resistentes claramente marcados con la siguiente información:

- a) Nombre de la fábrica o marca de fábrica.
- b) Tipo de pintura, color, fórmula, número de lote y fecha de fabricación.
- c) Masa neta.
- d) Volumen, incluyendo el porcentaje de sólidos y el porcentaje del compuesto orgánico volátil.
- d) Requisitos de almacenamiento.
- e) Instrucciones para mezclado e instrucciones del equipo de limpieza.
- f) Nombre y dirección del fabricante.

(2) Propiedades generales de la pintura. Además, el Contratista debe suministrar pintura que cumpla con lo siguiente:

- a) No muestre sedimentación excesiva al recién abrir una lata llena de pintura.
- b) Se disperse fácilmente al moverla con una paleta para formar una pintura homogénea y suave libre de coagulaciones, terrones, separación de colores, grumos y natas.
- c) No forme nata después de permanecer 48 horas en un recipiente cerrado, lleno a $\frac{3}{4}$ de su capacidad.
- d) Se limpie fácilmente.
- f) No muestre tendencias de desprendimiento o escurrimiento al ser aplicada sobre superficies verticales lisas de acero.
- g) Muestre un acabado uniforme y liso al secarse, libre de asperezas y libre de otras imperfecciones en la superficie.
- h) No muestre vetas o separación cuando fluye sobre un vidrio limpio.
- i) No muestre espesamiento, coagulaciones, forma de gel ó terrones duros después de permanecer almacenada 6 meses en un recipiente lleno, cerrado herméticamente y a una temperatura de 20° C.

(b) Pintura para Estructuras de Madera.

(1) Capa de Base o Imprimador. La capa base o imprimador debe cumplir con las normas FSS TT-P-25, TT-P-96D ó TT-P-001084, de la Federal Standards and Specifications (FSS).

(2) Capa Final o de Revestimiento. La capa final debe cumplir con las normas FSS TT-P-10 clase A, TF-P-96D, TT-P-102F, ó TT-P-19D.

(c) Pintura para Estructuras de Concreto y de Block. Esta pintura debe cumplir con la norma FSS TT-P-19. Se debe colorear el tinte con concentrados universales o de uso múltiple.

(d) Pintura para Estructuras de Acero.

(1) Capa de Base o Imprimador. Esta capa puede ser Inorgánica de Zinc, que cumpla con AASHTO M 300 Tipo II, ó de Vinilo lavado, que cumpla con la norma MIL-P-15328 (Military Specification-MIL) ó la SSPC No.27 (Steel Structures Painting Council-SSPC).

(2) Capa Final o Revestimiento. La capa final o de revestimiento puede ser de Alipática de Uretano según la norma USPS-C-644, tipo I (United States Postal Service-USPS), revestimiento Acrílico de Látex, que cumpla con la norma SSPC No. 24 ó un revestimiento Epóxico que cumpla con la norma MIL-P-24441 ó la SSPC No.22.

(e) Tinte de Penetración. Si se utilizan, deben de cumplir con tener un control de humedad en el material base de 1,000 horas según ASTM G 23, una dispersión acrílica de 73.4% del vehículo no volátil, una viscosidad de 58 ± 2 unidades Krebs, y un contenido de sólidos volátiles de 40.3.

(f) Aceite de linaza. Debe cumplir con los requisitos establecidos en ASTM D 260, tipo I ó II.

(g) Esencias minerales (de petróleo). Deben cumplir con los requisitos establecidos en ASTM D 235.

(h) Agua. El Contratista debe suministrar agua libre de sustancias nocivas para los materiales.

REQUISITOS DE CONSTRUCCION

563.04 PROTECCION DEL PUBLICO, DE LA PROPIEDAD Y DE LOS TRABAJADORES. Si la pintura que ha de removerse es un material nocivo que contiene plomo o cromo se deberán tomar las precauciones necesarias para su remoción y para su desecho.

Por lo menos 28 días antes de iniciar los trabajos de preparación de la superficie, el Contratista debe presentar un programa para la aprobación del Delegado Residente en el que se detallan las medidas a usar para proteger el medio ambiente, al público, la propiedad adyacente y a los empleados. Se debe incluir en el programa lo siguiente:

(a) Hojas con los datos de seguridad para el material y con los datos de producción para todos los productos de limpieza y de pintura, suministrados por el fabricante.

(b) Un programa detallado para la remoción del material, los productos de limpieza y los desechos de pintura.

(c) Un programa detallado para la disposición del material removido, los productos de limpieza y los desechos de pintura.

(d) Medidas de seguridad específicas para proteger a los trabajadores de los peligros en el sitio incluyendo caídas, gases, incendios y explosiones.

(e) Si la pintura a ser removida es un material nocivo, se debe incluir especificaciones para las medidas de seguridad que deberán tomarse.

(f) Procedimientos de emergencia a seguir cuando se derrame un producto.

Después de aceptado el programa, se debe ejecutar el trabajo de acuerdo con éste. Si las medidas no son tomadas según lo mencionado anteriormente, se deberán suspender los trabajos inmediatamente y ejecutar las acciones correctivas. Al final, se debe recolectar y desechar de manera adecuada todo el material incluyendo el agua de desperdicio utilizada en la preparación, en la limpieza o en la pintura.

563.05 PROTECCION DEL TRABAJO. Se debe proteger las superficies adyacentes que no van a ser pintadas utilizando lienzos, pantallas, tela u otros medios aprobados. Se debe evitar que las superficies recién pintadas se contaminen con polvo, aceite, grasa u otro material dañino.

563.06 PREPARACION DE LA SUPERFICIE. Se debe notificar al Delegado Residente, por escrito, por lo menos 7 días antes la fecha de inicio de las operaciones. Inmediatamente antes de pintar, se debe preparar la superficie de acuerdo con lo siguiente:

(a) Se debe limpiar la superficie hasta el nivel de limpieza especificado.

(b) Se debe remover de la superficie la basura, el polvo y los demás contaminantes utilizando los métodos recomendados por el fabricante de la pintura.

(c) Se debe secar completamente la superficie.

(d) Se debe asegurar que la temperatura de la superficie esté entre 10° C y 40°C.

(e) Se debe determinar que la temperatura de la superficie esté 3°C o más arriba del punto de condensación de acuerdo con ASTM E 337.

(f) Se debe determinar que la humedad sea menor del 85 por ciento, a menos que se especifique de otra manera en la hoja de datos suministrada por el fabricante.

Se podrán tomar medidas adecuadas tales como colocar cubiertas o utilizar deshumidificadores para proveer las condiciones requeridas anteriormente.

563.07 APLICACIÓN DE LA PINTURA. Se podrán utilizar métodos manuales seguros que estén de acuerdo con las instrucciones y con la hoja de datos de seguridad presentados por el Contratista. Se debe mezclar y aplicar la pintura de acuerdo con las instrucciones del producto. Se debe mezclar la pintura utilizando mezcladores mecánicos por un período de tiempo suficiente para mezclar completamente el pigmento y el vehículo. Se debe continuar mezclando durante la aplicación. No se deberá diluir la pintura que esté formulada para ser aplicada sin diluir.

Se deberá pintar de una manera profesional y limpia sin producir exceso de grumos de pintura, escurrimientos, omisiones o áreas ralas en la película de pintura. Se debe medir el espesor de la capa de pintura húmeda durante la aplicación y ajustar la razón de aplicación a manera que, después de secado, se obtenga el espesor de pintura deseado. Se debe aplicar la pintura con brochas, soplete, rodillo o cualquier combinación de éstos según las instrucciones del fabricante.

Se pueden utilizar brochas que tengan suficientes hebras y una longitud tal que la pintura se distribuya en una capa uniforme. Se pueden utilizar brochas redondas de forma ovalada o brochas planas con un ancho no mayor de 120 milímetros. Se debe distribuir equitativamente y completamente la pintura mientras es aplicada.

Se puede utilizar equipo de soplete convencional o con sifones, filtros o separadores adecuados para excluir el aceite y el agua del aire comprimido. Se debe utilizar aire comprimido que no deje manchas negras o húmedas cuando se le haga el ensayo de acuerdo con lo indicado en ASTM D 4285. Se debe utilizar los tamaños y las presiones de las boquillas de la pistola del soplete recomendados por el fabricante.

Se deberá utilizar rodillo únicamente sobre superficies planas uniformes. No se deberán utilizar rodillos que dejen una textura picada en la capa de pintura.

Se pueden utilizar cepillos, brochas u otros métodos aceptables para pintar las superficies que son inaccesibles para ser pintadas por los métodos regulares.

Se debe dejar secar cada capa de pintura de acuerdo con las recomendaciones del fabricante. Se deberán corregir todas las áreas ralas, las omitidas, los escurrimientos y otras deficiencias antes de aplicar la siguiente capa de pintura. Debe existir un contraste entre la pintura existente y la nueva aplicación. El Delegado Residente deberá aprobar el color de la última capa de pintura antes de que ésta sea aplicada.

Se debe revestir las superficies que quedarán inaccesibles después de la instalación, con el número total de capas requeridas, antes de iniciar la instalación. Después de finalizar la instalación se debe limpiar completamente todas las áreas en las cuales se haya dañado o deteriorado el revestimiento y se debe revestir estas áreas con las capas especificadas para alcanzar el espesor requerido antes de aplicar la capa final.

563.08 HIERRO Y ACERO ESTRUCTURALES.

(a) Sistemas de pintura. Para todas las superficies nuevas o superficies con toda la pintura existente removida, se debe utilizar uno de los sistemas de pintura indicados en la siguiente tabla.

TABLA 563-1 Sistemas de Revestimiento sobre Superficies de Hierro y de Acero Estructurales nuevas o con toda la pintura existente removida

CAPA	Sistema de pintura ⁽¹⁾				
	1	2	3	4	5
	Ambientes Muy Agresivos con Sales	Ambientes Agresivos con Sales	Ambientes Menos Agresivos con Sales	Ambientes Agresivos sin Sales	Ambientes Menos Agresivos sin Sales
Base o de Imprimación	Zinc inorgánico Tipo II 75-100µm seco	Zinc-Epóxico Rico 75-100µm seco	Uretano de curado húmedo 50-75µm seco	Látex acrílico 50-75µm seco	Alquido de bajo compuesto orgánico 50-75µm seco
Intermedia	Epóxico 75-100µm seco	Epóxico 75-100µm seco	Uretano de curado-húmedo 50-75µm seco	Látex acrílico 50-75µm seco	Alquido de bajo compuesto orgánico 50-75µm seco
Final o de Revestimiento Final	Uretano Alipático 50-75µm seco	Uretano Alipático 50-75µm seco	Uretano de curado-húmedo ó Uretano Alipático 50-75µm seco	Látex acrílico 50-75µm seco	Alquido de bajo compuesto orgánico 50-75µm seco
Espesor Total	200-275 µm seco	200-275 µm seco	150-225 µm seco	150-225 µm seco	150-225 µm seco

⁽¹⁾ El sistema 1, 2 o 3 es para la protección contra la corrosión del hierro y del acero en ambientes atmosféricos agresivamente corrosivos tales como marinos, industriales, con alta humedad o para estructuras expuestas a sales descongelantes. El sistema 4 o 5 es para uso en aquellos ambientes libres de altas concentraciones de sales o contaminantes que producen ambientes agresivamente corrosivos.

Para repintar aquellas superficies con una pintura existente sana, se podrá utilizar uno de los sistemas indicados en la siguiente tabla o un sistema aprobado compatible para ser usado en estructuras de acero existentes.

TABLA 563-2 Sistemas de Revestimiento sobre Superficies de Hierro y Acero Estructurales con pintura existente sana

CAPA	Sistema de Pintura ⁽¹⁾		
	6	7	8
	Ambientes agresivos con sales	Ambientes agresivos sin sales	Ambientes menos agresivos sin sales
Imprimador	Uretano Curado-húmedo 50-75µm seco	Alquido de bajo compuesto orgánico 50-75µm seco	Sello epóxico de baja viscosidad 25-50 µm seco
Intermedia	Uretano Curado-húmedo 50-75µm seco	Alquido de bajo compuesto orgánico 50-75µm seco	Epóxico 75-100 µm seco
Superior	Uretano Curado-húmedo ó Uretano Alipático 50-75µm seco	Alquido-silicón de bajo compuesto orgánico 50-75µm seco	Uretano Alipático 50-75 µm seco
Espesor Total	150-225 µm seco	150-225 µm seco	150-225 µm seco

⁽¹⁾ El sistema 6 es para la protección contra la corrosión del hierro y del acero en ambientes atmosféricos agresivamente corrosivos tales como marinos, industriales, con alta humedad o estructuras expuestas a sales descongelantes. El sistema 7 o 8 es para uso en aquellos ambientes libres de altas concentraciones de sales o contaminantes que producen ambientes agresivamente corrosivos.

Por lo menos 14 días antes de ordenar la pintura, se debe verificar la compatibilidad del sistema propuesto con el sistema existente como sigue:

(1) Se debe seleccionar un área de por lo menos 3 metros cuadrados, con condiciones representativas a las de toda la estructura, para efectuar una prueba, y preparar la superficie según lo especificado y aplicar el sistema propuesto sobre la capa y sobre el imprimador existentes. Luego se debe observar si ocurren desprendimientos, afloramiento, burbujas, arrugas, grietas, escamas u otra evidencia de incompatibilidad.

(2) Se debe verificar que no existan indicios de incompatibilidad por lo menos 14 días después de la aplicación de cada producto, ejecutando ensayos de adhesión de acuerdo con la norma ASTM D 3359, método A. Si los ensayos de adhesión fallan en la interfase del sistema existente y del substrato o entre la capa final existente y la base, se le deberá notificar inmediatamente al Delegado Residente. Una falla de adhesión indica incompatibilidad. Se deberá seleccionar otro sistema de pintura más compatible.

(b) Preparación de la superficie. No se deberá remover la pintura que esté en buen estado a menos que su remoción se especifique en el contrato.

(1) Superficies nuevas o superficies con toda la pintura existente removida. Se debe remover toda la basura, escamas resultantes del laminado, óxido, pintura y otros materiales extraños de las superficies expuestas limpiándolas con chorro de arena hasta dejar un metal casi blanco de acuerdo con la norma SSPC-SP 10 (Steel Structures Painting Council-SSPC).

Se debe utilizar aire comprimido libre de aceites o de humedad y que no deje manchas negras o húmedas cuando se ensaye conforme la norma ASTM D 4285. No se deberá utilizar arena sin lavar o abrasivos que contengan sales, basura, aceite u otras materias extrañas. Antes de efectuar la limpieza en áreas cercanas a maquinaria, soportes selladores, muñones, motores y partes en movimiento, se les debe proteger contra el ingreso de polvos abrasivos.

Para el chorro de arena se debe utilizar arena mineral, perdigones de acero o con arena de acero limpias. Se debe utilizar una graduación adecuada para producir un patrón de anclaje uniforme y denso. El perfil de anclaje debe tener una altura de 25 a 20 micrómetros, pero no menos que aquella recomendada por el fabricante del sistema de pintura e indicado en la hoja de datos de producción. Se debe medir la altura del perfil de anclaje utilizando el método de la cinta de acuerdo con ASTM D 4417.

El mismo día que se efectúe la limpieza, se debe remover de la superficie toda la basura, el polvo y otros desechos por medio de cepillado, soplado con aire comprimido limpio y seco o aspirando y aplicando la primera capa de pintura sobre la superficie ya limpia. Si las superficies ya limpias se oxidan o se contaminan antes de aplicar la pintura, deberán ser limpiadas de nuevo.

(2) Superficies con pintura sana existente. Se deberán lavar todas las áreas a ser pintadas con agua a presión para remover el polvo, yeso, óxido suelto y los contaminantes tales como cloruros. Se debe mantener una presión de agua de por lo menos 3.5 mega Pascales y recolectar el agua resultante del lavado y remover el desperdicio de acuerdo con las regulaciones aplicables.

El Contratista deberá realizar la limpieza para remover el polvo, las escamas sueltas, el óxido suelto o la pintura que no esté firmemente adherida a la superficie de acuerdo con los siguientes códigos del SSPC (Steel Structures Painting Council): SSPC-SP 2 Limpieza Manual utilizando Herramientas, SSPC-SP 3 Limpieza utilizando Herramientas Motorizadas ó con SSPC-SP 6 Limpieza Comercial con Chorro de Arena. Se deben limpiar las áreas pequeñas que muestren puntos de corrosión, daños causados por las piedras lanzadas por el tráfico o rayones

menores. Se debe limpiar hasta una extensión de por lo menos 50 milímetros más allá de las áreas dañadas. Luego se deben lijar las orillas de la pintura vieja para obtener una superficie lisa.

El mismo día que se efectúe la limpieza con herramientas, ya sea a mano o motorizadas, se deberá remover el polvo, las basuras y otros contaminantes de la superficie utilizando solventes específicos para limpieza de acuerdo con SSPC-SP 1 y pintar todas las áreas desnudas del acero con la capa base de pintura. Si las superficies ya limpias se oxidan o se contaminan antes de pintarlas, se debe repetir la limpieza con solventes. Se debe reparar todos los daños hechos a la pintura sana aplicando el sistema de pintura completo.

(c) Aplicación de las pinturas. Se debe aplicar cada capa con el espesor húmedo recomendado por el fabricante de la pintura para obtener el espesor seco especificado. Se tiene que verificar la razón de aplicación de cada capa con un calibrador para determinar el espesor de la pintura húmeda inmediatamente después de aplicarla sobre la superficie, y confirmar la razón de aplicación midiendo el espesor seco de la capa después de que el solvente se haya evaporado de la superficie.

563.09 PINTURA SOBRE SUPERFICIES GALVANIZADAS. Se debe remover todo el aceite, grasa u otros contaminantes existentes en la superficie, lavándola con un solvente de esencia mineral de acuerdo con SSPC-SP 1.

Se debe aplicar el sistema de capas indicado en la Tabla 563-3 para otros tipos de metales.

563.10 PINTURA SOBRE SUPERFICIES DE MADERA. Se debe secar la madera hasta alcanzar un contenido de humedad de 20 por ciento o menos. En la madera previamente pintada, se debe remover toda la pintura rajada o pelada, la pintura yesosa suelta, el polvo y otros materiales extraños, utilizando un cepillo de alambre, raspando o utilizando otros métodos aprobados. En la madera tratada con un preservante basado en creosota o de aceite de pentaclorofenol, se deberá lavar y cepillar para eliminar los cristales de sal visibles existentes en la superficie de la madera y dejar que se seque, y remover todo el polvo u otro material extraño de la superficie a ser pintada.

Se debe aplicar el sistema de capas indicado en la Tabla 563-3. La base o imprimador podrá ser aplicada antes de la instalación. Después de que se seque la base y de que la madera esté en su posición, se deben rellenar todas las grietas, rajaduras, agujeros de clavos u otras depresiones a nivel con la superficie utilizando una masilla. Se debe distribuir la pintura de manera uniforme y en todas las esquinas y depresiones, y dejar que el espesor completo de la capa de pintura aplicada se seque antes de aplicar la capa siguiente.

563.11 PINTURA SOBRE SUPERFICIES DE CONCRETO. Se debe remover de la superficie de concreto toda la lechada, polvo, materiales extraños, compuestos utilizados para el curado, aceite de las formaletas, grasa y otros materiales deletéreos. También se debe remover el aceite de las formaletas, la grasa y los compuestos de curado lavando con una solución al 5 por ciento de fosfato tri-sodio y enjuagando con agua limpia. Se debe dejar que la superficie se seque completamente.

Se debe barrer raspando ligeramente la superficie ya limpia para remover el mortero resultante del lavado u otros contaminantes, removiendo todos los residuos y el polvo con la mano, con una escoba, con aire comprimido o con otros métodos aprobados.

Se debe aplicar las capas del sistema de capas indicado en la Tabla 563-3, distribuyendo la pintura de manera uniforme y en todas las esquinas y depresiones. Se debe dejar que el espesor completo de la capa de pintura aplicada se seque antes de aplicar la capa siguiente.

TABLA 563-3 Sistemas de Revestimiento para otras Estructuras

Substrato	Capas de Pintura			Total
	Capa base o Imprimador	Intermedia	Capa Final o de Recubrimiento	
Madera lisa	Imprimador para madera exterior ⁽¹⁾ 60-70 μm seco	Látex exterior o Alquido 35-50 μm seco	Látex exterior o Alquido 35-50 μm seco	130-170 μm seco
Madera rugosa	Látex exterior o Alquido ⁽¹⁾ 35-50 μm seco	Látex exterior o Alquido 35-50 μm seco	Látex exterior o Alquido 35-50 μm seco	105-150 μm seco
Concreto	Capa única de Epóxico 80-100 μm seco. Para un acabado brillante, finalizar con Poliuretano-Alipático (50 μm seco).			80-150 μm seco
Block de mampostería	Sellador para block de mampostería 50-60 μm seco	Látex exterior o Alquido 35-50 μm seco	Látex exterior o Alquido 35-50 μm seco	120-160 μm seco
Aluminio	Imprimador metálico 30-40 μm seco	Látex exterior o Alquido 35-50 μm seco	Látex exterior o Alquido 35-50 μm seco	100-140 μm seco
Otros tipos de metales	Imprimador metálico ⁽²⁾ 35-45 μm seco	Látex exterior o Alquido 35-50 μm seco	Látex exterior o Alquido 35-50 μm seco	105-145 μm seco

⁽¹⁾ Para madera no tratada, se debe diluir el imprimador utilizando hasta 0.1 litros de aguarrás y 0.1 litros de aceite de linaza por litro de pintura.

⁽²⁾ Para superficies galvanizadas, se debe utilizar un imprimador epóxico (con un espesor seco de 35-45 micrómetros) o un lavado con imprimador de vinilo (con un espesor seco de 7-13 micrómetros).

563.12 MEDIDA. La medida se debe hacer por el número de metros cuadrados o por suma global, con aproximación de dos decimales, de Pintura, aplicada satisfactoriamente de acuerdo con estas Especificaciones Generales y con las Disposiciones Especiales. Cuando la medida se haga por metro cuadrado, se debe medir el área superficial visible pintada.

563.13 PAGO. El pago se debe hacer por el número de metros cuadrados o por suma global, medidos como se indica anteriormente, al precio unitario de contrato correspondiente a Pintura, cuyo precio incluye el trabajo estipulado en esta Sección, de conformidad con lo indicado en 110.02.

SECCION 564 TABLESTACADO

- 564.01 Definición.
- 564.02 Descripción.
- 564.03 Tablestacado de Madera.
- 564.04 Tablestacado de Concreto Reforzado.
- 564.05 Tablestacado de Concreto Pre-Esforzado.
- 564.06 Tablestacado de Metal.
- 564.07 Transporte, Manejo y Almacenamiento.
- 564.08 Hincamiento.
- 564.09 Recortes.
- 564.10 Medida.
- 564.11 Pago.

564.01 DEFINICION. Tablestacado. Es la estructura formada por piezas de madera, concreto reforzado prefundido, concreto pre-esforzado o de metal, unidas entre sí e hincadas en el suelo, que sirven para delimitar zonas de construcción en las que se efectúen trabajos de cimentación o de otra índole; para contener empujes de tierra o como defensa contra corrientes de agua u oleaje.

564.02 DESCRIPCION. Este trabajo consiste en el transporte, suministro o fabricación, manejo, almacenamiento e hincado de tablestacas. El tablestacado debe ser de los tipos y pesos o secciones y longitudes requeridos en los planos.

Se debe poner especial atención al hincamiento correcto en la primera tablestaca de cada serie. Todas las piezas del tablestacado deben estar bien encajadas para lograr la mayor impermeabilidad posible. El Contratista debe suministrar y erigir cualquier arriostamiento, macizos de anclaje, tirantes o largueros y otros miembros o partes que se muestren en los planos o se indiquen en las Disposiciones Especiales. El tablestacado no aceptado, debe ser retirado o cortado a la altura conveniente, de tal manera que no dificulte la prosecución del trabajo.

MATERIALES

564.03 TABLESTACADO DE MADERA. La madera puede ser de cualesquiera de las especies recomendadas para esta clase de miembros estructurales, siempre que soporte el hincamiento satisfactoriamente. Debe cumplir con los requisitos recomendados en la Sección 562.

564.04 TABLESTACADO DE CONCRETO REFORZADO. Todo el concreto debe ser clase 21 (3,000), a no ser que se especifique de otra manera en los planos. Los materiales del concreto y su preparación deben estar de acuerdo con la Sección 551; y su fabricación de acuerdo con la Sección 553. El acero de refuerzo, debe llenar los requisitos de la Sección 552.

564.05 TABLESTACADO DE CONCRETO PRE-ESFORZADO. Todo el concreto debe ser clase 35 (5,000) a no ser que se especifique de otra manera en los planos. Los materiales, su preparación y fabricación deben estar de acuerdo con la Sección 554.

Para su hincado, acabado y todas las demás operaciones similares, también debe cumplir con las recomendaciones indicadas para el tablestacado de concreto reforzado.

564.06 TABLESTACADO DE METAL. El metal debe cumplir con los requisitos de la Sección 559. El tablestacado de metal, excepto que se especifique de otra manera en los planos y/o Disposiciones Especiales, debe llenar los requisitos de la norma AASHTO M 202 (ASTM A 328).

REQUISITOS DE CONSTRUCCION

564.07 TRANSPORTE, MANEJO Y ALMACENAMIENTO. El Contratista debe transportar y manipular el tablestacado con el mayor cuidado posible, para evitar cualquier deformación, ranuras, quebraduras y astilladuras.

También se debe almacenar debidamente, separando las piezas por medio de trozos de madera para evitar deterioros, por estar en contacto directo entre sí las diferentes piezas del tablestacado.

564.08 HINCAMIENTO. Todo el equipo y métodos de hincamiento deben ser los técnicos y comúnmente recomendados para esta clase de trabajo.

El tablestacado se debe hincar por medio de chorros de agua, por martinete o una combinación de chorros de agua y martinete. El martinete, si se necesita, puede ser de gravedad o de cualquier tipo de acción que se use normalmente en hincamiento de pilotes, de acuerdo con la sección 557. Si se hinca con martinete, las cabezas de las tablestacas deben protegerse por medio de protectores.

En los casos en que se necesitan chorros de agua, se requiere un mínimo de dos. El volumen y presión de agua en las boquillas debe ser tal, que erosione libremente el material adyacente a la tablestaca. En general, las tablestacas se deben hincar a la elevación indicada en los planos o más allá, hasta alcanzar el rechazo.

En donde el tablestacado se coloque, para protección de trabajos de excavación, y que por la naturaleza de los materiales del subsuelo no se pueda obtener una penetración adecuada por los métodos descritos anteriormente, la penetración necesaria se debe obtener abriendo una zanja en la línea del tablestacado e instalando las tablestacas dentro de ella. Este zanjeado, al ser requerido se debe incluir en el trabajo de este renglón. En este caso, si no hay pago para este renglón de trabajo en el contrato, queda a opción del Contratista, dejar en el lugar o retirar el tablestacado.

Cuando después de hincada la tablestaca de concreto, ésta haya sufrido desportilladuras, las ranuras resultantes se limpiarán de arena, lodo o sedimentos y deben ser calafateadas por medio de mortero. El mortero se compondrá, de una parte de cemento por dos de arena limpia. En las tablestacas adyacentes que no sean hincadas con sus aristas en contacto, deben rellenarse los espacios entre ellas con estopa, yute, cañamazo u otra fibra apropiada antes de la lechada.

564.09 RECORTES. El tablestacado debe cortarse de los tamaños y a las alturas indicadas en los planos. Cuando se haya terminado el trabajo de tablestacado, todos los excedentes y los recortes de las tablestacas deben ser removidos del lugar de la obra, por el Contratista.

Después de recortar los excedentes del tablestacado de madera, las partes superiores deben tratarse profusamente con aceite de creosota caliente y después con alquitrán.

564.10 MEDIDA. La medida se debe hacer del número de metros cuadrados con aproximación de dos decimales del tablestacado de madera, concreto reforzado prefundido, concreto pre-esforzado o de metal, de los tipos, peso o secciones y largos pedidos, que hayan sido suministrados o fabricados e hincados satisfactoriamente, de acuerdo con estas Especificaciones Generales.

No se debe hacer medida alguna de largueros, arriostramientos, macizos de anclaje, tirantes u otros miembros o partes, que el Contratista debe suministrar, y que sean necesarios para ejecutar el trabajo.

564.11 PAGO. El pago se debe hacer por el número de metros cuadrados medidos como se indica anteriormente, al precio unitario de contrato, correspondiente a Tablestacado de Madera, Concreto Reforzado Prefundido, Concreto Pre-Esforzado o de Metal, cuyo precio incluye el trabajo estipulado en esta Sección, de conformidad con lo indicado en 110.02.

No se debe pagar ningún larguero, arriostramiento, macizo de anclaje, tirantes y otros miembros o partes que el Contratista debe suministrar y que sean necesarios para ejecutar el trabajo.

RESUMEN DE NORMAS

Ensayos

Materiales

Tablestacado de acero

AASHTO M 202
(ASTM A 328)

SECCION 565 ESTRUCTURAS DE MAMPOSTERIA DE PIEDRA

- 565.01 Definición.
- 565.02 Descripción.
- 565.03 Piedra.
- 565.04 Mortero.
- 565.05 Preparación y Colocación de la Piedra.
- 565.06 Elaboración y Colocación del Mortero.
- 565.07 Medida.
- 565.08 Pago.

565.01 DEFINICION. Estructuras de Mampostería de Piedra. Son las estructuras formadas por piedras labradas o no labradas unidas con mortero, que se utilizan para construir: cajas y cabezales de alcantarillas, muros de protección y retención, pilas y estribos de puentes.

565.02 DESCRIPCION. Este trabajo consiste en el transporte, suministro, elaboración, manejo, almacenamiento y colocación de los materiales de construcción. También se incluye en este trabajo, todas las operaciones necesarias para la correcta construcción de: cajas, cabezales, muros, pilas y estribos, de acuerdo con los planos.

Las cotas de cimentación, las dimensiones, tipos y formas de las estructuras de mampostería de piedra, deben ser las indicadas en los planos. El tipo y forma de cajas y cabezales a colocar en cada caso, debe ser determinado en el campo por el Delegado Residente.

MATERIALES

565.03 PIEDRA. La piedra puede ser canto rodado o material de cantera labrado o no labrado. La piedra debe ser dura, sana, libre de grietas u otros defectos que tiendan a reducir su resistencia a la intemperie. Las superficies de las piedras deben estar exentas de tierra, arcilla o cualquier materia extraña, que pueda obstaculizar la perfecta adherencia del mortero. Las piedras pueden ser de forma cualquiera y sus dimensiones pueden variar la menor de 100 a 200 mm y la mayor de 200 a 300 mm. Las piedras deben ser de materiales que tengan un peso mínimo de 1,390 Kg/m³.

565.04 MORTERO. El mortero debe estar formado por una parte de cemento hidráulico y por tres partes de agregado fino, proporción en peso.

El cemento hidráulico debe estar de acuerdo con lo indicado en la Sección 551.

El agregado fino debe cumplir con los requisitos de la norma AASHTO M 45 (ASTM C 144), debiendo ser su graduación la siguiente:

Tamaño Tamiz	Porcentaje que pasa el tamiz	
	Arena natural	Arena de trituración
4.75 mm (N° 4)	100	100
2.36 mm (N° 8)	95-100	95 a 100
0.150 mm (N° 100)	2-15	10-25
0.075 mm (N° 200)	-	0-10

REQUISITOS DE CONSTRUCCION

565.05 PREPARACION Y COLOCACION DE LA PIEDRA. Las superficies de las piedras se deben humedecer antes de colocarlas, para quitar la tierra, arcilla o cualquier materia extraña. Deben ser rechazadas las piedras cuyos defectos no se pueden remover por medio de agua y cepillo. Las piedras limpias se deben ir colocando cuidadosamente en su lugar de tal

manera de formar en lo posible hiladas regulares. Las separaciones entre piedra y piedra no deben ser menores de 15 mm ni mayores de 30 mm.

Se deben colocar las piedras de mayores dimensiones, en la base o parte inferior y una selección de ellas en las esquinas, de cualquier estructura. Incluyendo la primera hilada, las piedras se deben colocar de tal manera que las caras de mayores dimensiones queden en un plano horizontal. Los lechos de cada hilada y la nivelación de sus uniones, se deben llenar y conformar totalmente con mortero. Cuando las piedras sean de origen sedimentario, se deben colocar de manera que los planos de estratificación queden en lo posible normales a la dirección de los esfuerzos. Excepto en las superficies visibles, cada piedra debe ir completamente recubierta por el mortero.

Las piedras se deben manipular en tal forma, que no golpeen a las ya colocadas para que no alteren su posición. Se debe usar el equipo adecuado para la colocación de las piedras grandes que no puedan ser manejadas por medios manuales. No se debe permitir rodar o dar vuelta a las piedras sobre el muro, ni golpearlas o martillarlas una vez colocadas. Si una piedra se afloja después de que el mortero haya alcanzado el fraguado inicial, se debe remover la piedra y el mortero circundante y colocarla de nuevo.

565.06 ELABORACION Y COLOCACION DE MORTERO. El mortero se debe preparar en la proporción y con los materiales como se indica en 565.04, con agua limpia exenta de sales perjudiciales al cemento, y en la cantidad necesaria para formar un mortero de tal consistencia, que se pueda manejar y extender fácilmente en las superficies de las uniones. Si no se usa mezcladora para la elaboración del mortero; el cemento y agregado fino, se deben mezclar en seco, en un recipiente sin fugas, hasta que la mezcla tenga un color uniforme; después de lo cual se le agregará el agua para producir el mortero de la consistencia deseada. El mortero se debe preparar en cantidades necesarias para uso inmediato, siendo 30 minutos el máximo de tiempo para emplearlo y en ningún caso, se debe permitir el retemple del mortero. Las separaciones entre piedra y piedra que den espacios mayores de las dimensiones indicadas anteriormente, deben ser llenados con fragmentos o astillas de piedra y mortero; no se permiten porciones vacías en ninguna de las partes de las estructuras de mampostería de piedra.

Inmediatamente después de la colocación de la mampostería, todas las superficies visibles de las piedras se deben limpiar de las manchas de mortero y mantenerse limpias hasta que la obra esté terminada.

La mampostería se debe mantener húmeda durante 3 días después de haber sido terminada. No se debe aplicar ninguna carga exterior sobre o contra la mampostería de piedra terminada, por lo menos durante 14 días, después de haber terminado el trabajo. Las superficies y las uniones de las piedras de las estructuras de mampostería de piedra, no se deben repellar si los planos no indican lo contrario.

565.07 MEDIDA. La medida se debe hacer del número de metros cúbicos, con aproximación de dos decimales, de Mampostería de Piedra, satisfactoriamente construida de acuerdo con estas Especificaciones Generales.

565.08 PAGO. El pago se debe hacer por el número de metros cúbicos, medidos como se indica anteriormente, al precio unitario de contrato, correspondiente a Mampostería de Piedra, cuyo precio incluye el trabajo estipulado en esta Sección, de conformidad con lo indicado en 110.02.

RESUMEN DE NORMAS

Ensayos

Materiales

Agregado fino

AASHTO M 45 (ASTM C 144)

SECCION 566 ESTRUCTURAS DE MAMPOSTERIA DE LADRILLO O BLOQUE

- 566.01 Definición.
- 566.02 Descripción.
- 566.03 Ladrillo o Bloque de Concreto.
- 566.04 Ladrillo o Bloque de Barro.
- 566.05 Mortero.
- 566.06 Ladrillo o Bloque de Concreto.
- 566.07 Ladrillo o Bloque de Barro.
- 566.08 Colocación de los Ladrillos o Bloques.
- 566.09 Elaboración y Colocación del Mortero.
- 566.10 Medida.
- 566.11 Pago.

566.01 DEFINICION. Estructuras de Mampostería de Ladrillo o Bloque. Son las estructuras formadas por ladrillos o bloques de cemento o ladrillos o bloques de barro cocido, unidos con mortero, que se utilizan para construir cajas y cabezales de alcantarillas, muros de protección y retención, pilas y estribos de puentes.

566.02 DESCRIPCION. Este trabajo consiste en el transporte, suministro o fabricación, elaboración, manejo, almacenamiento y colocación de los materiales de construcción. También se incluye en este trabajo, todas las operaciones necesarias para la correcta construcción de cajas, cabezales, muros, pilas y estribos, de acuerdo con los planos.

Las cotas de cimentación, las dimensiones, tipos y formas de las estructuras de mampostería de ladrillo, deben ser las indicadas en los planos. El tipo y forma de cajas y cabezales a colocar en cada caso, debe ser determinado en el campo por el Delegado Residente.

MATERIALES566.03 LADRILLO O BLOQUE DE CONCRETO.

(a) Cemento. El cemento debe ser hidráulico y llenar los requisitos de la Sección 551.

(b) Agregado Fino. El agregado fino debe cumplir con los requisitos de la norma AASHTO M 6; su graduación debe ser la siguiente:

Tamices AASHTO M 92	Porcentaje que pasa el tamiz
9.50 mm (3/8")	100
4.75 mm (N° 4)	95-100
1.18 mm (N° 16)	50-85
0.300 mm (N° 50)	10-30
0.150 mm (N° 100)	2-10

(c) Agregado Grueso. El agregado grueso debe cumplir con los requisitos de la norma AASHTO M 80; su graduación definida como la No. 7 de la norma AASHTO M 43:

Tamices AASHTO M 92	Porcentaje que pasa el tamiz
19.0 mm (3/4")	100
12.5 mm (1/2")	90-100
9.5 mm (3/8")	40-70
4.75 mm (N° 4)	0-15

(d) Agregado Liviano. Cuando se usen agregados livianos, éstos deben cumplir con la norma ASTM C 331, excepto lo que se refiere a congelamiento.

566.04 LADRILLO O BLOQUE DE BARRO.

(a) Barro. El barro puede ser arcilla ordinaria o arcilla esquistosa; debe tener entre sus componentes ácido silico, óxidos de calcio, hierro y magnesio. La arcilla debe tener una contracción de 5% máximo al secado y 10% máximo al cocido.

(b) Agregados. Cuando sea necesario para evitar demasiada contracción, se le debe agregar a la arcilla de 5% a 15% en peso de arena o limo, según el caso.

566.05 MORTERO. El mortero para la construcción de las estructuras de mampostería de ladrillo o bloque debe estar formado por una parte de cemento hidráulico y por tres partes de agregado fino, proporción en peso.

REQUISITOS DE CONSTRUCCION566.06 LADRILLO O BLOQUE DE CONCRETO.

(a) Forma y Dimensiones. Los ladrillos o bloques deben ser de forma prismática de 10, 15 ó 20 centímetros de alto, 20 centímetros de ancho y 40 centímetros de largo. Los ladrillos o bloques "huecos" deben tener espacios vacíos mayores del 75% del volumen total y los ladrillos o bloques "macizos" deben tener, espacios vacíos menores del 25% del volumen total.

Tolerancias en dimensiones de Ladrillos o Bloques de Concreto, Huecos o Macizos

Dimensiones	Uso del Bloque	
	Estructura de Carga	Estructura de Relleno
Alto	200 mm	100 ó 150 mm
Ancho	200 mm	200 mm
Largo	400 mm	400 mm
Tolerancia	± 4 mm	± 4 mm

(b) Manipuleo y Equipo. Los ladrillos o bloques, se pueden fabricar por medios manuales, o por medios mecánicos con equipo construido especialmente para esta clase de trabajo.

(c) Curado. Los ladrillos o bloques deben ser sometidos a alguno de los métodos de curado o combinación de ellos, descritos a continuación. En cualquier caso, el tiempo de curado debe ser el necesario para que los ladrillos o bloques alcancen la resistencia requerida.

(1) Curado a Vapor. Los ladrillos o bloques se pueden colocar en una cámara de curado, se pueden usar carpas de lona u otro tejido adecuado libre de escapes y con atmósfera húmeda, mantenida a la temperatura y por el tiempo necesario para que los ladrillos o bloques alcancen la resistencia especificada. El incremento de temperatura no debe exceder de 11°C por hora hasta llegar a un máximo de 77°C a menos que los bloques tengan más de 5 horas de haber sido fundidos, en cuyo caso se permitirá un incremento de hasta 22°C por hora. La cámara se debe construir en forma tal que permita la libre circulación de vapor alrededor de todos los ladrillos o bloques.

(2) Curado con Agua. Los ladrillos o bloques pueden ser curados por medio de rociado frecuentemente y continuo de agua, o por cubiertas saturadas de acuerdo con lo indicado en la Sección 551, u otros métodos que mantengan la humedad durante el período de curado. El tiempo mínimo de curado será de 72 horas.

(d) Pruebas. Los ladrillos o bloques se deben someter a las pruebas indicadas en las normas ASTM C 140, ASTM C 426 y ASTM C 427.

Los ladrillos o bloques huecos o macizos de concreto normal o liviano, fabricados de acuerdo con estas Especificaciones, deben cumplir con los requisitos siguientes:

Ladrillos Bloque de Concreto Huecos

Usos del Bloque	Espesor Mínimo de paredes	Resistencia a Compresión a los 28 días (Área Bruta Total)	Máxima absorción de agua en 24 horas
Estructura de carga	30 mm	50 Kgs./cm ²	30 %
Estructura de carga	25 mm	35 Kgs./cm ²	30 %
Estructura de relleno	25 mm	25 Kgs./cm ²	30 %
Estructura de relleno	20 mm	18 Kgs./cm ²	30 %

Ladrillos de Bloque de Concreto Macizos

Usos del Bloque	Espesor Mínimo de paredes	Resistencia a Compresión a los 28 días (Área Bruta Total)	Máxima absorción de agua en 24 horas
Estructura de carga	30 mm	84 Kgs./cm ²	25 %
Estructura de carga	25 mm	56 Kgs./cm ²	25 %
Estructura de relleno	25 mm	25 Kgs./cm ²	25 %

La máxima absorción no debe ser base para rechazo del bloque, pero se recomienda aceptar el bloque de menor absorción.

Contracción Lineal de Ladrillos o bloques de Concreto, Huecos o Macizos

Humedad relativa del lugar de la obra	Humedad del Bloque "h"		
Mayor de 75%	45%	40%	35%
Entre 75% y 50%	40%	35%	30%
Menor de 50%	35%	30%	25%
Contracción	"h" < 0.03%	0.03% < h < 0.045%	0.045% < h < 0.065%

566.07 LADRILLO O BLOQUE DE BARRO.

(a) Forma y Dimensiones. Los ladrillos o bloques deben ser de forma prismática de 6 centímetros de alto, 11 centímetros de espesor y 23 centímetros de largo. Los ladrillos o bloques "huecos", deben tener espacios vacíos mayores del 33% del volumen total; y los ladrillos o bloques "macizos", deben tener espacios vacíos menores del 5% del volumen total.

Tolerancia en dimensiones de Ladrillos o Bloques de Barro, Huecos o Macizos

Dimensiones	Uso del Ladrillo	
	Estructura de Carga	Estructura de Relleno
Alto	60 mm	60 mm
Ancho	110 mm	110 mm
Largo	230 mm	230 mm
Tolerancia	± 4 mm	± 4 mm

(b) Manipuleo y Equipo. Los ladrillos o bloques se pueden fabricar por medios manuales, o por medios mecánicos con equipo construido especialmente para esta clase de trabajo.

(c) Secado. El secado de los ladrillos o bloques, se puede hacer al aire libre por medio del calor de la radiación solar, o por medio de secaderos bajo techo, haciendo circular aire caliente.

(d) Cocción. La cocción se debe hacer a la temperatura de 1,000°C mínimo y 2,500°C máxima. Los hornos para cocción pueden ser intermitentes y continuos.

(e) Pruebas. Los ladrillos se deben someter a las pruebas indicadas en la norma ASTM C 67, excepto lo que se refiere a congelamiento.

Los ladrillos a bloques de barro, fabricados de acuerdo con estas Especificaciones, deben cumplir con los requisitos siguientes:

Usos del Ladrillo	Espesor mínimo de paredes	Resistencia después de la cocción – Área Bruta		Máxima absorción de agua en 24 horas	Máxima succión de agua en 30 cm
		Flexión	Compresión		
Estructura de carga	20 mm	14 Kg/cm ²	84 Kg/cm ²	25 %	25 %
Estructura de carga	20 mm	11 Kg/cm ²	56 Kg/cm ²	25 %	25 %
Estructura de relleno	15 mm	9 Kg/cm ²	42 Kg/cm ²	25 %	25 %

La máxima absorción y la máxima succión, no deben ser base para rechazo del ladrillo, pero se recomienda aceptar el ladrillo de menor absorción y succión.

Además de lo anotado anteriormente, se debe aceptar el ladrillo limpio, compacto, libre de rajaduras, reventaduras, combas, escamas o ampollas; aristas rectas, superficies a escuadra, dimensiones especificadas, color uniforme, difícil de rayar con acero, sonido metálico al golpearlo. Libre de partículas mayores de 3.5 milímetros, especialmente de carbonato de calcio.

566.08 COLOCACION DE LOS LADRILLOS O BLOQUES.

(a) Ladrillos o Bloques de Concreto. Las superficies de los ladrillos o bloques, se deben humedecer antes de colocarlos, lo cual se debe hacer cuidadosamente de tal manera que formen hiladas regulares; las separaciones entre ellos no deben ser menores de 10 mm ni mayores de 15 mm.

Excepto en las superficies visibles, cada ladrillo o bloque debe ir completamente recubierto por el mortero.

Los ladrillos o bloques se deben manipular en tal forma, que no golpeen a los ya colocados para que no alteren su posición; no se debe permitir rodarlos sobre el muro en construcción, ni golpearlos o martillarlos una vez colocados. Si un ladrillo o bloque se afloja después de que el mortero haya alcanzado el fraguado inicial, éste se debe remover así como el mortero circundante y colocarlos de nuevo.

(b) Ladrillos o Bloques de Barro. En su colocación se debe observar los mismos requerimientos indicados en 566.08 (a) para los ladrillos o bloques de concreto.

566.09 ELABORACION Y COLOCACION DEL MORTERO. El mortero se debe preparar en la proporción y con los materiales como se indica en 566.05, con agua limpia exenta de sales y en la cantidad necesaria para formar un mortero de tal consistencia, que se pueda manejar y extender fácilmente en las superficies de las uniones. Si no se usa mezcladora para la elaboración del mortero, el cemento y agregado fino, se deben mezclar en seco, en un recipiente sin fugas, hasta que la mezcla tenga un color uniforme, después de lo cual se le agregará el agua para producir el mortero de la consistencia deseada. El mortero se debe preparar en cantidades necesarias para uso inmediato, siendo 30 minutos el máximo de tiempo para emplearlo y en ningún caso se debe permitir el retemple del mortero. Las separaciones entre las hiladas que den espacios mayores de las dimensiones indicadas anteriormente, deben ser llenados con fragmentos de ladrillo o bloque, y mortero; no se deben permitir porciones vacías en ninguna de las partes de las estructuras.

Inmediatamente después de la colocación de la mampostería, todas las superficies visibles de los ladrillos o bloques se deben limpiar de las manchas de mortero y se deben mantener limpias hasta que la obra esté terminada.

No se debe aplicar ninguna carga exterior sobre o contra una estructura terminada, por lo menos durante 14 días, después de haber terminado el trabajo. Las superficies de las estructuras no se deben repellar, si los planos no indican lo contrario.

566.10 MEDIDA. La medida se debe hacer, del número de metros cúbicos, con aproximación de dos decimales, de Mampostería de Ladrillo o Bloque de todas las estructuras, construidas satisfactoriamente, de acuerdo con estas Especificaciones Generales.

566.11 PAGO. El pago se debe hacer por el número de metros cúbicos medidos como se indica anteriormente, al precio unitario de contrato, correspondiente a Mampostería de Ladrillo o Bloque, cuyo precio incluye el trabajo estipulado en esta Sección, de conformidad con lo indicado en 110.02.

RESUMEN DE NORMAS

<u>Ensayos</u>			<u>Materiales</u>
Ladrillo o Bloque de concreto	ASTM C 140	Agregado fino	AASHTO M 6
Contracción al secado	ASTM C 426	Agregado grueso	AASHTO M 80
Endurecimiento por humedad relativa	ASTM C 427		
Ladrillo o bloque barro	ASTM C 67		

SECCION 567 BARANDALES DE PUENTE

- 567.01 Definición.
- 567.02 Descripción.
- 567.03 Requisitos de los Materiales.
- 567.04 Generalidades.
- 567.05 Barandales de Concreto.
- 567.06 Barandales de Acero.
- 567.07 Barandales de Aluminio.
- 567.08 Barandales de Madera.
- 567.09 Remoción y Colocación de nuevo de la Baranda.
- 567.10 Pintura.
- 567.11 Medida.
- 567.12 Pago.

567.01 DEFINICION. Barandales de puente. Son la parte de la estructura que tiene por objeto servir de protección a los peatones y vehículos que transitan sobre el puente.

567.02 DESCRIPCION. Este trabajo consiste en el suministro e instalación de los barandales del puente.

MATERIALES

567.03 REQUISITOS DE LOS MATERIALES.

- (a) Concreto. Debe cumplir con lo establecido en la Sección 551.
- (b) Acero de refuerzo. Debe cumplir con lo establecido en la Sección 552.
- (c) Acero estructural. Debe cumplir con lo establecido en la Sección 559.
- (d) Madera. Debe cumplir con lo establecido en la Sección 562.
- (e) Pintura. Debe cumplir con lo establecido en la Sección 563.
- (f) Barandal de viguetas con sección de caja. El Contratista debe suministrar viguetas de acero y con sección de caja para el barandal, que cumplan con la "Guía de Estandarización de Ferretería para Barreras en Carreteras" de la AASHTO-ACG-ARTBA, edición 1995.
- (g) Alambre de aluminio para soldadura. Debe cumplir con los requisitos de la Tabla 567-1.

Tabla 567-1 Alambre de aluminio para soldadura

Series de la Aleación	Especificación	Alambre
3xxx y 6xxx	AWS 5.10	ER 4043
3xxx, 5xxx y 6xxx		ER 5356
5xxx y 6xxx		ER 5567 o ER 5183

- (h) Aleación de aluminio para los barandales de los puentes. Debe cumplir con los requisitos aplicables establecidos en la Tabla 567-2.

Tabla 567-2 Aleaciones de Aluminio para Sistemas de Barandales de Puentes

Componente de la Baranda	Designación ASTM y de la Asociación de Aleaciones de Aluminio								
	Láminas y Planchas	Tubos estirados sin forma	Barras, rodillos y Alambre	Barras, rodillos, formas y tubos troquelados	Tubería	Formas estructurales estándares	Alambres y rodillos remachados en frío	Fundiciones en arena	Fundiciones en moldes permanentes
Especificación ASTM	B 209	B 210	B 211	B 221	B 241	B 308	B 316	B 26	B 108
Postes y Bases para postes, Estructural; Forjado Fundido				6061-T6	6061-T6 6063-T6	6061-T6			A444.0-T4
Postes, ornamentales Forjado Fundido				6063-T6	6063-T6			356.0-T6 356.0-T6	A356.0-T6 A356.0-T6
Barandales y Mangas Estructural; Forjado		6061-T6 6063-T6		6061-T6 6063-T6 6351-T5	6061-T6 6063-T6	6061-T6			
Pernos y tornillos, y Misceláneos ⁽²⁾⁽³⁾ Aluminio; Forjado Acero Inoxidable Acero Galvanizado Acero Aluminado			2024-T4 ⁽⁴⁾ 6061-T6 ⁽⁵⁾						
Tuercas, ⁽⁶⁾ Forjado 6 mm y menos ⁽³⁾ 5 mm y más			2024-T4 6061-T6 6262-T9	6061-T6 ⁽⁷⁾					
Roldanas, planas: ⁽⁶⁾ Forjadas	Alclad 2024-T4 Alclad 2024-T3 ⁽⁸⁾								
Roldanas de resorte: ⁽⁶⁾ Forjadas			7075-T6						
Remaches: Forjado				6061-T6			6061-T6 ^{(1) (9)} 6061-T4 ^{(1) (10)}		
Planchitas de relleno: Forjadas Fundidas	1100-0			6063-F ⁽¹⁾				443.0-F	
Relleno para soldadura: Forjado						5356			
Casquete extremo: Forjado Fundido	6061-T6			6061-T6				356.0-T6 ⁽¹⁾ 356.0-F 443.0-F	

Notas: General: El temple "F" aplica a los productos que adquieren algún temple en los procesos de fabricación.

(1) Composición química únicamente.

(2) Se deben usar tuercas y roldanas de acero inoxidable o revestido compatibles. No se deben usar pernos de anclaje de aluminio.

(3) La aleación 2024-T4 debe ser revestida con un revestimiento anódico con un espesor mínimo de 5 micrómetros con un sello de agua hirviendo o dicromada.

(4) Usar aleaciones 2024-T4 para los pernos que soporten esfuerzos y para los pernos menores.

(5) Como alternativa del uso de la aleación 2024-T4 para los pernos menores, se podrá usar aleación 6061-T6.

(6) Se deben utilizar con pernos y tornillos de aluminio. No se deben usar pernos de anclaje, tuercas y roldanas de aluminio.

(7) La especificación B 211 es una alternativa aceptable.

(8) Se debe usar un temple T3 para espesores menores de 6 milímetros y usar un temple T4 para espesores de 6 milímetros o mayores.

(9) Se debe usar en remaches hincados en frío.

(10) Se debe usar en remaches hincados de 530 a 565 °C.

REQUISITOS DE CONSTRUCCION

567.04 GENERALIDADES. Los pernos de anclaje deben ser colocados con exactitud para proveer la alineación verdadera y correcta del barandal. Los pernos de anclaje deben colocarse de manera que no se proyecten más de 10 milímetros más allá de la tuerca cuando sean apretados. Todas las orillas afiladas expuestas deben ser redondeadas o biseladas por medio de pulverizado o limado.

No se debe instalar el barandal hasta que se remueva la obra falsa o la formaleta instalada para soportar el tramo. El barandal debe presentar una apariencia lisa y uniforme cuando esté en su posición final, independiente de cualquier irregularidad en el bordillo, la banqueta o el muro que soporta el barandal. Todos los postes deben ser colocados en posición vertical.

567.05 BARANDAL DE CONCRETO. Debe ser construido de acuerdo con lo indicado en la Sección 551.

567.06 BARANDAL DE ACERO. Debe ser construido de acuerdo con lo indicado en la Sección 559.

Si se requiere, se debe galvanizar de acuerdo con lo indicado en AASHTO M 111 y se deben suministrar pernos, tuercas y roldanas galvanizadas de acuerdo con lo establecido en AASHTO M 232. Las abrasiones menores deben ser reparadas con pintura rica en zinc.

Para acero expuesto a la intemperie, se deben usar planchas conectoras, ferretería, pernos de anclaje para los postes del barandal, tuercas y roldanas con la misma resistencia a la corrosión atmosférica y características contra los efectos de la intemperie suministrados para los postes y el barandal. Se deben usar métodos manuales para limpiar los barandales de acero ya instalados dejándolos libres de aceite, tierra, grasa, lechada y otras substancias extrañas. Se debe usar metal para soldadura con una resistencia a la corrosión atmosférica similar y con características de la pintura iguales a la de la base metálica. Las soldaduras deben ser limpiadas con un cepillado mecánico o con limpieza a chorro para remover el flujo, las escorias y las salpicaduras.

A menos que se requiera un recubrimiento, todo el acero expuesto a la intemperie debe ser limpiado y se deben remover todas las escamas y otras substancias extrañas de manera que la superficie del acero esté uniformemente expuesta a la intemperie.

567.07 BARANDAL DE ALUMINIO. Debe ser construido de acuerdo con lo indicado en la Sección 559, pero con las siguientes modificaciones:

(a) Corte. El material con un espesor igual o menor de 13 milímetros puede ser cortado con tijera, sierra o fresado. El material con un espesor mayor de 13 milímetros debe ser aserrado o fresado. No se debe cortar con llama. Los bordes de los cortes deben ser uniformes, lisos y libres de rebabas o roturas rasgadas excesivas. Los cortes entrantes deben ser redondeados por medio de perforación efectuado antes de cortar.

(b) Doblado. Para facilitar el doblado, el material podrá ser calentado a una temperatura máxima de 200 °C por un período que no exceda de 30 minutos.

(c) Agujeros para los pernos y remaches. Los agujeros para los remaches y los pernos deben ser perforados a su tamaño final o punzonados con un tamaño menor que el diámetro nominal del perno o remache y luego escariados a su tamaño final. Se debe punzonar a un diámetro por lo menos $\frac{1}{4}$ del espesor de la pieza más pequeño que el final. El diámetro final de los agujeros no debe ser mayor del 7 por ciento del espesor de la pieza, excepto que:

(1) Se deben fabricar agujeros ranurados para los pernos, según lo requerido.

(2) Los agujeros para pernos de anclaje pueden ser hasta un 25 por ciento mayores que el diámetro nominal del perno, con un máximo de 15 milímetros de exceso sobre el diámetro nominal del perno.

(d) Soldadura. La soldadura debe cumplir con lo indicado en el Código D1.2 “Código de Soldadura de Aluminio” de la AWS.

(e) Contacto con otros materiales. No se deben colocar las aleaciones de aluminio de manera que estén en contacto con cobre, aleaciones con base de cobre, plomo o níquel. Cuando las aleaciones de aluminio estén en contacto con otros metales, las superficies de contacto deben ser completamente recubiertas con un compuesto de calafateo impregnado de aluminio o se podrá colocar un empaque de neopreno entre las dos superficies.

Cuando las aleaciones de aluminio entren en contacto con concreto o piedra, las superficies de contacto deben cubrirse completamente con un compuesto de calafateo impregnado de aluminio. Cuando sea necesaria la adherencia entre el aluminio y el hormigón, se le aplicará una capa de pintura de cromato de zinc al aluminio y ésta se dejará secar antes de la colocación.

Siempre que las aleaciones de aluminio entren en contacto con madera, a la superficie de contacto de la madera se le aplicarán tres capas de pintura de acuerdo con las estipulaciones pertinentes establecidas en la Sección 563 y la superficie de contacto del aluminio se cubrirá con un compuesto de calafateo impregnado de aluminio.

567.08 BARANDAL DE MADERA. El montaje del barandal de madera debe ajustarse a los requisitos previstos en la Sección 562.

567.09 PINTURA. Cuando se requiera en el contrato, se debe pintar de acuerdo con lo establecido en la Sección 563.

567.10 MEDIDA. La medida se debe hacer del número de metros lineales o por suma global, con aproximación de dos decimales, de Barandales de Puente, colocados satisfactoriamente de acuerdo con estas Especificaciones Generales.

567.09 PAGO. El pago se debe hacer por el número de metros lineales o por la suma global, medidos como se indica anteriormente, al precio unitario de contrato correspondiente a Barandales de Puente, cuyo precio incluye el trabajo estipulado en esta Sección, de conformidad con lo indicado en 110.02.

SECCION 569 REPARACION DE GRIETAS EN ESTRUCTURAS DE CONCRETO

- 569.01 Definición.
- 569.02 Descripción.
- 569.03 Requisitos de los materiales.
- 569.04 Preparación de la grieta.
- 569.05 Procedimientos de inyección.
- 569.06 Obtención de testigos.
- 569.07 Medida.
- 569.08 Pago.

569.01 DEFINICION. La reparación de grietas en estructuras de concreto constituye la reparación de las mismas con los materiales aquí indicados.

569.02 DESCRIPCION. Este trabajo consiste en la reparación de grietas en las estructuras de concreto por medio de la inyección a presión de epóxicos.

MATERIALES569.03 REQUISITOS DE LOS MATERIALES.

(a) Adhesivos de resina epóxica. Deben cumplir con los requisitos establecidos en AASHTO M 235.

(b) Lechada con polímero. El Contratista debe suministrar un aglomerante polímero y agregado fino en las proporciones recomendadas por el fabricante del polímero con una resistencia mínima a la compresión de 25 mega Pascales en 4 horas.

REQUISITOS DE CONSTRUCCION

569.04 PREPARACION DE LA GRIETA. El Contratista debe notificar al Delegado Residente, por lo menos 14 días antes, la fecha de inicio de los trabajos de sellado de grietas. Se identificarán las áreas de trabajo y las ubicaciones de las grietas a ser reparadas serán marcadas.

Se debe remover todo la tierra, lechada y otros desechos del exterior e interior de las grietas. Se debe aplicar un material temporal para sello de superficie en los rostros de la grieta. Se debe utilizar un material para sello con una resistencia y una adhesión suficientes para confinar el material epóxico inyectado hasta que se cure.

Se deben proveer aberturas (puntos de entrada) en el sello de la superficie a lo largo de la grieta. La distancia entre los puertos de entrada debe ser de por lo menos el espesor del miembro de concreto que está siendo reparado.

Después de que la inyección adhesiva haya curado, se debe remover el sello de la superficie. El rostro de la grieta y los puertos de entrada deben tener un acabado nivelado con la superficie adyacente.

569.05 PROCEDIMIENTOS DE INYECCION. La inyección del epóxico debe iniciarse en el punto de entrada más bajo. La inyección en el primer punto debe continuar hasta que el epóxico comience a fluir fuera del siguiente punto más arriba. Se debe tapar el primer punto e inyectar epóxico en el segundo punto hasta que el epóxico fluya del siguiente punto ubicado arriba. Esta secuencia debe continuar hasta que toda la grieta esté llena. Se debe utilizar un sistema epóxico de 2 componentes. La proporción de la mezcla del epóxico debe mantenerse dentro del 5 por ciento en volumen, de la indicada por el fabricante, para cualquier presión de

descarga que no exceda de 1.4 mega Pascales. No se deben utilizar solventes para diluir el epóxico.

Se debe utilizar equipo con un tipo de desplazamiento en línea positivo para medir, mezclar e inyectar el epóxico a presiones que no excedan de 1.4 mega Pascales.

(a) Ensayo para determinar la proporción adecuada. Este ensayo debe ser ejecutado por cada unidad de inyección al inicio y al final de cada día en que se utilice la unidad. Se debe desconectar la cabeza de mezclado del equipo de inyección y se deben bombear los dos componentes del adhesivo a través de un dispositivo de verificación de la proporción con 2 boquillas con válvulas independientes capaces de controlar la razón del flujo y presión de retorno por medio de la apertura y cierre de las válvulas en el dispositivo de verificación. Se debe utilizar un calibrador de presiones capaz de percibir la presión de retorno detrás de cada válvula para ajustar la presión de descarga a 1.4 mega Pascales para los dos componentes del epóxico. Los dos componentes del epóxico deben ser descargados simultáneamente dentro de contenedores separados calibrados. Se deben comparar las cantidades descargadas para determinar la proporción de la mezcla.

Después de completar el ensayo a una presión de descarga de 1.4 mega Pascales, se deben repetir los procedimientos sin aplicar presión en la descarga.

(b) Ensayo para la verificación de presiones. Este ensayo debe ser ejecutado por cada unidad de inyección al inicio y al final de cada día en que se utilice la unidad.

Se debe desconectar la cabeza de mezclado del equipo de inyección y se deben adherir las dos líneas de suministro del componente adhesivo a un dispositivo de verificación de presiones con 2 boquillas con válvulas independientes capaces de controlar la razón del flujo y la presión por medio de la apertura y cierre de las válvulas. Se debe utilizar un calibrador de presiones capaz de percibir la presión existente detrás de cada válvula. Se deben cerrar las válvulas en el dispositivo de calibración de presiones y el equipo debe ser operado hasta que la presión calibrada en cada línea sea de 1.4 mega Pascales. Cuando se detengan las bombas, el calibrador de presiones no debe bajar de 1.3 mega Pascales antes de transcurridos 3 minutos.

(c) Registros. El Contratista debe mantener y poner a disposición del Delegado Residente, registros exactos de los ensayos de verificación de las proporciones y de los de verificación de las presiones. El Delegado Residente podrá requerir ensayos adicionales.

569.06 OBTENCIÓN DE TESTIGOS. Se debe extraer un testigo de 50 milímetros de diámetro de acuerdo con AASHTO T 24 por cada 15 metros de grieta reparada en los puntos designados por el Delegado Residente. La reparación de la grieta es aceptable si el testigo indica que el 90 por ciento o más de la grieta ha sido adherida con éxito.

Cuando el ensayo efectuado sobre el testigo muestre que la adherencia con epóxico ha penetrado menos del 90 por ciento del volumen de la grieta dentro del testigo, ese segmento de 15 metros de grieta debe ser reparado de nuevo o el segmento que represente el testigo y se deben efectuar nuevos ensayos. Este procedimiento debe ser repetido hasta que la reparación de la grieta sea aceptable.

Todos los agujeros resultantes de la extracción de los testigos deben ser rellenados con lechada con polímero y se le debe dar un acabado a la superficie de manera que coincida con el concreto adyacente.

569.07 MEDIDA. La medida se debe hacer del número de metros lineales con aproximación de dos decimales o por suma global, de Reparación de Grietas en Estructuras de Concreto, efectuados satisfactoriamente de acuerdo con estas Especificaciones Generales.

569.08 PAGO. El pago se debe hacer por el número de metros lineales o por la suma global, medidos como se indica anteriormente, al precio unitario de contrato correspondiente a Reparación de Grietas en Estructuras de Concreto, cuyo precio incluye el trabajo estipulado en esta Sección, de conformidad con lo indicado en 110.02.

SECCION 570 RECUBRIMIENTOS PROTECTORES DEL CONCRETO

- 570.01 Definición.
- 570.02 Descripción.
- 570.03 Recubrimientos Protectores.
- 570.04 Manejo y Almacenamiento de los Materiales.
- 570.05 Aplicación de los Recubrimientos Protectores.
- 570.06 Medida.
- 570.07 Pago.

570.01 DEFINICION. Recubrimientos Protectores del Concreto. Consisten en la aplicación de películas o membranas en las superficies de concreto o en la impregnación de éstas, con el fin de aislarlas de la humedad, impermeabilizarlas contra el agua y en general para protegerlas contra los agentes exteriores que puedan causar su deterioro.

570.02 DESCRIPCION. Este trabajo consiste en el suministro y colocación de recubrimientos protectores adecuados, en las superficies de concreto para aislarlas de la humedad, impermeabilizarlas o protegerlas de la acción de los agentes exteriores, de acuerdo con los planos, las Disposiciones Especiales y estas Especificaciones Generales.

MATERIALES

570.03 RECUBRIMIENTOS PROTECTORES.

Deben cumplir con las Especificaciones siguientes:

(a) Guía General para la Selección y Empleo de Recubrimientos Protectores. De acuerdo con AASHTO M 224.

(b) Recubrimientos a Base de Resina Epóxica. De clase I ó clase II de acuerdo con AASHTO M 200.

(c) Recubrimientos a Base de Aceite de Linaza Cocido. De acuerdo con AASHTO M 233.

(d) Membranas Bituminosas. Asfalto para Capas Impermeables bajo Pavimentos de Concreto Hidráulico. De acuerdo con AASHTO M 238.

(e) Recubrimientos de Membrana Compuesta de Filtros o Tejidos Saturados con Asfalto o Alquitrán para Impermeabilizar.

(1) Alquitrán de Hulla para Impermeabilizar. De acuerdo con AASHTO M 118 (ASTM D 450).

(2) Imprimador de Creosota para Uso con Alquitrán para impermeabilizar. De acuerdo con AASHTO M 121 (ASTM D 43).

(3) Filtro Impregnado con Asfalto. De acuerdo con ASTM D 226.

(4) Filtro Impregnado con Alquitrán. De acuerdo a ASTM D 227.

(5) Tejido de Algodón Impregnado con Asfalto o Alquitrán. De acuerdo a ASTM D 173.

(6) Tejido de Fibra de Vidrio Impregnada con Materiales Bituminosos. De acuerdo a ASTM D 668.

(7) Fieltro con Fibra de Vidrio Impregnada con Asfalto para Impermeabilizar. De acuerdo a ASTM D 2178.

(8) Mortero de Cemento Hidráulico Para Protección de las Membranas Asfaltadas o Alquitránadas. Debe ser de una parte de cemento hidráulico y tres de arena de río, con el agua suficiente para que dé una consistencia adecuada para su distribución. Los materiales deben llenar los requisitos de 551.04.

Se debe utilizar mortero con una resistencia mínima a la compresión a los 28 días de 14 MPa cuando se ensaye de acuerdo con AASHTO T 22 y T 23, excepto que las muestras deben ser cilindros con una relación longitud-diámetro de 2 a 1.

(9) Malla Soldada de Alambre Liso de Acero de Refuerzo. Debe ser de 0.390 mm de espesor, o calibre equivalente separado a 15 cm de acuerdo con AASHTO M 55 (ASTM A 185).

(10) Techo Preparado de Asfalto en Rollos. De acuerdo con ASTM D 224, tipo II.

(11) Tablones de Asfalto para Protección de Membranas Asfaltadas o Alquitránadas. De acuerdo con ASTM D 517. Deberán tener las siguientes dimensiones,

- a) Espesor de 32 milímetros.
- b) Ancho de 225 ± 75 milímetros. Únicamente se deben utilizar tablones de un mismo ancho para una estructura dada, excepto para los tramos de remate.
- c) Longitud de 1 a 2.5 metros. Se debe utilizar una longitud tal que permita colocar las planchas sobre la superficie a cubrir de la manera más económica.

(f) Otros Materiales. El empleo de otros tipos de recubrimientos, basado en resinas sintéticas u otros materiales puede ser permitido siempre que el Contratista presente al Delegado Residente, las especificaciones de los productos propuestos, junto con certificaciones de los ensayos de los mismos y de la garantía del fabricante por un periodo de 5 años como mínimo.

570.04 MANEJO Y ALMACENAMIENTO DE LOS MATERIALES. Todos los materiales deben ser almacenados bajo cubierta en locales frescos y ventilados. Los recipientes y empaques de los materiales deben ser marcados clara y permanentemente. En vista de que algunos recubrimientos pueden ser inflamables o explosivos deben observarse en el almacenamiento y manejo de los mismos, las normas de seguridad y precauciones recomendadas para su uso.

REQUISITOS DE CONSTRUCCION

570.05 APLICACION DE LOS RECUBRIMIENTOS PROTECTORES. Cuando se requiera el empleo de recubrimientos para aislar de la humedad, impermeabilizar contra el agua, proteger el concreto nuevo o prolongar el servicio en concreto viejo, las superficies de concreto deben cubrirse con el tipo de recubrimiento indicado en los planos o en las Disposiciones Especiales, de acuerdo con los métodos recomendados por el fabricante del producto a usar, las especificaciones AASHTO ó ASTM para los productos de que se trate y las recomendaciones señaladas a continuación:

(a) Preparación de las Superficies de Concreto. Las superficies nuevas a cubrir deben estar secas, lisas y exentas de polvo o materiales sueltos, antes de aplicar cualquier tipo

de recubrimiento. La limpieza se puede hacer removiendo polvo, suciedad, escamas de lechada y adherencias por cepillado, lavado con agua, o sopleteado con arena a presión. El sopleteado con arena a presión es recomendable para obtener una buena adhesión, en caso de que se usen recubrimientos basados en resinas epóxicas. Las superficies viejas parcialmente deterioradas, requieren la remoción de todo material suelto o dañado, por medio de picos, martillos quebrantadores u otro equipo mecánico apropiado. El polvo y partículas sueltas pueden limpiarse con agua, aire a presión o cepillado. Toda suciedad de aceite u otros materiales que puedan afectar la adherencia o integridad del recubrimiento deben ser removidos por chorro de arena a presión y lavado con ácidos, según se requiera. La reparación de baches u oquedades, puede hacerse con morteros o concreto de cemento hidráulico, o con mortero de resinas epóxicas, en el caso de que el recubrimiento sea de este tipo de resinas.

(b) Métodos de Aplicación. A fin de lograr los mejores resultados, se deben seguir las instrucciones y recomendaciones del fabricante, para el producto y tipo de recubrimiento de que se trate. La práctica común, para los diferentes recubrimientos es la siguiente:

(1) Recubrimientos de Resina Epóxica. Los materiales deben ser mezclados en las proporciones especificadas y deben usarse dentro de los límites de tiempo recomendados por el fabricante. La aplicación puede hacerse con brocha, rodillo, o equipo rociador manual o mecánico. La temperatura de la superficie del concreto debe ser no menor de 15° C y la temperatura ambiente en el momento de aplicación del compuesto epóxico debe estar entre 21 y 32° C. El equipo de aplicación debe limpiarse antes y después de cada uso, con solventes adecuados tales como tolueno o tricloroetileno.

(2) Recubrimientos de Aceite de Linaza. El aceite de linaza puede aplicarse en forma de solución preferiblemente y por medio de brocha, rodillo o soplete. Para mejores resultados el concreto debe dejarse secar por 1 mes antes de aplicar el aceite de linaza. Para mantener una protección efectiva el tratamiento debe ser repetido cada 2 ó 3 años.

(3) Recubrimientos con Alquitrán y Asfalto. Los recubrimientos para aislar de la humedad pueden ser hechos a base de una capa de imprimador de asfalto o creosota en caliente seguida de 2 capas de asfalto o alquitrán para impermeabilizar, aplicadas en forma de solución o en caliente. Debido a su poca resistencia a las radiaciones solares, efectos del clima y abrasión, estos tratamientos deben ser recubiertos con una mezcla bituminosa apropiada. Antes de aplicar una capa, la anterior o la superficie de concreto deben estar secas. No debe aplicarse asfaltos o alquitranes a temperaturas menores de 15° C o en tiempo lluvioso o húmedo.

(4) Recubrimientos con Membranas Compuestas, Alquitranadas o Asfaltadas. Los recubrimientos para impermeabilizar contra el agua, se deben hacer por medio de membranas compuestas de 2 capas de fieltro, tejido de algodón, o tejido de fibra de vidrio, impregnadas con alquitrán o asfalto alternadas entre 3 capas de alquitrán o asfalto para impermeabilizar, todo colocado sobre una capa de imprimación. Las capas de fieltro o tejido impregnado deben colocarse como "tejamanil" para que en todos los puntos haya 2 espesores. Las solapas de los bordes deben ser por lo menos de 10 centímetros y las finales por lo menos de 30 centímetros. Las capas de fieltro o tejido impregnado no deben tocarse entre sí, ni tocar una superficie que no haya sido cubierta con una capa de alquitrán o asfalto. En todos los casos esta capa debe ser suficientemente espesa para que cubra la trama del fieltro o tejido o tela impregnados totalmente. Sobre superficies horizontales, debe emplearse por lo menos 4.9 litros por metro cuadrado y sobre superficies verticales no menos de 6.1 litros por metro cuadrado de obra terminada. Si las Disposiciones Especiales así lo indican pueden protegerse las membranas alquitranadas o asfaltadas por medio de una capa de mortero de cemento hidráulico y arena, de un espesor de 50 milímetros, reforzado con malla soldada de alambre de acero de 0.390 mm de diámetro a 150 milímetros de separación, y colocada equidistante de las superficies superior e inferior del mortero. La capa protectora de mortero debe ser curada con un brin mojado en contacto con las superficies por un periodo no menor de 72 horas.

Las membranas alquitranadas o asfaltadas pueden también ser protegidas con entablado de asfalto colocado en hileras rectas y regulares, sobre una capa de asfalto o de alquitrán caliente. Los extremos de las piezas ya colocadas deben recubrirse de asfalto o alquitrán caliente antes de que se coloquen otras piezas contra ellas. Cada pieza individual debe ser apretada fuertemente contra la pieza a su lado y el trabajo concluido debe tener una superficie lisa y uniforme carente de grietas y juntas abiertas.

(c) Medidas de Seguridad. Deben adoptarse las medidas de protección para el personal que aplica los recubrimientos ya sea por medio de trajes, guantes o anteojos adecuados que pueden ser del tipo desechable, y tomarse las precauciones indicadas para manejo de productos inflamables o explosivos, según el caso.

(d) Trabajo Defectuoso. Cualquier recubrimiento protector que se encuentre con fugas antes de la aceptación final del trabajo, debe ser reparado por cuenta del Contratista.

570.06 MEDIDA. La medida se debe hacer por unidad completa o por el número de metros cuadrados con aproximación de dos decimales, de Recubrimientos Protectores del Concreto del renglón de que se trate, aplicados y aceptados satisfactoriamente, de acuerdo a los planos, las Disposiciones Especiales y estas Especificaciones Generales.

570.07 PAGO. El pago se debe hacer por suma global, o por el número de metros cuadrados medidos como se indica anteriormente, al precio unitario de contrato para el renglón de que se trate, cuyo precio incluye todo el trabajo estipulado en esta Sección, de conformidad con lo indicado en 110.02.

RESUMEN DE NORMAS

<u>Ensayos</u>		<u>Materiales</u>	
		Selección recubrimientos Protectores	AASHTO M 224
<u>RECUBRIMIENTOS DE RESINA EPÓXICA</u>			
Ensayos de resina Epóxica	AASHTO M 200	Recubrimientos de resina Epóxica	AASHTO M 200
<u>RECUBRIMIENTOS DE ACEITE DE LINAZA</u>			
Ensayos aceite linaza	AASHTO M 233	Recubrimientos aceite linaza	AASHTO M 233
<u>MEMBRANAS BITUMINOSAS</u>			
Ensayos de asfalto para capas impermeables bajo pavimentos de concreto	AASHTO M 238	Asfalto para capas impermeables bajo pavimentos de concreto	AASHTO M 238
<u>RECUBRIMIENTOS MEMBRANAS COMPUESTAS DE FIELTROS O TEJIDOS SATURADOS CON ASFALTO O ALQUITRAN PARA IMPERMEABILIZAR</u>			
Ensayos alquitrán de Hulla	AASHTO M 118 (ASTM D 450)	Alquitrán para impermeabilizar	AASHTO M 118 (ASTM D 450)
Ensayos imprimador para alquitrán	AASHTO M 121 (ASTM D 43)	Imprimador para alquitrán	AASHTO M 121 (ASTM D 43)

Ensayos fieltro impregnado con asfalto	ASTM D 226	Fieltro impregnado con asfalto	ASTM D 226
Ensayos de fieltro impregnado con alquitrán	ASTM D 227	Fieltro impregnado con alquitrán	ASTM D 227
Ensayos tejido de algodón impregnado con asfalto o alquitrán	ASTM D 173	Tejido de algodón impregnado con asfalto o alquitrán	ASTM D 173
Ensayos brin impregnado con asfalto o alquitrán	ASTM D 1327	Brin impregnado con asfalto o alquitrán	ASTM D 1327
Ensayos tejido fibra de vidrio impregnada con materiales bituminosos	ASTM D 668	Tejido fibra vidrio impregnada con materiales bituminosos	ASTM D 668
Ensayos fieltro fibra de vidrio impregnada con asfalto	ASTM D 2178	Fieltro fibra de vidrio impregnada con asfalto	ASTM D 2178
		Mortero cemento hidráulico	570.03 (e) (8) *
		Malla soldada de alambre liso acero de refuerzo	570.03 (e) (9) *
Ensayos tablonos de Asfalto	ASTM D 517	Tablonos de asfalto	ASTM D 517)

* Se refiere a estas Especificaciones Generales

DIVISION 600ESTRUCTURAS DE DRENAJESECCION 601 ALCANTARILLAS DE TUBOS DE CONCRETO REFORZADO

- 601.01 Definición.
- 601.02 Descripción.
- 601.03 Requisitos de los Materiales.
- 601.04 Fabricación de los Tubos.
- 601.05 Marcas y Acabado de los Tubos.
- 601.06 Pruebas, Aceptación y Rechazo de los Tubos.
- 601.07 Instalación.
- 601.08 Medida.
- 601.09 Pago.

601.01 DEFINICION. Alcantarillas de Tubos de Concreto Reforzado. Son los conductos que se construyen por debajo de la sub-rasante de una carretera u otras obras viales, con el objeto de evacuar las aguas superficiales y profundas.

601.02 DESCRIPCION. Este trabajo consiste en la fabricación o suministro, acarreo, almacenaje, manejo, curado y colocación de alcantarillas de tubos de concreto reforzado. Los tubos deben ser de los diámetros y clases requeridas y se deben colocar sobre un lecho de cimentación adecuadamente preparado, de acuerdo con los planos, estas Especificaciones Generales, Disposiciones Especiales, y localizadas de conformidad con lo que ordene el Delegado Residente.

MATERIALES601.03 REQUISITOS DE LOS MATERIALES.

(a) Concreto de Cemento Hidráulico. Debe ser de las clases requeridas para los tipos de tubos estipulados en el inciso (c) y se deben fabricar y suministrar de acuerdo a lo indicado en la Sección 551.

(b) Acero de Refuerzo. Debe cumplir con los requisitos de la Sección 552, para las diferentes clases de refuerzo requeridas para los tipos de tubos indicados en el inciso (c).

(c) Tubos de Concreto Reforzado. Deben de cumplir con los requisitos establecidos en AASHTO M 170M (ASTM C 76) debiendo, en las Disposiciones Especiales, indicarse qué clase de tubo debe usarse.

601.04 FABRICACION DE LOS TUBOS.

(a) Preparación del Concreto. Los materiales para el concreto deben ser dosificados y mezclados adecuadamente como se indica en la Sección 551, para producir un concreto homogéneo y de la calidad necesaria para que los tubos cumplan con los requisitos de diseño y las pruebas estipuladas en 601.06.

(b) Colocación del Refuerzo. El refuerzo debe ser colocado en la forma estipulada por AASHTO M 170M (ASTM C76) para las clases de tubos requeridos en cada caso.

(c) Curado. Los tubos deben ser sometidos a alguno de los métodos de curado descritos a continuación o a una combinación de éstos. Se podrán usar otros métodos con la

aprobación del Delegado Residente. En cualquier caso el tiempo de curado debe ser el necesario para que alcancen la resistencia requerida.

(1) Curado a Vapor. Los tubos se pueden colocar en una cámara de curado (se puede aprobar el uso de carpas de lona u otro tejido adecuado) libre de escapes y con atmósfera húmeda, mantenida a la temperatura y por el tiempo necesario para que los tubos alcancen la resistencia especificada. El incremento de temperatura no debe exceder de 11° C (20° F) por hora, hasta llegar a un máximo de 77° C (170° F), a menos que el tubo tenga más de 5 horas de haber sido fabricado, en cuyo caso se permitirá un incremento de hasta 22° C (40° F) por hora. La cámara debe construirse en forma tal que permita la libre circulación de vapor alrededor de todos los tubos.

(2) Curado con Agua. Los tubos pueden ser curados por medio de rociado frecuente y continuo de agua, o por cubiertas saturadas de acuerdo a lo indicado en la Sección 551 u otros métodos que mantengan la humedad durante el periodo de curado. El tiempo mínimo de curado debe ser de 72 horas.

(3) Curado por Compuestos Líquidos. Se puede aplicar a los tubos un compuesto líquido de curado de acuerdo a lo indicado en la Sección 551, el que se debe dejar intacto hasta que se alcance la resistencia requerida. Las superficies del tubo deben estar húmedas antes de la aplicación del compuesto.

601.05 MARCAS Y ACABADO DE LOS TUBOS.

(a) Marcas. Los tubos deben marcarse claramente así:

La clase de tubo; fecha de fabricación y marca del fabricante.

En los tubos circulares con refuerzo elíptico, se debe marcar claramente en uno de los extremos, el diámetro vertical coincidente con el diámetro menor del refuerzo elíptico. Esta marca debe ser pintada con pintura a prueba de agua o grabada.

(b) Acabado. Los tubos deben estar libres de grietas largas y profundas, desportillamientos profundos y de rugosidades superficiales. Los planos de corte en los extremos del tubo deben ser perpendiculares al eje longitudinal.

601.06 PRUEBAS, ACEPTACION Y RECHAZO DE LOS TUBOS.

(a) Equipo de Pruebas. Cada Contratista o fabricante que suministre tubos, debe dar todas las facilidades necesarias para llevar a cabo las inspecciones y las pruebas requeridas en estas Especificaciones Generales. Si la DGC fabrica los tubos, ella misma hará las pruebas requeridas en estas Especificaciones Generales.

Las pruebas se realizarán en un Laboratorio de Materiales acreditado para realizar pruebas de resistencia en los tubos. Es recomendable que cada planta cuente con el equipo necesario para realizar dichas pruebas. El Contratista será responsable de la ejecución de las pruebas y deberá permitir que el personal de la Supervisora esté presente durante la ejecución de las mismas. También se debe proveer un área suficiente de piso resistente y liso para permitir la inspección de todos los tubos, tanto interior como exteriormente, que permita rodarlos por lo menos tres revoluciones completas.

(b) Tamaños y Variaciones Permisibles. Los tubos deben conformarse a las dimensiones dadas en AASHTO M 170M.

Las variaciones de las medidas de los tubos son las siguientes: El diámetro interior no debe excederse en $\pm 1.5\%$ para tubos que tengan diámetros de 305 a 610 mm (12" a 24") y no

deben de exceder en $\pm 1\%$ ó de 9.5 mm ($\frac{3}{8}$ ") para tubos de diámetros mayores. El espesor de las paredes de los tubos no debe ser menor del propuesto en el diseño en más de 5% o de 4.8 mm ($\frac{3}{16}$ ") en cualquier punto.

Las variaciones en el largo entre dos lados opuestos del tubo, no deben exceder de 10.4 mm/m ($\frac{1}{8}$ " por pie) de diámetro, con un máximo de 16 mm ($\frac{5}{8}$ ").

Las variaciones en la posición del refuerzo no deben exceder de $\pm 10\%$ del espesor de la pared o de 13 mm ($\frac{1}{2}$ "). El recubrimiento neto del refuerzo no debe ser menor en ningún caso, de 13 mm ($\frac{1}{2}$ ") en cualquier punto.

(c) Pruebas de Resistencia.

(1) Especímenes de Prueba. El Contratista debe efectuar pruebas sobre los tubos seleccionados al azar por el Delegado Residente de acuerdo con lo indicado en 1.a y 1.b siguientes. Los especímenes para prueba de resistencia, deben ser tubos que no serían rechazados por otras razones indicadas en estas Especificaciones Generales y deben estar secos cuando se prueben. La edad de las muestras no debe exceder de 10 días de la edad del lote de tubos que representan.

a. Número de Pruebas en Caso de Suministro de Tubos por Períodos Extensos de Tiempo. Cuando las condiciones requieran envíos periódicos por lapsos extensos de tiempo, el Contratista deberá efectuar pruebas preliminares de no menos de tres por cada diámetro y clase requeridos. Después de estas pruebas preliminares, el Contratista deberá efectuar las pruebas adicionales que ordene el Delegado Residente, en el número y la oportunidad que juzgue necesario, siempre que el número total de tubos ensayados no exceda del 1% del total de los tubos suministrados.

b. Número de Pruebas para Suministros Ocasionales. En estos casos el Delegado Residente puede ordenar someter a la prueba de resistencia a compresión transversal, el número de tubos de cada diámetro y clase que juzgue necesario, siempre que el total no exceda del 2% del total de tubos suministrados.

(2) Requisitos de la Prueba de Resistencia. Los tubos escogidos, deben ser sometidos a la prueba de carga última de compresión transversal, por el método de tres aristas de acuerdo con AASHTO T 280. Cuando la carga de prueba alcance el valor de la carga de agrietamiento dada en las tablas de AASHTO M 170M (ASTM C 76), para el diámetro y clase de tubo que se está probando, no debe haber grietas con un ancho mayor de 0.25 mm (0.01"). La grieta será considerada de 0.25 mm (0.01") de ancho, cuando la punta del calibrador de medida, penetre sin forzarlo, 1.6 mm ($\frac{1}{16}$ ") a intervalos cercanos, en una longitud de grieta de 300 mm (1 pie). El ancho de la grieta debe ser medido con un calibrador hecho de una hoja de acero de 0.25 mm (0.01") de grueso, cortado en disminución de 25 mm por 100 mm ($\frac{1}{4}$ " por pulgada) hasta terminar en una punta de 1.6 mm ($\frac{1}{16}$ ") de ancho con esquinas redondeadas.

Los especímenes de prueba no deben ser cargados hasta su destrucción, si soportan sin agrietarse, una carga de 10% en exceso de la carga última especificada para cada clase de tubo.

(3) Aceptación y Reensayo. El tubo debe ser aceptado en cuanto a resistencia, cuando los especímenes de prueba llenen los requisitos de la misma, dados en AASHTO M 170M (ASTM C 76) para carga al agrietamiento de 0.25 mm (0.01") y para la carga última. En el caso que algún espécimen no llene los requisitos de la prueba, se pueden probar dos adicionales por cada uno que falle y el tubo será aceptable únicamente cuando éstos reensayados llenen los requisitos de resistencia.

(d) Prueba de Absorción. La absorción determinada por el método AASHTO T 280, no debe exceder de 9% del peso en seco. Se debe considerar que los tubos cumplen con esta

especificación para absorción, cuando no menos del 80% del número de especímenes probados, incluyendo cualesquiera de reensayo, llenen los requisitos de la prueba.

Cuando la prueba de absorción inicial de un tubo falle y no llene los requisitos de las especificaciones citadas, la prueba de absorción debe hacerse en otro espécimen de la misma clase y los resultados de esta nueva prueba sustituirán a los de la prueba inicial.

(e) Inspección del Refuerzo. Con el objeto de realizar una inspección adecuada de la cantidad y forma de colocación del refuerzo, el Delegado Residente puede requerir la ejecución de ensayos no destructivos, tales como magnéticos, radiográficos, acústicos, etc. o, como alternativa la apertura de agujeros en los tubos terminados, pero el número de agujeros no deberá de exceder de uno por cada cincuenta tubos. Los agujeros requeridos deben ser hechos por el Contratista, cuando la fabricación sea en la obra, o por el personal de la Supervisora en la fábrica del proveedor, antes del acarreo de los mismos. Para la inspección del refuerzo, se pueden usar los tubos que sirvieron para las pruebas de resistencia y absorción.

(f) Aceptación. Los tubos se deben considerar aceptables, listos para su envío, cuando llenen los requisitos establecidos para las pruebas especificadas.

La calidad de los materiales, el proceso de fabricación y el acabado de los tubos, se deben sujetar a la inspección y aprobación del Delegado Residente o directamente del personal de la Supervisora, en el caso que los mismos no sean fabricados en la obra.

(g) Rechazo. Los tubos deben ser rechazados cuando no llenen cualesquiera de las Especificaciones requeridas. Además, los mismos individualmente pueden ser rechazados por cualesquiera de las causas siguientes:

(1) Fracturas o grietas que atraviesen totalmente el espesor de la pared, exceptuando a una sola grieta en el extremo, que no exceda del espesor de la junta, (la porción de los extremos del tubo que permite la unión entre dos).

(2) Defectos que indiquen la mezcla o formateado imperfectos. La completa ausencia de señales de formaleta, indica posible deficiencia en el agua de mezcla del concreto, en los procesos de fabricación, en los cuales, la formaleta se ha quitado inmediatamente después que el concreto ha sido colocado.

(3) Defectos en la superficie que indiquen oquedades o textura de poro abierto.

(4) Desportillamientos más profundos que el espesor de la junta o que se extiendan alrededor de la circunferencia, en una longitud mayor de $\frac{1}{6}$ del diámetro interior del tubo.

(5) Por toda grieta de 0.25 mm (0.01") de ancho y de una longitud de 305 mm (12") o mayor, cualquiera que sea su posición.

(6) Indicación de que el refuerzo está mal colocado.

REQUISITOS DE CONSTRUCCION

601.07 INSTALACION. Los tubos deben ser colocados conforme se indica en los planos, estas Especificaciones Generales y las Disposiciones Especiales.

(a) Colocación. Antes de colocar los tubos, el Delegado Residente debe comprobar que las zanjas han sido excavadas de acuerdo con los requisitos de la Sección 205 y los lechos o superficies de cimentación conformados y terminados como se indica en los planos. La

colocación se debe principiar en el extremo de aguas abajo, con los extremos de campana o ranura en la dirección aguas arriba. Cuando se usen tubos de campana, se debe excavar en la superficie preparada, el espacio para acomodar la campana y para permitir un contacto firme del cuerpo del tubo en toda la superficie de cimentación. Los tubos deben ser encajados de tal manera, que cuando se apoyen en la superficie de fundación, formen un fondo interior liso y uniforme.

Cuando se utilicen tubos circulares con refuerzo elíptico, o tubos elípticos con refuerzo circular, éstos deben ser colocados en tal posición que las marcas del eje vertical hechas en la fábrica, no estén desplazadas más de 5 grados, del plano vertical en dirección del eje longitudinal de la alcantarilla.

En los tubos de 910 mm (36") de diámetro, con refuerzo elíptico, se debe colocar un entranquillado interior horizontal, para prevenir la formación de grietas durante la colocación y compactación del relleno a los lados del mismo.

Las instalaciones de líneas múltiples de alcantarillas, se deben hacer con la línea central de cada línea individual de las mismas, paralela a las demás. Cuando no se indique otra cosa en los planos, la distancia libre entre dos líneas, debe ser igual a $\frac{1}{2}$ del diámetro y nunca menor de 760 mm (30").

(b) Juntas. Las juntas de los tubos de concreto deben ser calafateadas y llenadas con mortero o lechada espesa de cemento hidráulico, o utilizando otros tipos de unión tales como uniones de goma, juntas mecánicas, estopa o compuestos selladores plásticos.

El mortero de cemento hidráulico debe ser una mezcla volumétrica de una parte de cemento y tres partes de arena aprobada, con el agua necesaria para obtener una mezcla seca pero trabajable.

Las juntas se deben mojar completamente antes de hacer la unión con mortero. Antes de colocar la siguiente sección, las mitades inferiores de las campanas o ranuras de cada una, deben ser llenadas con mortero de suficiente espesor para permitir que la superficie interior quede a un mismo nivel. Después que la sección ha sido colocada, el resto de la junta debe ser llenada con mortero, usando suficiente mortero adicional para formar un anillo exterior alrededor de la junta. El interior de la junta debe ser limpiado y alisado. Después del fraguado inicial, el mortero de los anillos exteriores en las juntas debe ser protegido del aire y del sol con una cubierta de tierra saturada de agua o un brin completamente mojado. Para las juntas con lechada de cemento se deben emplear moldes u otros medios aprobados por el Delegado Residente para retener la lechada vertida o bombeada.

El tubo de la alcantarilla que no se encuentre en su verdadera alineación o que muestre asentamiento excesivo después de haber sido colocado, debe ser quitado y vuelto a colocar correctamente, sin ningún pago adicional.

No se debe efectuar ningún relleno sino hasta que el mortero o lechada de las juntas haya endurecido lo suficiente para que no sea fácilmente dañado. El relleno se debe hacer como se indica en 205.12.

601.08 MEDIDA. La medida se debe hacer del número de metros lineales, con aproximación de dos decimales, de Alcantarillas de Tubos de Concreto Reforzado del renglón de que se trate, suministradas y colocadas satisfactoriamente de acuerdo con estas Especificaciones Generales. Esta medida se debe hacer entre rostros exteriores de los extremos de la alcantarilla, o los cabezales, según el caso, a lo largo del eje longitudinal y siguiendo la pendiente de la alcantarilla.

No se debe hacer ninguna medida por la excavación estructural, la preparación de la superficie de cimentación y el relleno, cuyos trabajos deben ser ejecutados y medidos de conformidad con la Sección 205.

601.09 PAGO. El pago se debe hacer por el número de metros lineales, medidos como se indica anteriormente, al precio unitario de contrato, correspondiente al renglón de Alcantarillas de Tubos de Concreto Reforzado de que se trate, cuyo precio incluye el trabajo estipulado en esta Sección de conformidad con lo indicado en 110.02. El pago no incluye la excavación estructural, preparación de lechos de cimentación y el relleno los cuales deben ser pagados de acuerdo con la Sección 205.

RESUMEN DE NORMAS

<u>Ensayos</u>		<u>Materiales</u>	
Concreto	Sección 551	Tubos de concreto reforzado	AASHTO M 170M
Acero de Refuerzo	Sección 552	Concreto	Sección 551
		Acero de Refuerzo	Sección 552
Propiedades químicas y físicas de los tubos	AASHTO T 280		

SECCION 602 TUBOS PARA DRENAJE DE ESTRUCTURAS

- 602.01 Definición.
- 602.02 Descripción.
- 602.03 Tubos y Accesorios.
- 602.04 Colocación.
- 602.05 Medida.
- 602.06 Pago.

602.01 DEFINICION. Tubos para Drenaje de Estructuras. Son conductos que se colocan para evacuar el agua de las superestructuras de los puentes y otras obras viales, tales como estribos, muros y otras.

602.02 DESCRIPCION. Este trabajo consiste en la fabricación y/o suministro, acarreo, almacenaje, manejo y colocación de los tubos de acuerdo con los planos, estas Especificaciones Generales y Disposiciones Especiales.

El relleno permeable se debe suministrar de acuerdo con lo indicado en la Sección 207.

MATERIALES

602.03 TUBOS Y ACCESORIOS. Pueden ser de las clases siguientes:

- (a) Conductos de Concreto no Reforzado. Deben cumplir con lo especificado en AASHTO M 86M (ASTM C 14).
- (b) Conductos de Hierro Fundido. Deben ser de fundiciones de hierro, fundido gris clase 30, de acuerdo con AASHTO M 105.
- (c) Conductos de Acero. Deben cumplir con los requisitos de ASTM A 120.
- (d) Conductos Rígidos de Cloruro de Polivinilo (PVC). Deben cumplir con lo especificado en AASHTO M 278.
- (e) Conductos de Polietileno (HDPE). Deben cumplir con lo especificado en ASTM F 714. Esta debe ser fabricada de compuestos vírgenes de polietileno de alta densidad.

REQUISITOS DE CONSTRUCCION

602.04 COLOCACION. Los tubos de drenaje se deben colocar de acuerdo con lo indicado en los planos, estas Especificaciones Generales y Disposiciones Especiales.

602.05 MEDIDA. La medida se debe hacer del número de metros lineales con aproximación de dos decimales, de tubos para drenaje de estructuras, suministrados y colocados satisfactoriamente, de acuerdo con estas Especificaciones Generales, los planos y Disposiciones Especiales.

602.06 PAGO. El pago se debe hacer por el número de metros lineales medidos como se indica anteriormente, al precio unitario de contrato correspondiente a Tubos para Drenaje de Estructuras del renglón de que se trate, cuyo precio incluye el trabajo estipulado en esta Sección, de conformidad con lo indicado en 110.02.

RESUMEN DE NORMAS

<u>Ensayos</u>		<u>Materiales</u>	
Pruebas físicas y mecánicas de tubos de concreto no reforzado	AASHTO T 280	Conductos de concreto no reforzado	AASHTO M 86
Pruebas de tensión y flexión del hierro fundido	AASHTO M 105	Conductos de hierro fundido	AASHTO M 105
Pruebas físicas, químicas y mecánicas de tubos de cloruro de polivinilo (PVC)	ASTM D 2665	Conductos de Acero	ASTM A 120
		Conductos de PVC	AASHTO M 278
		Conductos de Polietileno	ASTM F 714

SECCION 603 ALCANTARILLAS DE METAL CORRUGADO

- 603.01 Definición.
- 603.02 Descripción.
- 603.03 Planchas Estructurales de Metal Corrugado.
- 603.04 Remaches y Pernos.
- 603.05 Recubrimiento para las Alcantarillas de Metal Corrugado.
- 603.06 Requisitos de Fabricación.
- 603.07 Manejo, Transporte, Entrega y Almacenamiento.
- 603.08 Inspección en el Campo y Aceptación.
- 603.09 Instalación.
- 603.10 Medida.
- 603.11 Pago.

603.01 DEFINICION. Alcantarillas de Metal Corrugado. Son los conductos que se construyen por debajo de la sub-rasante de una carretera u otras obras viales con el objeto de evacuar las aguas superficiales.

Las alcantarillas, por su forma, pueden ser tubos circulares o elípticos, tubos de arco (con fondo metálico) o arcos (con cimentación de concreto) todos fabricados con planchas estructurales.

603.02 DESCRIPCION. Este trabajo consiste en la fabricación, suministro, acarreo y colocación de las alcantarillas de los diámetros, medidas y clases requeridas en los planos; debiendo colocarse sobre una cama adecuadamente preparada, de acuerdo con los planos, estas Especificaciones Generales, Disposiciones Especiales y localizadas de conformidad con la orden que el Delegado Residente emita para cada línea de alcantarilla. La tubería de metal puede ser de aluminio o de acero corrugado, según se indique en los planos o en las Disposiciones Especiales.

MATERIALES

603.03 PLANCHAS ESTRUCTURALES DE METAL CORRUGADO. Las planchas para estos elementos deben ser de las clases siguientes:

(a) Planchas Estructurales de Acero Galvanizado. Deben cumplir con los requisitos de AASHTO M 167M.

(b) Planchas Estructurales de Aleación de Aluminio. Deben cumplir con los requisitos de AASHTO M 219M.

603.04 PERNOS DE ACERO PARA PLANCHAS ESTRUCTURALES. Los Pernos de Acero para Planchas Estructurales de Acero o de Aleación de Aluminio deben cumplir con lo estipulado en AASHTO M 164M (ASTM A 325).

603.05 RECUBRIMIENTOS PARA LAS ALCANTARILLAS DE METAL CORRUGADO. Según se especifique en los planos o en las Disposiciones Especiales, el recubrimiento de la tubería o tubería de arco, debe cumplir con uno de los siguientes:

(a) Recubrimiento Bituminoso. La alcantarilla debe tener una capa asfáltica en toda la superficie exterior y en la interior con un espesor mínimo de 1.27 mm, que cumpla con lo indicado en AASHTO M 190M, Tipo A.

(b) Recubrimiento Bituminoso con Invert Pavimentado. Adicional al recubrimiento indicado en el inciso (a) anterior, la alcantarilla debe tener un recubrimiento asfáltico en el 25% inferior de los tubos y, en el caso de tuberías de arco, en el 40% inferior. Este recubrimiento

asfáltico puede ser aplicado en el sitio del proyecto y debe cubrir 3.2 mm sobre las crestas de las corrugaciones, formando en esa forma una superficie lisa en el fondo cumpliendo con lo establecido en AASHTO M 190M, Tipo C.

(c) Invert cubierto con Concreto Hidráulico. El invert puede ser cubierto con concreto simple o reforzado después de instalar la tubería o tubería de arco, de conformidad con lo establecido en ASTM A 849.

(d) Recubrimiento con Mastique Asfáltico o con Polímero. Cuando no se requiera un invert pavimentado con material asfáltico, el recubrimiento a que se hace referencia en el inciso (a) puede ser substituido por un recubrimiento de mastique asfáltico o un recubrimiento con polímero.

El mastique asfáltico o el polímero debe ser colocado en la superficie exterior de la tubería y no se necesita recubrir los interiores a menos que se establezca en las Disposiciones Especiales. El mastique asfáltico debe estar de acuerdo con AASHTO M 243 y debe tener un espesor mínimo de 1.27 mm.

La capa de polímero debe cumplir con lo indicado en AASHTO M 246 y se debe aplicar a la plancha galvanizada antes de la corrugación y el espesor no debe ser menor de 0.25 milímetros.

603.04 REQUISITOS DE FABRICACIÓN.

(a) Acabado. Además de cumplir con todos los detalles de fabricación especificados anteriormente, la alcantarilla completa debe mostrar un acabado cuidadoso en todos los aspectos. Se rechazarán las alcantarillas en las cuales el revestimiento galvanizado haya sido dañado en la fábrica o durante el transporte o que muestre una fabricación defectuosa. Como tal, puede ser causa de rechazo, de no corregirse, la alcantarilla que tenga, entre otros, los siguientes defectos:

- (1) Traslapes desnivelados.
- (2) Forma defectuosa.
- (3) Variación de la línea recta central.
- (4) Bordes dañados.
- (5) Pernos flojos o pernos y agujeros mal alineados o mal espaciados.
- (6) Marcas ilegibles.
- (7) Láminas o planchas de metal doblado o abollado.

(b) Marcas. El sello de identificación debe ser puesto por el fabricante de las láminas o planchas, de tal manera que cuando se coloquen las alcantarillas, la identificación aparezca en el exterior de cada sección de alcantarillas anidables y en el interior de la alcantarilla de planchas estructurales.

La clase de metal básico debe ser designada independientemente de la marca de fabricación, en forma tal que permita identificarlo claramente.

Ninguna alcantarilla será aceptada, a menos que el metal esté identificado por un sello en cada sección que indique:

- (1) Nombre del fabricante de las láminas o planchas.
- (2) Marca y clase del metal básico.
- (3) Calibre o espesor.
- (4) Peso del galvanizado.

(c) Certificado de Calidad y Garantía del Fabricante. El Contratista debe entregar al Delegado Residente, un certificado de garantía del fabricante estableciendo que todo el metal suministrado satisface las Especificaciones requeridas, que llevará marcas de identificación y que reemplazará sin costo alguno para la DGC, cualquier metal que no esté de conformidad con el análisis, con el espesor o calibre y recubrimiento galvanizado especificados.

Ningún metal será aceptado dentro de estas Especificaciones Generales, sino hasta que el certificado de calidad y garantía del fabricante haya sido entregado al Delegado Residente y aprobado por él.

(d) Inspección y Muestreo en la Fábrica o Taller. Si el Delegado Residente así lo elige, hará que se inspeccione y se tomen muestras del material en la planta de laminación o en el taller donde se fabrican las alcantarillas. El Delegado Residente puede requerir de la fábrica el análisis químico de cualquier lote de fundición, las pruebas de resistencia y del galvanizado de las tuberías o planchas estructurales que se estén fabricando. El Delegado Residente o su representante tendrán libre acceso a la fábrica o taller para la inspección y se le deben dar todas las facilidades para este objeto.

603.05 MANEJO, TRANSPORTE, ENTREGA Y ALMACENAMIENTO. Los tubos o planchas para alcantarillas se deben manejar, transportar y almacenar usando métodos que no los dañen. Los tubos averiados, a menos que se reparen a satisfacción del Delegado Residente, deben ser rechazados, aún cuando hayan sido previamente inspeccionados en la fábrica y encontrados satisfactorios.

603.06 INSPECCION EN EL CAMPO Y ACEPTACION. La inspección de campo se debe hacer por el Delegado Residente, a quien el Contratista le debe suministrar un informe detallado de las clases, de los tamaños, calibres o espesores, de las alcantarillas de cada embarque. Esta inspección debe incluir un examen para determinar deficiencias en las medidas especificadas, deficiencias de fabricación, la obtención de muestras para análisis químico, pruebas físicas y determinación del peso del galvanizado. Las alcantarillas contenidas en un embarque, se deben ajustar completamente a los requisitos de estas Especificaciones Generales.

REQUISITOS DE CONSTRUCCIÓN

603.07 INSTALACION. Las alcantarillas de metal corrugado deben ser colocadas conforme se indica en los planos, en estas Especificaciones Generales y Disposiciones Especiales.

(a) Alcantarilla Anidable. Las uniones transversales de las secciones de la parte superior e inferior de la alcantarilla anidable deben ser alternas. Para obtener extremos terminados en un plano vertical, se proveerán medias secciones para el principio y el final.

(1) Tubo Circular Anidable. Las alcantarillas circulares anidables, deben ser fabricadas en secciones normales semicirculares y provistas de pestañas salientes en un borde y de agujeros para los pernos, en ambos bordes. Las secciones de la parte superior y del fondo, deben ser intercambiables.

(2) Tubo de Arco Anidable. Las secciones de la parte superior y del fondo de las alcantarillas abovedadas anidables son de diferente forma. Las secciones de la parte superior deben ser de forma semicircular. La mitad del fondo debe ser substancialmente plana y el riñón debe tener un radio mínimo de 100 milímetros. Ambos bordes deben estar provistos de pestañas salientes y de agujeros para los pernos.

(b) Tubos Circulares y Elípticos, Tubos de Arco y Arcos de Planchas Estructurales. Los tubos circulares y elípticos, tubos de arco y arcos de planchas estructurales, deben ser hechos de planchas estructurales con las corrugaciones normales al eje de la sección.

Los agujeros para pernos en los bordes de las planchas que formarán las juntas longitudinales, deben ser hechos en forma alternada (en zigzag) en hileras a 50 mm de separación una de la otra con una hilera en el valle y otra en la cresta de la corrugación. Los agujeros a lo largo de los bordes de planchas que formarán las juntas transversales, deben estar separados a no más de 300 mm. La distancia de los centros de los agujeros al borde de las planchas, no debe ser menor de $1\frac{3}{4}$ del diámetro del perno. El diámetro de los agujeros a lo largo de las juntas longitudinales, debe ser 3.2 mm ($\frac{1}{8}$ ") mayor que el diámetro de los pernos.

(c) Colocación. Antes de colocar las alcantarillas de metal corrugado, el Delegado Residente debe comprobar que las zanjas hayan sido excavadas de acuerdo con los requisitos de la Sección 205 y los lechos o superficies de cimentación conformados y terminados como se indica en los planos. La colocación de las alcantarillas se debe principiar en el extremo de aguas abajo, cuidando que las pestañas exteriores circunferenciales y las longitudinales de los costados se coloquen frente a la dirección aguas arriba. Las alcantarillas con recubrimiento en el invert, deben ser colocadas con dicho recubrimiento en la parte inferior.

(d) Apuntalamiento. Cuando se pida apuntalamiento en los planos, éste se debe hacer alargando el diámetro vertical en el porcentaje que indiquen los planos y manteniendo dicho alargamiento con puntales, trozos de compresión y amarres horizontales. El apuntalamiento se debe hacer progresivamente de un extremo de la alcantarilla al otro. Los amarres y puntales se deben dejar en sus lugares, hasta que el relleno esté terminado y consolidado a menos que los planos lo indiquen en otra forma.

No se debe hacer apuntalamiento en las alcantarillas de arco o en los arcos.

(e) Relleno. El relleno se debe hacer como se indica en la sección 205.

(f) Instalación de estructuras de planchas estructurales. El Contratista debe suministrar una copia de las instrucciones de montaje antes de iniciar el ensamblaje. Las instrucciones deberán indicar la posición de cada plancha y el orden de montaje.

Las planchas estructurales deben ser instaladas de acuerdo con las instrucciones del fabricante. Se deberá tener mucho cuidado con el uso de las brocas y de las barras para apalancar con el objeto de evitar dañar la plancha y el revestimiento. Las planchas deberán ser ensambladas adecuadamente.

Cuando las aleaciones de aluminio queden en contacto con otros tipos de metal, se deberá revestir las superficies de contacto con mastique asfáltico o un componente para calafatear aprobado por el Delegado Residente.

Se debe aplicar un torque mínimo de 135 newton metros y un máximo de 400 newton metros a los pernos de acero de las planchas de acero. Se debe aplicar un torque mínimo de 120 newton metros y un máximo de 155 newton metros a los pernos de acero y a los de aluminio de las planchas de aluminio de 2.5 milímetros de espesor. Se debe aplicar un torque mínimo de 155 newton metros y un máximo de 180 newton metros a los pernos de acero y a los de aluminio de las planchas de aluminio de 3 milímetros de espesor y a las más pesadas que éstas.

(g) Estructuras con una luz grande. Cuando se ensamblen las planchas se deberán apretar las juntas longitudinales a menos que las planchas se mantengan en su posición utilizando cables, apuntalamiento o material de relleno. Las planchas a lo largo de la circunferencia deberán estar alineadas adecuadamente para evitar distorsiones permanentes a la forma de la estructura.

No se deberá operar equipo sobre o cerca de las estructuras para evitar distorsionar la forma de las mismas. El Contratista debe proveer un control topográfico adecuado para la estructura con el objeto de verificar el movimiento de la misma. Debe revisar y controlar los movimientos de la deflexión de la estructura durante todo el tiempo que duren las operaciones de colocación del relleno. No se deberá exceder los límites recomendados por el fabricante.

603.08 MEDIDA. La medida se debe hacer del número de metros lineales, con aproximación de dos decimales, de Alcantarillas de Metal Corrugado del renglón de que se trate, suministradas y colocadas satisfactoriamente de acuerdo con estas Especificaciones Generales. Esta medida se debe hacer entre rostros exteriores de los extremos de la alcantarilla o los cabezales, según el caso, a lo largo del eje longitudinal y siguiendo la pendiente de la alcantarilla.

No se debe hacer ninguna medida por excavación estructural, preparación de la superficie de cimentación y relleno, trabajos que deben ser ejecutados y medidos de conformidad con lo indicado en la Sección 205.

603.09 PAGO. El pago se debe hacer por el número de metros lineales, medidos como se indica anteriormente, al precio unitario de contrato, correspondiente al renglón de Alcantarillas de Metal Corrugado de que se trate, cuyo precio incluye el trabajo estipulado en esta Sección, de conformidad con lo indicado en 110.02. El pago no incluye la Excavación Estructural, Preparación de Superficie de cimentación y Relleno, los cuales deben ser pagados de acuerdo con la Sección 205.

RESUMEN DE NORMAS

<u>Ensayos</u>			<u>Materiales</u>
	<u>Planchas estructurales de acero y aluminio</u>		
Ensayos mecánicos	AASHTO T 68	Planchas estructurales de acero galvanizado	AASHTO M 167
Análisis químico	ASTM A 350		
Peso galvanizado	AASHTO T 65		
Ensayos mecánicos	AASHTO T 68	Planchas estructurales de aleación de aluminio	AASHTO M 219
Análisis químico	ASTM E 34		
	<u>Pernos de acero y recubrimientos</u>		
Tensión, dureza	AASHTO T 244	Pernos de acero	AASHTO M 164
Análisis químico	ASTM A 350	Recubrimiento bituminoso	AASHTO M 190
Rotación juntas	AASHTO M 164	Recubrimiento de concreto	ASTM A 849
Ensayos recubrimiento bituminoso	AASHTO M 190	Recubrimiento con mastique asfáltico	AASHTO M 243
		Recubrimiento con polímero	AASHTO M 246

SECCION 604 ALCANTARILLAS DE MATERIAL PLASTICO

- 604.01 Definición.
- 604.02 Descripción.
- 604.03 Requisitos de los Materiales.
- 604.04 Espesor, Rigidez y Masa Unitaria de la Alcantarilla.
- 604.05 Manejo, Transporte, Entrega y Almacenamiento.
- 604.06 Inspección en el Campo y Aceptación.
- 604.07 Colocación.
- 604.08 Relleno.
- 604.09 Medida.
- 604.10 Pago.

604.01 DEFINICION. Alcantarillas de Material Plástico. Son los conductos que se construyen por debajo de la sub-rasante de una carretera u otras obras viales, con el objeto de evacuar las aguas superficiales y profundas.

604.02 DESCRIPCION. Este trabajo consiste en el suministro, acarreo, almacenaje, manejo y colocación de las alcantarillas de material plástico de pared lisa, corrugada o nervurada, y todos los accesorios necesarios de acuerdo con los planos, estas Especificaciones Generales y Disposiciones Especiales.

Las alcantarillas de material plástico pueden ser: Tipo C corrugada de polietileno, Tipo S corrugada de polietileno, celular o nervurada de polietileno, celular o nervurada de cloruro de polivinilo (PVC), o de acrilonitrilo-butadieno-estireno (ABS). Cuando en los planos se especifique el uso de alcantarilla de material plástico del tipo de pared interior corrugada, se debe usar el Tipo C corrugada de polietileno.

Cuando en los planos se especifique el uso de alcantarilla de material plástico de pared interior lisa, a opción del Contratista, se debe usar ya sea la Tipo S corrugada de polietileno, la nervurada o celular de polietileno, la nervurada o celular de cloruro de polivinilo (PVC) o la de acrilonitrilo-butadieno-estireno (ABS). Cuando en los planos no se especifique el tipo de alcantarilla a usar, la alcantarilla plástica puede ser, a opción del Contratista, de pared interior lisa o corrugada.

MATERIALES

604.03 REQUISITOS DE LOS MATERIALES. Los materiales para la fabricación de las tuberías de material plástico deben cumplir con lo establecido a continuación:

(a) Tuberías corrugadas de polietileno Tipo C y S. Deben cumplir con los requisitos de AASHTO M 294, excepto si se indica de otra manera en estas especificaciones. Las tuberías deben ser fabricadas de compuestos vírgenes de polietileno de alta densidad (HDPE).

(b) Tuberías de polietileno nervuradas o celulares. Deben cumplir con los requisitos de ASTM F 894 y deben ser fabricadas utilizando compuestos vírgenes de polietileno de alta densidad (HDPE), excepto que se indique de otra forma en estas especificaciones.

(c) Tuberías nervuradas o celulares de cloruro de polivinilo. Deben cumplir con los requisitos de la norma AASHTO M 304 y deben ser fabricadas utilizando compuestos vírgenes de cloruro de polivinilo (PVC), excepto que se indique de otra forma en estas especificaciones.

(d) Tuberías de acrilonitrilo-butadieno-estireno (ABS). Deben cumplir con los requisitos de AASHTO M 264. Los compuestos de ABS utilizados en la fabricación de las alcantarillas deben cumplir con los requisitos de la norma ASTM D 1788.

(e) Compuestos de polietileno de alta densidad (HDPE). Los compuestos de HDPE utilizados en la fabricación de las alcantarillas deben estar dentro de los límites de clasificación para las propiedades primarias, según ASTM D 3350, indicadas en la siguiente tabla.

Tabla 604-1 Propiedades Primarias de los Compuestos de HDPE

Propiedad	Límites
Densidad (ASTM D 1505)	0.941 a 0.955 gr./cm ³
Índice de derretimiento ⁽¹⁾ (ASTM D 1238)	< 1.00
Módulo de Flexión (ASTM D 790)	> 552 MPa
Resistencia a la tensión (ASTM D 638)	> 21 MPa
Resistencia a la aparición de grietas por cambios de temperatura (ASTM D 1693)	20 – 50 %
Base para el diseño hidrostático (ASTM D 2837)	< 11.03 MPa
Estabilizador ultravioleta	⁽²⁾

⁽¹⁾ El índice de derretimiento para el material con una clasificación de celda de 2 utilizado para la fabricación de la tubería no debe ser mayor de 0.6. Los accesorios para los extremos y las acopladuras moldeadas por rotación pueden ser producidos utilizando compuestos que tengan una clasificación de celda de índice de derretimiento de 1.

⁽²⁾ La resina HDPE debe contener no menos de 2 ± 0.5 por ciento de estabilizador ultravioleta de carbón negro.

(f) Compuestos de cloruro de polivinilo. Los compuestos de PVC utilizados en la fabricación de alcantarillas deben estar dentro de los límites de clasificación para las propiedades primarias, según ASTM D 1784, indicadas en la siguiente tabla.

Tabla 604-2 Propiedades de los Compuestos de PVC

Propiedad	Límites
Resina base	Homopolímero de polivinilo de cloruro
Resistencia al impacto (Izod) (ASTM D 256)	< 800.7 J/m
Resistencia a la tensión (ASTM D 638)	> 41.4 MPa
Módulo de elasticidad (ASTM D 638)	> 2758 MPa
Temperatura de deflexión (ASTM D 648)	> 70 °C
Resistencia química	A, B ó C (Tabla 2, ASTM D 1784)

El residuo de la ignición de los compuestos HDPE y PVC no debe exceder de 30 por ciento, tal como se indica en ASTM D 2584, excepto que la temperatura del horno debe ser de 450 ± 25 °C.

(g) Empaques Elastoméricos. Deben cumplir con los requisitos para las aplicaciones de salto bajo descritos en ASTM F 477.

(h) Lubricante. El lubricante utilizado para el ensamblaje no debe tener defectos en el empaque o en la alcantarilla. Sólo se deben utilizar lubricantes recomendados por el fabricante.

(i) Cementos Solventes. Los cementos solventes para la unión de la alcantarilla de PVC deben cumplir con lo indicado en ASTM D 2564.

El Contratista debe suministrar al Delegado Residente un Certificado de Calidad para cada tipo de alcantarilla utilizada. Este documento debe certificar que la alcantarilla de material plástico cumple con los requerimientos de la correspondiente especificación AASHTO o ASTM y debe indicar la resina, el peso unitario, la rigidez promedio de la alcantarilla y la fecha de fabricación.

604.04 ESPESOR, RIGIDEZ Y MASA UNITARIA DE LA ALCANTARILLA.

(a) Espesores. El espesor de la pared de la alcantarilla corrugada de polietileno Tipo C debe ser medido en el valle interior de la corrugación. El espesor de la alcantarilla corrugada de polietileno Tipo S debe ser el espesor del revestimiento interior medido entre los valles de las corrugaciones. El espesor de la pared de la alcantarilla de polietileno nervurada o celular debe ser medido en la angostura entre las nervaduras. El espesor de la pared de los distintos tipos de alcantarillas de polietileno, medido como antes se indica, debe ser igual o mayor que los espesores mínimos de la pared indicados en la segunda columna de la siguiente tabla.

Tabla 604-3 Espesor y Rigidez de las Alcantarillas de Polietileno de Alta Densidad

Diámetro Nominal (milímetros)	Espesor Mínimo de la Pared (milímetros)	Rigidez Mínima de la Alcantarilla (kPa)
300	0.9	345
375	1.0	290
450	1.3	275
525	1.5	260
600	1.5	235
675	1.5	205
750	1.5	195
900	1.7	150
1050	1.8	140
1200	1.8	125

El espesor de la pared nervurada o celular de la alcantarilla de PVC, medido en la angostura entre las nervaduras, debe ser igual o mayor que el espesor de pared mínimo indicado en la siguiente tabla.

Tabla 604-4 Espesor, Rigidez y Masa Unitaria de las Alcantarillas Nervuradas de PVC

Diámetro Nominal (mm)	Espesor Mínimo de la Pared (mm)	Rigidez Mínima de la Alcantarilla (kPa)	Masa Unitaria Mínima (Kg./m)
450	2.41	220	9.5
525	2.67	190	12.4
600	2.92	165	15.2
675	3.18	150	18.3
750	3.43	130	22.0
900	3.94	110	29.9
1050	4.32	95	38.7
1200	4.83	80	48.4

(b) Rigidez. La rigidez de la alcantarilla debe ser determinada de acuerdo con lo indicado en ASTM D 2412 a una deflexión del 5 por ciento. La rigidez promedio de la alcantarilla debe ser determinada en cada lote de fabricación, ensayando un mínimo de tres especímenes. La longitud de cada espécimen de prueba debe ser igual al diámetro nominal de la alcantarilla,

excepto que la longitud del espécimen no debe ser mayor de 900 mm para tuberías con un diámetro nominal mayor que 900 mm. La rigidez promedio de la alcantarilla debe ser igual o exceder el valor mínimo de rigidez para cada clase y tamaño de alcantarilla plástica listado en las Tablas 604-3 y 604-4.

(c) Masa Unitaria. La masa unitaria de la alcantarilla debe ser calculada como la masa promedio por metro de longitud determinada de los tres especímenes de prueba tomados de cada lote de fabricación. Cada espécimen de prueba para alcantarillas de 600 mm de diámetro y menos debe tener una longitud de dos diámetros. La longitud del espécimen de ensayo para alcantarillas con un diámetro mayor que 600 mm debe ser de un diámetro o un máximo de 900 mm, el que sea menor. La masa de los especímenes de alcantarilla debe ser determinada con cualquier dispositivo para tomar pesos que sea adecuado y que tenga una aproximación de 0.05 Kg. La masa unitaria para cada clase y tamaño de alcantarilla plástica debe ser igual o mayor que los valores de masa unitaria mostrados para cada clase y tamaño de alcantarilla en las Tablas 604-4 y 604-5.

Tabla 604-5 Masa Unitaria de las Alcantarillas de Polietileno de Alta Densidad

Diámetro Nominal (mm)	Masa Unitaria Mínima		
	Tipo C Corrugada (Kg./m)	Tipo S Corrugada (Kg./m)	Nervurada (Kg./m)
300	4.2	4.0	na
375	6.0	6.0	na
450	8.6	8.9	14.3
525	na	na	19.6
600	14.3	15.2	26.2
675	na	na	na
750	na	22.3	na
825	na	na	na
900	na	26.9	na

Nota: "na" indica que la alcantarilla de ese tamaño y tipo no está disponible en la fábrica o no ha sido aprobada para su uso.

REQUISITOS DE CONSTRUCCION

604.05 MANEJO, TRANSPORTE, ENTREGA Y ALMACENAMIENTO. Los tubos plásticos para alcantarillas se deben manejar, transportar y almacenar usando métodos que no los dañen. Los tubos averiados, a menos que se reparen a satisfacción del Delegado Residente, deben ser rechazados, aún cuando hayan sido previamente inspeccionados en la fábrica y encontrados satisfactorios.

604.06 INSPECCION EN EL CAMPO Y ACEPTACION. La inspección de campo debe ser hecha por el Delegado Residente, a quien el Contratista le debe suministrar un informe detallado de las clases, tamaños o espesores, de las alcantarillas de cada embarque. Esta inspección debe incluir un examen para determinar deficiencias en las medidas especificadas, deficiencias de fabricación, la obtención de muestras para análisis químicos y pruebas físicas. Las alcantarillas contenidas en un embarque, se deben ajustar completamente a los requisitos de estas Especificaciones Generales.

604.07 COLOCACIÓN. Antes de colocar las alcantarillas plásticas, el Delegado Residente debe comprobar que las zanjas hayan sido excavadas de acuerdo con los requisitos de la Sección 205 y los lechos o superficies de cimentación conformados y terminados como se indica en los planos.

La colocación de la tubería en la zanja se debe hacer sujetándola por medio de lazos o cables de Manila o cintas plásticas en toda su circunferencia. Los puntos de izaje deben ubicarse en el primer y segundo tercio, siempre que la separación entre los tercios no sea mayor de 2 metros, de lo contrario se establecerán puntos de izaje cada 2 metros.

La unión entre dos tubos puede ser del tipo integral de campana y espiga o del tipo de anillo de acople. La colocación de las alcantarillas se debe principiar en el extremo de aguas abajo con los extremos de campana en la dirección aguas arriba. En el caso de unión de tipo de campana, se utilizará un empaque de hule o un cementante o ambos. En el caso que se utilice anillo de acople, el mismo se cementará a ambos tubos.

En el extremo del tubo, se debe excavar en la superficie preparada, el espacio para acomodar la junta y para permitir un contacto firme del cuerpo de la alcantarilla en toda la superficie de cimentación. Las secciones de las alcantarillas deben ser encajadas de tal manera, que cuando se apoyen sobre la superficie de fundación, formen un fondo interior liso y uniforme.

604.08 RELLENO. El relleno se debe hacer como se indica en la sección 205.

No se deberá operar equipo sobre o cerca de las estructuras para evitar distorsionar la forma de las mismas. El Contratista debe proveer un control topográfico adecuado para la estructura con el objeto de verificar el movimiento de la misma. Debe revisar y controlar los movimientos de la deflexión de la estructura durante todo el tiempo que duren las operaciones de colocación del relleno. No se deberá exceder los límites recomendados por el fabricante.

604.09 MEDIDA. La medida se debe hacer del número de metros lineales con aproximación de dos decimales, de alcantarillas de material plástico, suministradas y colocadas satisfactoriamente, de acuerdo con estas Especificaciones Generales, los planos y las Disposiciones Especiales.

604.10 PAGO. El pago se debe hacer por el número de metros lineales medidos como se indica anteriormente, al precio unitario de contrato correspondiente a alcantarillas de material plástico del renglón de que se trate, cuyo precio incluye el trabajo estipulado en esta Sección, de conformidad con lo indicado en 110.02.

RESUMEN DE NORMAS

<u>Ensayos</u>	<u>Materiales</u>		
Rigidez	ASTM D 2412	Tubería corrugada de Polietileno	AASHTO M 294
		Tubería nervurada de Polietileno	ASTM F 894
		Tubería nervurada de PVC	AASHTO M 304
		Tubería de ABS	AASHTO M 264
		Compuestos del Polietileno	ASTM D 3350
		Compuestos del PVC	ASTM D 1784
		Empaques Elastoméricos	ASTM F 477
		Cementos solventes	ASTM D 2564

SECCION 605 SUB-DRENAJES

- 605.01 Definición.
- 605.02 Descripción.
- 605.03 Sub-drenaje de Tubería Perforada.
- 605.04 Sub-drenaje de Drenaje Francés.
- 605.05 Geocompuestos para Sub-drenaje.
- 605.06 Perforaciones.
- 605.07 Excavación.
- 605.08 Colocación.
- 605.09 Medida.
- 605.10 Pago.

605.01 DEFINICION.

Sub-Drenaje. Es el drenaje de aguas subterráneas, que se construye de tuberías perforadas, geotextil y materiales pétreos para filtro, geocompuestos o simplemente de materiales pétreos (Drenaje Francés).

Geocompuesto. Consiste en dos planchas interceptoras del agua subterránea conformadas por geotextiles no tejidos y georedes de polietileno. La geored es el medio drenante encargado de transportar el agua que pasa a través del filtro (geotextil). El agua interceptada por las planchas interceptoras desciende y es interceptada en el fondo por una tubería envuelta en geotextil que la conduce a una caja o cabezal para sacarla al exterior. En algunos casos no se usa la tubería sino que el agua es conducida directamente por el todo el sistema del geocompuesto.

605.02 DESCRIPCION. Este trabajo consiste en la fabricación o suministro, transporte y colocación de tubería perforada; en la extracción, elaboración y transporte de todos los materiales pétreos necesarios; en la colocación, compactación y acabado final de la capa impermeable, donde ésta se requiera, hasta la superficie del terreno original donde se ejecutó la excavación estructural; y en la colocación del geotextil o geocompuesto en la forma que se indique en los planos, en estas Especificaciones Generales y en las Disposiciones Especiales.

MATERIALES

605.03 SUB-DRENAJE DE TUBERÍA PERFORADA

(a) Tubería de concreto poroso. Ésta debe cumplir con los requisitos de la norma AASHTO M 176M.

(b) Tubería perforada de arcilla. Ésta debe cumplir con los requisitos de la norma AASHTO M 65, excepto que se puede utilizar la tubería con extremo liso que cumpla con todos los requisitos de dicha norma. Se podrán efectuar modificaciones en el diseño del extremo con campana para facilitar el posicionamiento de las perforaciones o la colocación de la tubería. Dichas modificaciones deben ser aprobadas por el Delegado Residente antes de ser hechas. La tubería modificada debe cumplir con todos los requisitos relativos al comportamiento y a los ensayos indicados en AASHTO M 65.

Si se utiliza tubería con extremo liso, se deben usar acoples en las juntas, capaces de mantener la tubería en la alineación especificada.

(c) Tubería Perforada de Concreto Simple. Esta tubería y sus acoples deben cumplir con los requisitos de la norma AASHTO M 175 (ASTM C 14).

(d) Tubería Perforada Corrugada de Acero. Esta tubería y sus bandas de acoplamiento deben cumplir con los requisitos de las normas AASHTO M 36 y AASHTO M 218 con las modificaciones siguientes. La tubería debe cumplir con cualquiera de los tipos circulares especificados en AASHTO M 36 y los agujeros deben ser perforados o punzonados. Las perforaciones deben ser localizadas en las crestas interiores. El Contratista debe suministrar al Delegado Residente un Certificado de Calidad emitido por el fabricante de las tuberías.

Para unir los tubos se pueden usar anillos de acoplamiento o encamisados con tornillos. Los anillos pueden ser de plástico o de acero galvanizado, adecuados para sostener firmemente la tubería en la alineación especificada, sin el uso de compuestos selladores o empaques. Las propiedades mecánicas de las uniones deben ser tales que no permitan su distorsión bajo condiciones normales de uso.

(e) Tubería Perforada de Material Plástico. La tubería perforada plástica debe ser de pared exterior e interior lisa de cloruro de polivinilo (PVC), corrugada de cloruro de polivinilo (PVC) con pared interior lisa, corrugada de polietileno o de acrilonitrilo-butadieno-estireno (ABS).

Las tuberías de pared lisa de cloruro de polivinilo (PVC) deben cumplir con los requisitos de la norma AASHTO M 278. La tubería corrugada de PVC con pared interior lisa debe cumplir con los requisitos del material y estructurales de AASHTO M 278.

La tubería corrugada de polietileno debe cumplir con los requisitos de la norma AASHTO M 252 o M 294.

La tubería de acrilonitrilo-butadieno-estireno (ABS) debe cumplir con los requisitos de la norma AASHTO M 264.

Las perforaciones de la tubería corrugada de PVC y de polietileno deben estar localizadas en la mitad inferior y deben consistir de ranuras que llenen los requisitos de tamaño y de área indicados en AASHTO M 252. El diámetro interior y las tolerancias en el diámetro deben cumplir con AASHTO M 252 o AASHTO M 278. Las perforaciones de la tubería de ABS deben cumplir con los requisitos de AASHTO M 278.

La tubería de PVC debe ser conectada con extremos de campana y espiga o con anillos de acoplamiento o de tope que cumplan con AASHTO M 278. La tubería de polietileno debe ser conectada con accesorios y acoples de traba, de rosca o encamisada que cumplan con AASHTO M 252 o AASHTO M 294.

El Contratista debe suministrar al Delegado Residente un Certificado de Calidad emitido por el fabricante de las tuberías.

(f) Tubería perforada de aluminio. La tubería y sus acoples deben cumplir con los requisitos de la norma AASHTO M 196 con las siguientes modificaciones. La tubería debe ser Tipo III y los agujeros deben ser perforados o punzonados. El espesor mínimo de la lámina debe ser de 1.52 mm.

Se puede utilizar encamisado en vez de los anillos de unión requeridos en AASHTO M 196.

Los acoples pueden ser plásticos o de aluminio, capaces de sostener la tubería en su posición sin el uso de compuestos selladores o empaques. Las propiedades mecánicas de los acoples deben ser tales que no permitan su distorsión bajo condiciones normales de uso.

El Contratista debe suministrar al Delegado Residente un Certificado de Calidad emitido por el fabricante de las tuberías.

(g) Salidas y sifones para sub-drenaje. Las salidas y los sifones terminales para sub-drenaje, los sifones de 90° y los de 45° consistentes en cubiertas, tubería, bandas de acoplamiento, codos, T's y Y's, deben ser suministrados e instalados de acuerdo con los detalles mostrados en los planos, según estas Especificaciones Generales y las Disposiciones Especiales.

Las salidas y sifones deben ser fabricados con el mismo material que la tubería de sub-drenaje. Excepto por las cubiertas y las bandas de acoplamiento, en ninguna instalación se debe combinar tubería de aluminio con acero. Las salidas y sifones y sus accesorios no deben ser perforados. Se debe colocar y fijar inmediatamente sobre los extremos de las salidas y de todos los tubos expuestos una malla de alambre galvanizado de 1.4 mm de diámetro con aberturas de 13 x 13 mm.

(h) Agregado para Sub-drenaje sin Geotextil. El agregado debe ser arena natural limpia y libre de materia orgánica o un producto elaborado compuesto de partículas de piedra sin revestimiento, limpias, duras, durables y libres de terrones de arcilla y materia orgánica. El agregado debe cumplir con la graduación indicada en la siguiente tabla.

TABLA 605-1 Graduación para el Agregado Fino (AASHTO M 6)

Tamices AASHTO M 92		Porcentaje total que pasa
$\frac{3}{8}$ "	(9.50 mm)	100
N° 4	(4.75 mm)	95-100
N° 8	(2.36 mm)	80-100
N° 16	(1.18 mm)	50-85
N° 30	(0.600 mm)	25-60
N° 50	(0.300 mm)	10-30
N° 100	(0.150 mm)	2-10

(i) Agregado para sub-drenaje con geotextil. El agregado para sub-drenaje con geotextil debe consistir en piedra triturada, grava triturada o simplemente grava. Las partículas deben ser duras y durables, de calidad uniforme, libres de exceso de piedras alargadas o delgadas, deben estar limpias exentas de arcilla u otras sustancias perjudiciales. El agregado debe cumplir con cualquiera de las graduaciones indicadas en la siguiente tabla.

TABLA 605-2 Graduación para Agregado Grueso

Tamices AASHTO M 92		Porcentaje total que pasa		
		Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3
$1 \frac{1}{2}$ "	(38.1 mm)	100		
1"	(25.0 mm)	95-100	100	
$\frac{3}{4}$ "	(19.0 mm)		90-100	100
$\frac{1}{2}$ "	(12.5 mm)	25-60		90-100
$\frac{3}{8}$ "	(9.50 mm)		20-55	40-70
N° 4	(4.75 mm)	0-10	0-10	0-15
N° 8	(2.36 mm)	0-5	0-5	0-5

(j) Geotextil Tipo I. El geotextil para filtro a ser utilizado en los sub-drenajes debe ser del tipo No-Tejido, punzonado por agujas y debe cumplir con los requisitos de la Tabla 605-3. Este debe ser colocado de acuerdo con los detalles mostrados en los planos y con lo indicado en 605.08. El geotextil debe ser diseñado para permitir el paso del agua mientras retiene el suelo en el sitio sin apelmarsarse.

Adicionalmente, el geotextil debe cumplir con las características de supervivencia durante la instalación indicadas en 211.03 (a).

Tabla 605-3 Requerimientos Físicos para Geotextil en Función de Drenaje Subterráneo

Propiedades	Método de ensayo ASTM	Un.	Especificaciones ⁽¹⁾					
			Porcentaje de suelo que pasa el tamiz 0.075 mm ⁽⁵⁾					
			< 15	15 a 50	> 50	< 15	15 a 50	> 50
			Geotextil Clase 2 ⁽⁴⁾			Geotextil Clase 3 ⁽⁴⁾		
			Tipo I-A	Tipo I-B	Tipo I-C	Tipo I-D	Tipo I-E	Tipo I-F
Resistencia a la Tracción Grab	D 4632	N	1100/700	1100/700	1100/700	800/500	800/500	800/500
Resistencia de la costura	D 4632	N	990/630	990/630	990/630	720/450	720/450	720/450
Resistencia al Desgarre	D 4533	N	400 ⁽³⁾ /250	400 ⁽³⁾ /250	400 ⁽³⁾ /250	300/175	300/175	300/175
Resistencia a la Perforación	D 4833	N	400/250	400/250	400/250	300/175	300/175	300/175
Resistencia al Reventado	D 3786	kPa	2750/1350	2750/1350	2750/1350	2100/950	2100/950	2100/950
Permisividad	D 4491	s ⁻¹	0.5	0.2	0.1	0.5	0.2	0.1
Abertura Aparente de Poros ⁽⁶⁾	D 4751	mm	0.45 ⁽²⁾	0.25 ⁽²⁾	0.22 ^{(2) (7)}	0.45 ⁽²⁾	0.25 ⁽²⁾	0.22 ^{(2) (7)}
Estabilidad a los Rayos Ultravioleta	D 4355	%	50 % después de 500 horas de exposición					

⁽¹⁾ El primero de los valores en esta columna aplica al geotextil que rompe a menos de 50% de alargamiento (ASTM D 4632). El segundo de los valores en esta columna aplica al geotextil que rompe a más de 50 % de alargamiento (ASTM D 4632).

⁽²⁾ Valor promedio máximo del rollo.

⁽³⁾ El mínimo valor promedio de la resistencia del rollo al desgarre para geotextil tejido de monofilamento es de 245 N.

⁽⁴⁾ El geotextil Clase 2 es la selección por omisión. El Contratista podrá especificar geotextil Clase 3 para aplicaciones de drenaje de zanja basado en uno o más de las siguientes indicaciones:

(a) El Contratista considera que el geotextil Clase 3 tiene la suficiente supervivencia basado en su experiencia de campo.

(b) El Contratista considera que el geotextil Clase 3 tiene la suficiente supervivencia basado en ensayos de laboratorio e inspecciones visuales de muestras de geotextil tomadas desde una sección del campo construida previamente bajo las condiciones de campo.

(c) La profundidad del drenaje subterráneo es menor a 2 metros, el diámetro del agregado del filtro es menor de 30 mm y los requerimientos de compactación son iguales o menores al 95% de la densidad seca máxima determinada por el método AASHTO T-99.

⁽⁵⁾ Basado en un análisis de granulometría del suelo realizado en el campo de acuerdo con AASHTO T-88.

⁽⁶⁾ Los valores de las propiedades de filtración indicados se basan en el tamaño de partículas predominantes del suelo en el sitio del proyecto. Adicional a los valores de permisividad indicados, el diseñador podrá requerir la permeabilidad del geotextil basándose en el diseño de ingeniería para sistemas de drenaje de suelos problemáticos cercanos. Para un sitio particular se requerirán especificaciones especiales del geotextil en situaciones de suelo local inestable o altamente erosionable, tales como limos no cohesivos, suelos mal graduados o suelos con láminas alternas de arenas/limos, arcillas dispersas y/o rocas pulverizadas.

⁽⁷⁾ Para suelos cohesivos, con índice de plasticidad mayor que 7, los valores máximos promedios por rollo corresponden a valores de abertura aparente de poro, AOS, de 0.30 mm.

605.04 SUB-DRENAJE DE DRENAJE FRANCÉS.

(a) Material para Drenaje Francés. Este material puede ser piedra de canto rodado, material de cantera o material de desechos adecuado, pero teniendo siempre el cuidado de no usar material deleznable o que esté recubierto de grumos o terrones de arcilla, pudiendo ser de cualesquiera forma y dimensiones. Este material no debe tener ninguna granulometría definida.

(b) Capa Impermeable. Sobre las capas de material para filtro, se debe colocar una capa de material impermeable de preferencia arcilla o cualquier otro, que garantice un buen recubrimiento, que evite cualquier deterioro de las capas del material de filtro.

605.05 GEOCOMPUESTOS PARA SUB DRENAJE. Consiste en el suministro de un núcleo de drenaje con geotextil para drenaje subterráneo adherido a, o encapsulando el núcleo. Debe incluir todos los accesorios y materiales necesarios para empalmar una lámina, panel o rollo al siguiente, así como, para conectar el geocompuesto de drenaje al colector o tubería de salida o desfogue.

Para el núcleo del drenaje se deben utilizar polímeros sintéticos de cadena larga compuestos de por lo menos 85% en masa de polipropileno, poliéster, poliamida, cloruro de polivinilo, poliolefina o poliestireno. El núcleo se debe fabricar en láminas, paneles o rollos con la resistencia adecuada para soportar los esfuerzos producidos durante la instalación, así como durante las condiciones de carga a largo plazo. El espesor del núcleo se debe construir mediante columnas, conos, nudos, cúspides, mallas, filamentos rígidos u otras configuraciones.

Se deben suministrar geocompuestos de drenaje con una resistencia mínima a la compresión de 275 kPa cuando sean ensayados de acuerdo con el procedimiento A de la norma ASTM D 1621. Se deben suministrar empalmes, accesorios y conectores con la resistencia suficiente para mantener la integridad del sistema durante el manejo, en la construcción y en la aplicación de cargas permanentes, sin interrumpir el flujo o dañar el núcleo.

Si el geocompuesto para drenaje se almacena a la intemperie, se debe elevar y proteger las láminas, paneles o rollos con cubiertas impermeables y resistentes a la radiación ultravioleta.

Cuando se utilice un geocompuesto en una instalación permanente se debe limitar la exposición del geocompuesto a la radiación ultravioleta a menos de 10 días.

Cuando se requieran muestras, se debe proveer una muestra de 1.0 metro cuadrado de los productos suministrados, ya sean que éstos estén en forma de lámina o panel o una muestra de 1 metro de longitud por el ancho completo de los productos suministrados en presentación de rollo. Se debe etiquetar la muestra con el número de lote y de partida, fecha de la toma de la muestra, nombre y/o número del proyecto, número del renglón, nombre del fabricante y nombre del producto.

El flujo horizontal y vertical del agua dentro del núcleo debe interconectarse en todo momento a lo largo de toda la altura del núcleo. El núcleo del drenaje, con el geotextil encapsulándolo totalmente, debe proveer una razón de flujo mínimo de 1 litro por segundo por metro de ancho cuando se ensaye de acuerdo con la norma ASTM D 4716 bajo las siguientes condiciones de ensayo:

- 1) Espécimen de 300 milímetros de longitud
- 2) Carga aplicada de 69 kPa
- 3) Gradiente de 0.10
- 4) Período de asiento de 100 horas
- 5) Banda de esponja de celda cerrada entre las platinas y el geocompuesto

Se debe adherir firmemente el geotextil al núcleo de manera que no se formen dobleces, arrugas ni ocurra otro tipo de movimiento durante el manejo o después de la colocación. Se debe alcanzar la adherencia necesaria utilizando adhesivo insoluble en agua, sellador en caliente u otro método recomendado por el fabricante. No se debe utilizar adhesivo en las áreas del geotextil en las cuales ocurrirá el flujo.

Si se utiliza sellador en caliente, no se debe debilitar el geotextil a valores de resistencia más bajos que los requeridos. Se debe extender la tela geotextil debajo de la parte inferior del núcleo con una longitud suficiente para recubrir completamente la tubería colectora.

REQUISITOS DE CONSTRUCCION

605.06 PERFORACIONES. El número y tamaño de las perforaciones y la distribución de éstas en hileras debe ser el siguiente:

(a) Tubería perforada de arcilla. Las perforaciones deben ser circulares y cortadas limpiamente, de 6 mm de diámetro, en filas espaciadas 75 ± 6 mm centro a centro y paralelas al eje longitudinal de la tubería. Las filas deben estar arregladas en dos grupos iguales a cada lado de la línea vertical central de la tubería. Las filas de perforaciones inferiores deben estar separadas por un arco de 90° medidos a través del fondo de la tubería. Las filas superiores deben estar separadas por un arco de 200° , medidos a través de la parte superior de la tubería. El espaciamiento de las filas dentro de estos límites debe ser uniforme. El número total de filas de perforaciones para tuberías de 100, 150 y 200 mm debe ser 4; para tuberías de 250, 300 y 375 mm debe ser 6; y para 450, 525 y 600 mm debe ser 8.

(b) Tubería perforada de concreto. Tipo 1. Las perforaciones deben ser circulares, de no más de 8 mm de diámetro ni menos de 5 mm y arregladas en filas paralelas al eje de la tubería. Las perforaciones deben estar espaciadas 75 mm centro a centro a lo largo de las filas. El número total de filas debe ser el indicado en la siguiente tabla. Las filas deben estar espaciadas no más de 165° de circunferencia. Las filas deben posicionarse simétricamente respecto a la parte superior y a la inferior de la tubería.

Diámetro interior designado (en mm)	Número de filas de perforaciones
100	4
150	4
200	4
250	6
300	6
350	6
375	6
400	6
450	8
500	8
525	8
600	8
675 y mayores	Espaciar las filas a aproximadamente 150 mm

(c) Tubería perforada de concreto. Tipo 2. Las ranuras deben tener dirección circunferencial, con no más de 5 mm ni menos de 3 mm de ancho y de las longitudes indicadas en la siguiente tabla. Deben haber dos filas de ranuras, espaciadas 165° y centradas, en el caso de tuberías con refuerzo elíptico, alrededor del eje menor del refuerzo.

Diámetro interior designado (mm)	Longitud de la ranura (mm)	Espaciamiento de las ranuras (mm)
100	25	75
150	38	75
200	50	100
250	50	100
300	75	150
350	75	150
375	75	150
400	75	150
450	75	150
500	75	150
525	75	150
600	75	150
675 y mayores	100	150

(d) Tubería perforada corrugada de acero. Las perforaciones deben ser aproximadamente circulares y cortadas limpiamente. Deben tener diámetro nominal de no menos de 4.8 mm y no más de 9.5 mm y deben estar arregladas en filas paralelas al eje de la tubería. Las perforaciones se deben ubicar en las crestas interiores o a lo largo del eje neutro de las corrugaciones, con una perforación en cada fila para cada corrugación. Las filas de perforaciones deben estar arregladas en dos grupos iguales colocados simétricamente a cualquier lado de un segmento inferior no perforado correspondiente a la línea de flujo de la tubería. El espaciamiento de las filas debe ser uniforme. La distancia centro a centro de las filas no debe ser menor de 25 mm. El número mínimo de filas, la altura máxima de las líneas centrales de las filas superiores medidas desde la parte inferior del invert (H) y las longitudes de la cuerda interior de los segmentos no perforados (L) deben ser los indicados en la siguiente tabla. Ver la figura 605-1.

Diámetro interior (mm)	Filas de perforaciones ⁽¹⁾	H máx. (mm)	L mín. (mm)
100	2	46	64
150	4	69	96
200	4	92	128
250	4	115	160
300	6 ⁽²⁾	138	192
400	6 ⁽²⁾	184	256
450	6 ⁽²⁾	207	288
500	6 ⁽²⁾	230	320
600 y mayores	8	⁽³⁾	⁽³⁾

⁽¹⁾ Número mínimo de filas.

⁽²⁾ Se permite un mínimo de 4 filas en tubería con corrugaciones de 38 x 6.5 mm.

⁽³⁾ $H(\text{máx.}) = 0.46D$, $L(\text{mín.}) = 0.64D$, donde D es el diámetro interior de la tubería.

(f) Tubería perforada de aluminio. Las perforaciones deben ser circulares y cortadas limpiamente y deben tener un diámetro nominal no menor de 4.8 mm ni mayor de 9.5 mm. Las perforaciones se deben localizar en las crestas interiores o a lo largo del eje neutro de las corrugaciones, con una perforación en cada fila para cada corrugación. Las filas de perforaciones deben estar arregladas en dos grupos iguales colocados simétricamente a cualquier lado de un segmento inferior no perforado correspondiente a la línea de flujo de la tubería. El espaciamiento de las filas debe ser uniforme. La distancia entre la línea central de las filas no debe ser menor de 25 mm. El número mínimo de filas, la altura máxima de las líneas centrales de las filas superiores medidas desde la parte inferior del invert (H) y las longitudes de la cuerda interior de los segmentos no perforados (L) deben ser los indicados en la siguiente tabla. Ver la figura 605-1.

Diámetro interior (mm)	Filas de Perforaciones ⁽¹⁾	H máximo (mm)	L mínimo (mm)
100	2	46	64
150	4	69	96
200	4	92	128
250	4	115	160
300	6	138	192
400	6	184	256
450	6	207	288
500	6	230	320
600 y mayores	8	⁽²⁾	⁽²⁾

⁽¹⁾ Número mínimo de filas

⁽²⁾ $H(\text{máx.}) = 0.46D$; $L(\text{mín.}) = 0.64D$ donde D es el diámetro interior de la tubería.

(e) Tubería perforada de material plástico. Las perforaciones deben ser circulares con un diámetro entre 4.8 y 9.5 mm, arregladas en filas paralelas al eje de la tubería. Las perforaciones deben estar espaciadas 76 mm centro a centro a lo largo de la fila. Las filas de

perforaciones deben estar arregladas en dos grupos iguales colocados simétricamente a cualquier lado del segmento inferior no perforado, correspondiente a la línea de flujo. El espaciamiento de las filas debe ser uniforme. La distancia entre centros de filas no debe ser menor de 25 mm. El número mínimo de filas, la altura máxima de las líneas centrales de las filas superiores medidas desde la parte inferior del invert (H) y las longitudes de la cuerda interior de los segmentos no perforados (L) deben ser los indicados en la siguiente tabla. Ver figura 605-1.

Diámetro interno (mm)	Filas de perforaciones	H, máx. (mm)	L, mín. (mm)
100	2	46	64
150	4	69	96
200	4	92	128
250	4	115	160
300	6	138	192
375	6	172	240

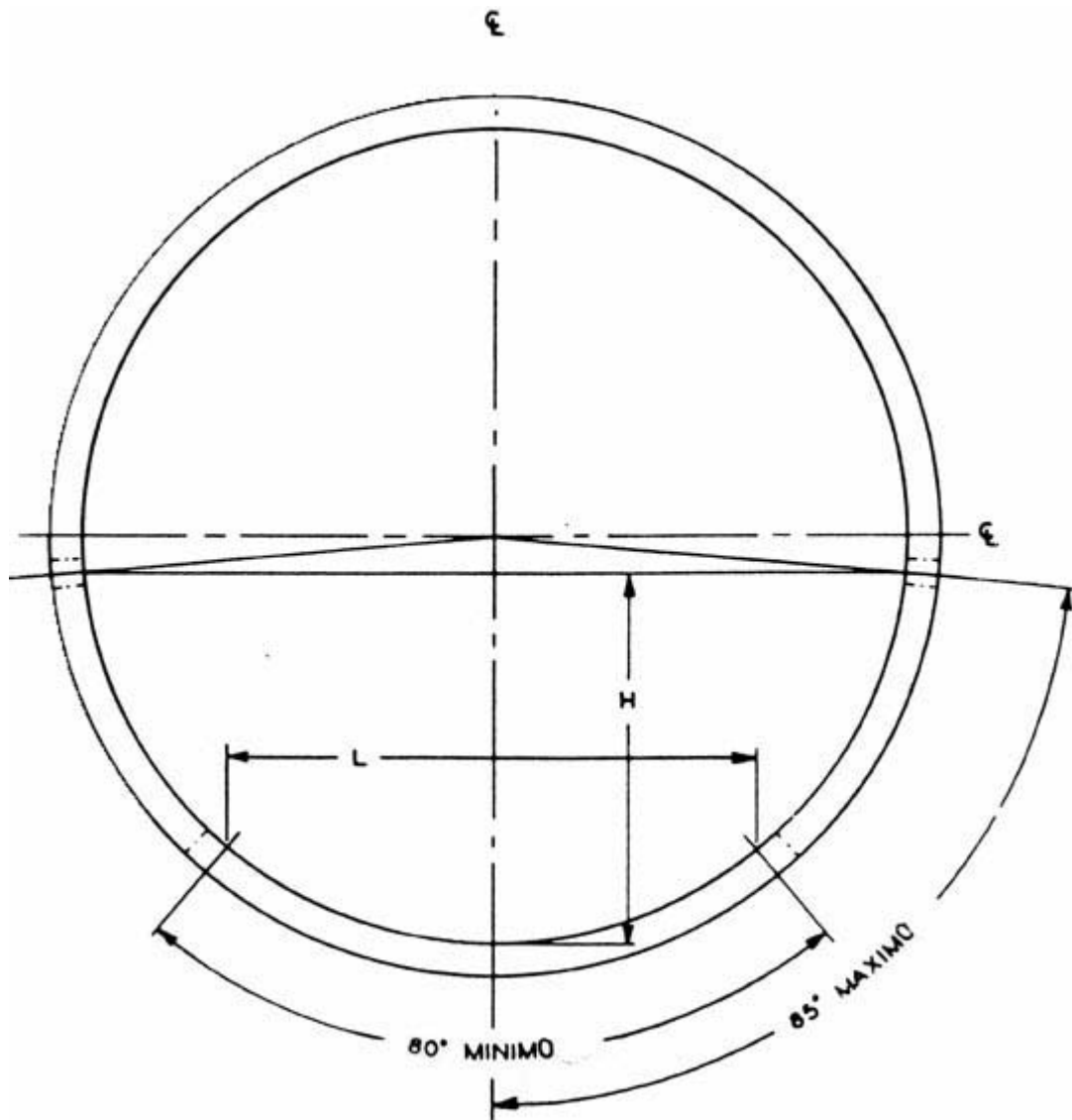


Figura 605-1 Requerimientos de las Perforaciones (AASHTO M 36, M 196 y M 252)

605.07 EXCAVACION. La excavación de las zanjas para los sub-drenajes debe hacerse de conformidad con los planos o como lo ordene el Delegado Residente y de acuerdo con las disposiciones aplicables de la Sección 205. Donde haya que colocar sub-drenaje dentro o abajo de un terraplén, el terraplén debe ser construido hasta la altura de la parte superior del sub-drenaje, antes de hacer la excavación de la zanja.

605.08 COLOCACION.

(a) Drenaje Francés.

(1) Material para Drenaje Francés. Este material puede ser piedra de canto rodado, material de cantera o material de desechos adecuado, pero teniendo siempre el cuidado de no usar material deleznable o que esté recubierto de grumos o terrones de arcilla, pudiendo ser de cualesquiera forma y dimensiones. Este material no debe tener ninguna granulometría definida.

Después que la excavación haya sido terminada de acuerdo con la línea y pendiente dada, se debe colocar en forma tal que las piedras de mayores dimensiones, queden en el fondo de la excavación y colocar hacia arriba consecutivamente las de dimensiones menores en forma decreciente y a continuación el material fino. Las piedras que van apoyadas en el fondo de la excavación, deben tener por lo menos en su dimensión menor, un tamaño de un 35% del ancho de la excavación para que en conjunto con la capa inmediata superior, formen un canal en el fondo de la excavación.

Para drenaje francés, las pendientes deben ser 0.3% mínimo y 0.5% máximo.

(2) Capa impermeable. Sobre las capas del drenaje francés, se debe colocar una capa impermeable de preferencia arcilla o cualquier otro, que garantice un buen recubrimiento, que evite cualquier deterioro de las capas del material de filtro.

(b) Sub-Drenaje con Geotextil (con o sin tubería perforada).

(1) Geotextil. El geotextil para filtro debe ser colocado después de haber sido terminada la excavación, recubriendo el fondo y las caras laterales de la zanja hasta una altura igual a la altura del filtro de agregado grueso y cubriendo totalmente la parte superior del mismo. La superficie donde se colocará la tela debe estar libre de materiales extraños y sueltos y de objetos cortantes que puedan dañar el geotextil durante su instalación. El geotextil se debe colocar suelto (no tenso), sin arrugas ni pliegues. Se debe tener especial cuidado para evitar que queden espacios vacíos entre el geotextil y la zanja. Los rollos adyacentes de geotextil deben ser traslapados un mínimo de 500 mm. El nuevo rollo siempre deberá ir por debajo del antiguo, en el sentido del flujo.

Si se daña el geotextil durante la colocación, la sección rota o punzonada debe ser reemplazada totalmente o reparada colocando un parche lo suficientemente grande para cubrir el área dañada y que llene los requisitos de traslape.

Los daños hechos al geotextil, resultantes de las operaciones del Contratista, de sus vehículos o de su equipo, deben ser reparados o el geotextil reemplazado, a su costa.

(2) Tubería Perforada. Cuando se indique en los planos, la tubería perforada se debe colocar después de colocar el geotextil y sobre una cama, de 50 milímetros de espesor, de material granular. La capa de material granular servirá para acuñar perfectamente el geotextil al fondo y paredes de la zanja para evitar que queden espacios vacíos entre el geotextil y la zanja.

La colocación se debe principiar en el extremo de aguas abajo, con los extremos de campana o ranura en la dirección aguas arriba. La tubería perforada se debe colocar de tal manera, que no haya perforaciones en la mitad superior de ella.

La tubería de metal corrugado se debe asegurar, sujetándola con fajas ó pernos de acoplamiento.

La tubería perforada se debe conectar a los pozos de visita, tragantes y similares, según lo requieran los planos o lo ordene el Delegado Residente; y se debe hacer la conexión o salida construyendo un cabezal apropiado.

En los casos en que se requiera sub-drenajes de tubería perforada con ramales, en el centro de la carretera, las conexiones de éstos entre sí se deben hacer con los accesorios apropiados, los cuales el Contratista debe proporcionar como parte de este trabajo.

Para los sub-drenajes laterales de 100 y 150 milímetros de diámetro, la pendiente mínima debe ser de 0.2 á 0.3%. Normalmente para todos los sub-drenajes, la pendiente debe ser 0.5% mínimo y 1.00% máximo.

(3) Material Granular. El material granular se colocará en capas con el espesor autorizado por el Delegado Residente y empleando un método que no de lugar a daños en el geotextil o en las paredes de la zanja. Para las condiciones normales de colocación, la altura máxima de caída del material no debe exceder de 1.0 metro. El relleno se llevará a cabo hasta la altura indicada en los planos o autorizada por el Delegado Residente.

Completado el relleno del filtro con el material granular, se harán los traslapes del geotextil. El geotextil debe ser cubierto inmediatamente con el suelo proveniente de la excavación, si éste no es inadecuado. Este material se debe compactar en capas sucesivas con un espesor no mayor de 100 milímetros hasta alcanzar la altura requerida en los planos. Si el material es inadecuado, se deberá obtener material de relleno de otro lugar.

(c) Geocompuestos. Cuando así este indicado su uso en los planos, se debe extender la manga del geocompuesto para introducir la tubería perforada. El geocompuesto debe ser colocado de manera que no se restrinja el flujo a través del núcleo. No se debe colocar geocompuestos contra un mortero de menos de 4 días de edad.

Los rollos del geocompuesto, deben empalmarse de manera que se evite la infiltración de suelo dentro del núcleo. Los empalmes deben construirse de manera que el flujo en los extremos a empalmar sea continuo. El geotextil debe ser traslapado un mínimo de 75 mm en la dirección del flujo del agua. En los empalmes verticales el geotextil debe traslaparse en la dirección en que se coloque el material de relleno.

El geocompuesto ya ensamblado con el tubo debe ser colocado dentro de la zanja del sub-drenaje con el rostro del geocompuesto contra el lado de la zanja donde fluye el agua. El geocompuesto se anclará al terreno natural de tal forma que no se vaya a deslizar. Para su anclaje se utilizarán ganchos metálicos. Si la pared de la zanja es irregular, ésta debe ser alisada ó se debe colocar una capa de material granular entre el geocompuesto y la pared de la zanja.

Se utilizará como material de relleno de la zanja el mismo suelo de la excavación. Si este suelo presenta un índice de plasticidad mayor a 7, se reemplazará por otro material de mejor calidad. El resto del relleno debe ser colocado y compactado de acuerdo con lo indicado en la sección 205.

Cuando se utilice un geocompuesto junto con una membrana impermeable en muros de contención fabricados de concreto estructural, los paneles del drenaje, compatibles con la

membrana, deben ser instalados utilizando métodos recomendados por el fabricante de la membrana.

El núcleo de drenaje debe ser conectado a la tubería colectora de manera que el flujo sea continuo a través de todo el sistema.

605.09 MEDIDA.

(a) Tubería Perforada. La medida se debe hacer del número de metros lineales con aproximación de dos decimales, de tubería perforada de los diámetros especificados, medidos según su alineamiento, suministrados y colocados satisfactoriamente, de acuerdo con estas Especificaciones Generales. La medida de este trabajo incluye todos los accesorios necesarios.

(b) Material Granular para Filtro. La medida se debe hacer del número de metros cúbicos con aproximación de dos decimales, de material granular para filtro, suministrados y colocados satisfactoriamente, de acuerdo con estas Especificaciones Generales; y las dimensiones deben ser tomadas desde el fondo de la excavación hasta la parte superior del material para filtro y a todo lo ancho de la excavación, descontando el volumen que ocupa el cilindro correspondiente al diámetro exterior de la tubería.

(c) Drenaje Francés. La medida se debe hacer del número de metros cúbicos, con aproximación de dos decimales de drenaje francés, suministrados y colocados satisfactoriamente, de acuerdo con estas Especificaciones Generales; y las dimensiones deben ser tomadas desde el fondo de la excavación hasta la parte superior del agregado para filtro y a todo lo ancho de la excavación. Este trabajo incluye el suministro y colocación de la capa impermeable.

(d) Geotextil. La medida se debe hacer del número de metros cuadrados, con aproximación de dos decimales de geotextil suministrado y colocado satisfactoriamente de acuerdo con estas Especificaciones Generales.

(e) Geocompuesto. La medida se debe hacer del número de metros cuadrados, con aproximación de dos decimales de geocompuesto suministrado y colocado satisfactoriamente de acuerdo con estas Especificaciones Generales.

(f) En este trabajo, no se debe hacer ninguna medida de la excavación, la cual se debe medir de acuerdo con la Sección 205.

605.10 PAGO.

(a) Tubería Perforada. El pago se debe hacer por el número de metros lineales medidos como se indica en 605.08 (a) al precio unitario de contrato correspondiente a tubería perforada, cuyo precio incluye el trabajo estipulado en esta Sección, de conformidad con lo indicado en 110.02. El pago de este trabajo, comprende también todos los accesorios.

(b) Material Granular para filtro. El pago se debe hacer por el número de metros cúbicos, medidos como se indica en 605.08 (b), al precio unitario de contrato correspondiente a Material Granular para Filtro, cuyo precio incluye el trabajo estipulado en esta Sección, de conformidad con lo indicado en 110.02.

(c) Drenaje Francés. El pago se debe hacer por el número de metros cúbicos medidos como se indica en 605.08 (c), al precio unitario de contrato correspondiente a Drenaje Francés, cuyo precio incluye el trabajo estipulado en esta Sección, de conformidad con lo indicado en 110.02. El pago de este trabajo, comprende también el suministro y colocación de la capa impermeable.

(d) Geotextil. El pago se debe hacer por el número de metros cuadrados medidos como se indica en 605.08 (d) al precio unitario de contrato correspondiente a Geotextil, cuyo precio incluye el trabajo estipulado en esta Sección, de conformidad con lo indicado en 110.02.

(e) Geocompuesto. El pago se debe hacer por el número de metros cuadrados medidos como se indica en 605.08 (e) al precio unitario de contrato correspondiente a Geocompuesto, cuyo precio incluye el trabajo estipulado en esta Sección, de conformidad con lo indicado en 110.02.

(f) En este trabajo no se debe incluir el pago de la excavación, la cual se debe pagar de acuerdo con la Sección 205.

RESUMEN DE NORMAS

<u>Ensayos</u>			<u>Materiales</u>
Resistencia a la Compresión	ASTM D 1621	Tubería de concreto	AASHTO M 176
		Tubería perforada de arcilla	AASHTO M 65
		Tubería de concreto simple	AASHTO M 175
		Tubería corrugada perforada de acero	AASHTO M 36 AASHTO M 218
		Tubería perforada de PVC	AASHTO M 278
		Tubería corrugada de Polietileno	AASHTO M 252 AASHTO M 294
		Tubería de ABS	AASHTO M 264
		Tubería perforada de aluminio	AASHTO M 196
		Perforaciones en tuberías de PVC y polietileno	AASHTO M 252
		Perforaciones en tuberías de ABS	AASHTO M 278

SECCION 606 DRENAJES HORIZONTALES

- 606.01 Definición.
- 606.02 Descripción.
- 606.03 Tubería.
- 606.04 Perforaciones.
- 606.05 Colocación.
- 606.06 Medida.
- 606.07 Pago.

606.01 DEFINICION. Drenajes Horizontales. Son los drenajes, de tubería perforada colocados a presión dentro de los taludes de excavación de la carretera y para drenaje de éstos.

606.02 DESCRIPCION. Este trabajo consiste en el suministro, transporte y colocación a presión dentro del talud, tuberías perforadas, normales aproximadamente a la línea central de la carretera. También incluye la perforación de agujeros guía, si éstos son necesarios.

MATERIALES

606.03 TUBERÍA. Los drenajes horizontales deben ser de acero corrugado, de polietileno o de cloruro de polivinilo (PVC) y deben cumplir con los requisitos de las especificaciones AASHTO M 36, AASHTO M 252 ó M 294 y AASHTO M 278, respectivamente y con lo indicado en 605.03 (d) y (e) de estas Especificaciones Generales.

REQUISITOS DE CONSTRUCCION

606.04 PERFORACIONES. Las perforaciones de los tubos para los drenajes horizontales podrán consistir en agujeros o en ranuras.

(a) Tubería ranurada. La tubería ranurada debe tener dos filas de ranuras. Las filas deben estar en la dirección longitudinal de la tubería y las ranuras deben ser cortadas en dirección circunferencial. Las filas deben estar centradas en 2 de los puntos terceros (separadas 120°) de la circunferencia. Cada fila de ranuras debe cumplir con una de las configuraciones indicadas en la tabla siguiente.

N° de ranuras /m	Ancho de las Ranuras (mm)	Área mínima total de las ranuras /m (mm ²)
69-75	1.27	2110
72-78	0.51	975
148-154	0.25	975

El Delegado Residente determinará la configuración a utilizar. Las ranuras deben estar espaciadas uniformemente a lo largo de la tubería. El área mínima debe ser medida en la superficie interna de la tubería.

(b) Tubería perforada. La tubería perforada debe tener 3 filas de perforaciones con una fila a cada lado de la tubería (separadas 120°) y la tercera en la parte superior. Las perforaciones deben tener un diámetro de 10 mm y deben estar espaciadas a 75 mm entre centros con las perforaciones en la parte superior alternadas en relación con las perforaciones laterales.

En la salida del drenaje se debe colocar un tramo de tubería sin perforar con una longitud tal que el agua no se derrame sobre el talud.

606.05 COLOCACION. Los sitios de ubicación de los drenajes horizontales, deben ser establecidos mediante las observaciones que se ejecuten durante el proceso de construcción de la carretera, según lo ordene el Delegado Residente. Los largos y diámetros de las tuberías,

deben ser determinados por observaciones y mediciones necesarias, ejecutadas para cada caso en particular por el Delegado Residente. La forma y procedimientos de colocación, pueden ser por medios manuales o mecánicos, usando la mano de obra y equipo más adecuado y lo indicado en los planos. Simultáneamente con la introducción de la tubería dentro del talud, se debe extraer el material que se va depositando en su interior, para ayudar a la colocación y también para garantizar un buen funcionamiento hidráulico de la misma posteriormente.

Los drenajes horizontales instalados en las terrazas de los taludes de corte deben ser completados antes de efectuar cualquier excavación a más de 12 m por debajo de la elevación de la terraza donde se instalará el drenaje.

Las perforaciones horizontales guía deben ser barrenadas con equipo rotativo capaz de perforar agujeros con un diámetro de 75 a 150 mm y con una longitud de hasta 20 m dentro de la roca o el suelo.

La tubería debe ser instalada empujándola dentro de la perforación con las ranuras o perforaciones en la parte superior o, a opción del Contratista, debe ser instalada insertando la tubería dentro de la varilla de perforación y luego retirando la varilla de manera que el agujero perforado quede entubado en toda su longitud. La operación de entubado del agujero perforado debe ser hecha de tal manera que el entubado forme una tubería continua sin reducciones de diámetro y sin daños de tal magnitud que la eficiencia del drenaje se vea disminuida.

El espacio entre el agujero perforado y la tubería debe ser rellenado firmemente con suelo por una longitud de por lo menos 0.6 m medidos a partir del extremo de salida del agujero. Se debe utilizar tubería sin perforar en los últimos 3 a 6 metros del extremo de salida. El espacio entre el suelo y la tubería sin perforar de los 3 m medidos a partir de la salida debe ser sellado utilizando un material impermeable aprobado. No se debe sellar el espacio entre el suelo y la tubería ranurada.

Los extremos de salida de todos los drenajes horizontales deben ser equipados con los accesorios necesarios para conectarlos con el sistema colector.

Durante las operaciones de perforación, el Contratista debe determinar la elevación en el extremo interior del agujero perforado para el drenaje horizontal. Cuando se utilice agua en las operaciones de la perforación guía, el Contratista será responsable de no dañar cauces de agua superficial ni erosionar el talud.

606.06 MEDIDA. La medida se debe hacer del número de metros lineales, con aproximación de dos decimales, de drenajes horizontales suministrados y colocados satisfactoriamente, de acuerdo con estas Especificaciones Generales.

606.07 PAGO. El pago se debe hacer por el número de metros lineales medidos como se indica anteriormente, al precio unitario de contrato correspondiente a Drenajes Horizontales, cuyo precio incluye el trabajo estipulado en esta Sección, de conformidad con lo indicado en 110.02.

RESUMEN DE NORMAS

<u>Ensayos</u>	<u>Materiales</u>
Tubería corrugada de acero	AASHTO M 36
Tubería de Polietileno	AASHTO M 252 AASHTO M 294
Tubería de PVC	AASHTO M 278

SECCION 607 CAJAS Y CABEZALES PARA ALCANTARILLAS

- 607.01 Definición.
- 607.02 Descripción.
- 607.03 Concreto Ciclópeo.
- 607.04 Concreto Clase 17.5 MPa (2,500 psi).
- 607.05 Mampostería de Piedra.
- 607.06 Mampostería de Ladrillo o Bloque.
- 607.07 Cajas y Cabezales de Concreto Clase 17.5 MPa (2500 psi) o Ciclópeo.
- 607.08 Cajas y Cabezales de Mampostería de Piedra.
- 607.09 Cajas y Cabezales de Mampostería de Ladrillo o Bloque.
- 607.10 Medida.
- 607.11 Pago.

607.01 DEFINICION. Cajas y Cabezales para Alcantarillas. Son las estructuras de concreto ciclópeo, concreto Clase 17.5 MPa (2500 psi), mampostería de piedra, mampostería de ladrillo o bloque, colocadas en los extremos de las alcantarillas (entrada y salida), para encauzar el agua y protección de la carretera.

607.02 DESCRIPCION. Este trabajo consiste en el transporte, suministro, manejo y almacenamiento de los materiales y la construcción de las cajas y cabezales. Las cajas y cabezales deben ser de los tipos y dimensiones, indicados en los planos. El tipo a construir en cada caso, debe ser determinado en el campo por el Delegado Residente.

MATERIALES

607.03 CONCRETO CICLOPEO. La calidad de los materiales del concreto ciclópeo para estas estructuras, debe ser la indicada en la Sección 555.

607.04 CONCRETO CLASE 17.5 MPa (2,500 psi). La calidad de los materiales del concreto clase 17.5 MPa (2,500 psi) para estructuras, debe ser la indicada en la Sección 551.

607.05 MAMPOSTERIA DE PIEDRA. La calidad de los materiales de la mampostería de piedra para estas estructuras, debe ser la indicada en la Sección 565.

607.06 MAMPOSTERIA DE LADRILLO O BLOQUE. La calidad de los materiales de la mampostería de ladrillo o bloque para estas estructuras, deben ser las indicadas en la Sección 566.

REQUISITOS DE CONSTRUCCION

607.07 CAJAS Y CABEZALES DE CONCRETO CLASE 17.5 MPa (2,500 PSI) O CICLOPEO. La profundidad de cimentación debe ser la indicada en los planos. La hechura y remoción de formaleta, la colocación y curado del concreto se deben ejecutar de acuerdo con lo indicado en la Sección 551 y 556.

Si por alguna razón se suspende la fundición en un punto tal que el concreto haya alcanzado su fraguado, en el punto donde se interrumpa se debe hacer una junta de construcción. Para que las siguientes capas de concreto queden bien unidas, se deben dejar llaves formadas por piedras angulosas en el caso del concreto ciclópeo u otras recomendadas para estos casos.

A las superficies de las cajas y cabezales de concreto Clase 17.5 MPa (2,500 psi) ó ciclópeo, no se les debe dar un acabado especial, sino que el rústico dejado por las formaletas, si los planos no indican otra cosa.

607.08 CAJAS Y CABEZALES DE MAMPOSTERIA DE PIEDRA. La profundidad de cimentación debe ser la indicada en los planos. El levantado de la mampostería o colocación de las Piedras y el mortero se debe hacer de acuerdo con lo indicado en la Sección 565.

Las superficies de las cajas y cabezales de mampostería de piedra no se debe repellar, si los planos no indican lo contrario.

607.09 CAJAS Y CABEZALES DE MAMPOSTERIA DE LADRILLO O BLOQUE. La profundidad de cimentación debe ser la indicada en los planos. El levantado de la mampostería o colocación de los ladrillos y el mortero se debe hacer de acuerdo con lo indicado en la Sección 566.

Las superficies de las cajas y cabezales de mampostería de ladrillo o bloque, no se deben repellar, si los planos no indican lo contrario.

607.10 MEDIDA. La medida se debe hacer del número de metros cúbicos con aproximación de dos decimales, de Cajas y Cabezales de Concreto Clase 17.5 MPa (2,500 psi) ó Ciclópeo, Mampostería de Piedra, Mampostería de Ladrillo o Bloque, construidos satisfactoriamente, de acuerdo con estas Especificaciones Generales.

607.11 PAGO. El pago se debe hacer por el número de metros cúbicos medidos como se indica anteriormente, al precio unitario de contrato, correspondiente a Cajas y Cabezales de Concreto Clase 17.5 MPa (2,500 psi) o Ciclópeo, Mampostería de Piedra, Mampostería de Ladrillo o Bloque, cuyo precio incluye el trabajo estipulado en esta Sección, de conformidad con lo indicado en 110.02.

RESUMEN DE NORMAS

<u>Ensayos</u>	<u>Materiales</u>
	Concreto ciclópeo 555*
	Concreto Clase 17.5 (2,500) 551*
	Mampostería de piedra 565*
	Mampostería de Ladrillo o Bloque 566*

* Se refiere a estas Especificaciones Generales

SECCION 608 CUNETAS REVESTIDAS

- 608.01 Definición.
- 608.02 Descripción.
- 608.03 Piedra Ligada con Mortero.
- 608.04 Concreto Simple Fundido en Sitio.
- 608.05 Concreto Simple Prefundido.
- 608.06 Mezclas Asfálticas.
- 608.07 Piedra Ligada con Mortero.
- 608.08 Concreto Simple Fundido en Sitio.
- 608.09 Concreto Simple Prefundido.
- 608.10 Mezclas Asfálticas.
- 608.11 Medida.
- 608.12 Pago.

608.01 DEFINICION. Cunetas Revestidas. Son los canales, situados a ambos lados de la línea central de la carretera, recubiertas de: piedra ligada con mortero, concreto simple fundido en sitio, concreto simple pre-fundido o mezclas asfálticas, que sirven para conducir hacia los drenajes, el agua de lluvia que cae sobre la corona y los taludes.

608.02 DESCRIPCION. Este trabajo consiste en el transporte, suministro, elaboración, manejo, almacenamiento y colocación de los materiales de construcción. También se incluye en este trabajo, todas las operaciones necesarias de alineamiento, excavación, conformación de la sección y compactación del suelo, para la correcta construcción de las Cunetas revestidas, de acuerdo con los planos, así mismo la construcción de vertederos.

Las cotas de cimentación, las dimensiones, tipos y formas de las Cunetas Revestidas, deben ser las indicadas en los planos o como las ordene el Delegado Residente.

Antes de colocar cualquiera de los revestimientos mencionados anteriormente, se debe conformar y compactar la superficie de las cunetas y retirar cualquier materia extraña o suelta que se encuentre entre las mismas.

MATERIALES

608.03 PIEDRA LIGADA CON MORTERO.

(a) Piedra. La piedra para el revestimiento de las cunetas, puede ser canto rodado o material de cantera labrada o no-labrada. También se puede usar residuos de pavimento de concreto. La piedra debe ser dura, sana, libre de grietas u otros defectos estructurales que tiendan a reducir su resistencia a la intemperie. Las superficies de las piedras deben estar exentas de tierra, arcilla o cualquier materia extraña, que pueda obstaculizar la perfecta adherencia del mortero. Las piedras pueden ser de cualquier forma, pero una de sus superficies debe ser aproximadamente plana, de un decímetro cuadrado de área y un espesor no menor de 100 milímetros. En caso de usar canto rodado, no debe tener necesariamente alguna de las superficies plana; pero en todo caso el material a usar debe ser aprobado por el Delegado Residente.

(b) Mortero. El mortero para la construcción de las cunetas, debe cumplir con los requisitos indicados en la sección 565.

608.04 CONCRETO SIMPLE FUNDIDO EN SITIO. El concreto para el revestimiento de las cunetas, debe ser de clase 14 MPa (2,000 psi) y debe cumplir con los requisitos de 551.

608.05 CONCRETO SIMPLE PREFUNDIDO.

(a) Planchas. Las planchas para revestimiento de las cunetas, deben ser fabricadas de concreto clase 14 MPa (2,000 psi) y deben cumplir con los requisitos de 551.

(b) Mortero. El mortero para la unión de las planchas, debe cumplir con los requisitos indicados en 565.

608.06 MEZCLAS ASFALTICAS. La mezcla asfáltica para revestimiento de cunetas, debe consistir en concreto asfáltico en caliente mezclado en planta de acuerdo con la Sección 401, con el requisito de que se use cemento asfáltico 60-70 ú 85-100 AASHTO M 20 ó AC 10 AASHTO M 226, o bien mezcla en frío en planta de acuerdo con la Sección 403, pudiendo usar asfalto rebajado MC 70 AASHTO M 82.

REQUISITOS DE CONSTRUCCION

608.07 PIEDRA LIGADA CON MORTERO.

(a) Preparación y Colocación de la Piedra. Las superficies de las piedras, se deben humedecer antes de colocarlas, para quitar la tierra, arcilla o cualquier materia extraña; deben ser rechazadas las piedras cuyos defectos no se puedan remover por medio de agua y cepillo. Las piedras limpias se deben ir incrustando cuidadosamente sobre la superficie del terreno debidamente preparado, con las superficies planas si las tiene hacia el exterior. La separación entre piedra y piedra no debe ser menor de 30 milímetros ni mayor de 50 milímetros, las cuales deben quedar completamente llenas de mortero.

Las piedras se deben manipular en tal forma, que no golpeen a las ya colocadas para que no alteren su posición.

No se debe permitir rodar o dar vuelta a las piedras sobre la cuneta, ni golpearlas o martillarlas una vez colocadas. Si una piedra se afloja después de que el mortero haya alcanzado el fraguado inicial, se debe remover la piedra y el mortero circundante, y colocarla de nuevo.

(b) Elaboración y Colocación de Mortero. Debe cumplir con lo especificado en la Sección 565, con la salvedad de que en este caso se refiere a cunetas revestidas y no a estructuras de mampostería de piedra y que no es aplicable lo indicado en el último párrafo relacionado con humedad, aplicación de carga y repello. El mortero colocado en las juntas debe penetrar 13 milímetros debajo de la superficie. Se debe remover el mortero en exceso de la superficie.

Las cunetas se deben mantener húmedas durante 6 horas después de haber sido terminadas. No se debe aplicar ninguna carga exterior sobre las cunetas terminadas, por lo menos durante 2 días después de haber terminado el trabajo.

608.08 CONCRETO SIMPLE FUNDIDO EN SITIO. La elaboración y colocación del concreto para revestimiento de cunetas, debe cumplir en lo aplicable, con los requisitos indicados en las secciones 551 y 553. Se debe colocar el concreto, principiando en el extremo de la cuneta a revestir y avanzando en el sentido ascendente de la pendiente de la misma. Se deben dejar juntas de construcción a cada 2 metros, con un espesor de 3 mm. Se debe tener cuidado en la colocación de la formaleta y al colocar el concreto se deben nivelar bien las superficies para que la cuneta quede con la verdadera forma y dimensiones indicadas en los planos. El espesor mínimo de la cuneta debe ser de 70 milímetros.

608.09 CONCRETO SIMPLE PREFUNDIDO.

(a) Fabricación y Colocación de las Planchas. La fabricación de las planchas de concreto para el revestimiento de cunetas, se debe cumplir en lo aplicable, con los requisitos indicados en las Secciones 551 y 553. Las formas y dimensiones de las planchas deben ser las indicadas en los planos, con un espesor mínimo de 70 milímetros. Las superficies de las planchas, se deben humedecer antes de ser colocadas, e ir las colocando cuidadosamente, sobre la superficie del terreno debidamente preparado. La separación entre plancha y plancha no debe ser menor de 15 ni mayor de 30 milímetros, las cuales deben quedar completamente llenas de mortero. No se debe permitir arrastrar o dar vuelta a las planchas sobre la cuneta, ni golpearlas o martillarlas una vez colocadas. Si una plancha se afloja después de que el mortero haya alcanzado el fraguado inicial, se debe remover la plancha y el mortero circundante y colocarla de nuevo.

(b) Elaboración y Colocación del Mortero. Debe cumplir con lo especificado en la Sección 565.

608.10 MEZCLAS ASFÁLTICAS. La colocación de las mezclas asfáltica para revestimiento de cunetas, debe cumplir, en lo aplicable, con los requisitos indicados en la Sección 401, para concreto asfáltico en caliente mezclado en planta; y en la Sección 403 para mezcla en frío elaborado en planta. Antes de la colocación de las mezclas, siempre se debe verificar alineamiento, sección y pendiente para que estén de acuerdo con los planos; se debe retirar de las cunetas todo material suelto o extraño que se encuentre sobre la superficie de las mismas y al colocar la mezcla dar la compactación debida.

El espesor mínimo del concreto asfáltico mezclado en caliente debe ser de 30 milímetros y el de mezcla en frío de 40 milímetros.

608.11 MEDIDA. La medida se debe hacer del número de metros cuadrados, con aproximación de dos decimales, de Cunetas Revestidas de Piedra Ligada con Mortero, Concreto Simple Fundido en Sitio, Concreto Simple Pre-fundido, o de Mezclas Asfálticas, construidas satisfactoriamente de acuerdo con estas Especificaciones Generales.

También se debe incluir en esta medida los Vertederos y Cortinas. En el caso de cortinas si tienen un espesor mayor que el especificado para cunetas, al volumen construido se le debe calcular su equivalente en metros cuadrados del espesor correspondiente al tipo o clase de cuneta de que se trate.

608.12 PAGO. El pago se debe hacer por el número de metros cuadrados, medidos como se indica anteriormente, al precio unitario de contrato, correspondiente a Cunetas Revestidas de Piedra Ligada con Mortero, Concreto Simple Fundido en Sitio, Concreto Simple Pre-fundido, o de Mezclas Asfálticas; así como Vertederos y Cortinas, cuyo precio incluye el trabajo estipulado en esta Sección, de conformidad con lo indicado en 110.02.

RESUMEN DE NORMASEnsayosMateriales

Cemento Asfáltico	AASHTO M 20 AASHTO M 226
Asfaltos Líquidos MC	AASHTO M 81
Concreto Clase 14 (2,000)	551*
Estructuras de Concreto	553*
Concreto Asfáltico en Caliente	401*
Mezcla en Frío	403*
Mortero	565*

* Se refiere a estas Especificaciones Generales.

SECCION 609 BORDILLOS

- 609.01 Definición.
- 609.02 Descripción.
- 609.03 Requisitos de los Materiales.
- 609.04 Colocación.
- 609.05 Medida.
- 609.06 Pago.

609.01 DEFINICION. Bordillos. Son las estructuras de concreto simple, que se construyen en el centro, en uno o en ambos lados de una carretera para el encauzamiento de las aguas, sobre todo en las secciones en relleno así como para el ordenamiento del tráfico y seguridad del usuario.

609.02 DESCRIPCION. Este trabajo consiste en el transporte, suministro, elaboración, manejo, almacenamiento y colocación de los materiales de construcción. También se incluye en este trabajo, la formaleta, excavación si la hay y todas las operaciones necesarias para la correcta construcción de los bordillos, de acuerdo con los planos.

MATERIALES

609.03 REQUISITOS DE LOS MATERIALES. El bordillo debe ser de concreto clase 17.5 MPa (2,500 psi) y debe cumplir, en lo aplicable, con los requisitos de la Sección 551.

REQUISITOS DE CONSTRUCCION

609.04 COLOCACION. Las cotas de cimentación, las dimensiones, tipos y formas de los bordillos, deben ser los indicados en los planos. La elaboración, colocación y curado del concreto, la construcción, colocación y remoción de la formaleta, debe cumplir en lo aplicable, con los requisitos de las Secciones 551 y 553. Los bordillos se pueden construir por medios manuales o por medio de equipo fabricado especialmente para esta clase de trabajo. Si el bordillo es construido a mano, debe tener juntas de dilatación cada 10 metros como máximo y de un espesor máximo de 15 milímetros. En el caso de ser construido con equipo especial, solamente se deben requerir ranuras del espesor indicado anteriormente, cada 2 metros y en la parte superior del mismo. Cuando el bordillo se construye adyacente o con un pavimento de concreto hidráulico las juntas de dilatación deben coincidir con las del pavimento.

609.05 MEDIDA. La medida se debe hacer, del número de metros lineales de bordillos, con aproximación de dos decimales, medidos a lo largo de la línea central de los mismos, construidos satisfactoriamente, de acuerdo con estas Especificaciones Generales.

609.06 PAGO. El pago se debe hacer por el número de metros lineales medidos como se indica anteriormente, al precio unitario de contrato, correspondiente a Bordillos, cuyo precio incluye el trabajo estipulado en esta Sección, de conformidad con lo indicado en 110.02.

RESUMEN DE NORMAS

<u>Ensayos</u>	<u>Materiales</u>	
	Concreto Clase 17.5 (2,000)	551*
	Estructuras de Concreto	553*

* Se refiere a estas Especificaciones Generales

SECCION 610 CAPA FILTRANTE

- 610.01 Definición.
- 610.02 Descripción.
- 610.03 Requisitos de los Materiales.
- 610.04 Colocación.
- 610.05 Medida.
- 610.06 Pago.

610.01 DEFINICION. Capa Filtrante. Es el material especial que se coloca sobre los taludes debajo del zampeado, para evacuar el agua que se acumula en esos lugares.

610.02 DESCRIPCION. Este trabajo consiste en la extracción o elaboración, suministro, transporte, almacenamiento y colocación de los materiales de construcción. También se incluye en este trabajo, la preparación de las superficies en las cuales a veces es necesario ejecutar alguna excavación o nivelación para la correcta colocación de la Capa Filtrante, de acuerdo con los planos o como lo ordene el Delegado Residente.

MATERIALES

610.03 REQUISITOS DE LOS MATERIALES. Los materiales para la construcción de la capa filtrante deben cumplir con lo establecido en las siguientes secciones:

- (a) Arena. La arena para el relleno permeable debe cumplir con los requisitos de la norma AASHTO M 6, Clase B.
- (b) Grava o piedra triturada. El Contratista debe suministrar grava o piedra triturada dura y durable que cumpla con los requisitos de graduación de la siguiente tabla.

Tabla 610-1 Requisitos de Graduación de la Capa Filtrante

Tamaño del Tamiz	Porcentaje en masa que pasa el Tamiz (AASHTO T 11 Y T 27)
75.0 mm	100
19.0 mm	50-90
4.75 mm	20-50
0.075 mm	0-2

REQUISITOS DE CONSTRUCCION

610.04 COLOCACION. Antes de colocar los materiales de la capa filtrante, se debe nivelar y compactar la superficie. Posteriormente se deben colocar los materiales de la capa filtrante cuidadosamente, de tal manera que se construyan capas bien conformadas y de espesor uniforme. El material fino debe quedar en contacto con el terraplén de los taludes o sub-rasante y a continuación el material grueso sobre el cual va colocado el zampeado o pavimento.

610.05 MEDIDA. La medida se debe hacer del número de metros cúbicos, con aproximación de dos decimales de Capa Filtrante colocados satisfactoriamente, de acuerdo con estas Especificaciones Generales.

610.06 PAGO. El pago se debe hacer por el número de metros cúbicos medidos como se indica anteriormente, al precio unitario de contrato, correspondiente a Capa Filtrante, cuyo precio incluye el trabajo estipulado en esta Sección, de conformidad con lo indicado en 110.02.

SECCION 611 LIMPIEZA, REACONDICIONAMIENTO, REUTILIZACION O REMOCION DE
ESTRUCTURAS DE DRENAJE EXISTENTES

- 611.01 Definición.
- 611.02 Descripción.
- 611.03 Limpieza de estructuras de drenaje existentes.
- 611.04 Reacondicionamiento de estructuras de drenaje.
- 611.05 Remoción, limpieza y reutilización de estructuras de drenaje en el proyecto.
- 611.06 Remoción de estructuras de drenaje existentes.
- 611.07 Medida.
- 611.08 Pago.

611.01 DEFINICION. Esta operación tiene por objeto, conservar en las mejores condiciones posibles, las diferentes estructuras de drenaje existentes para su óptimo funcionamiento.

611.02 DESCRIPCION. Este trabajo consistirá en la limpieza, reacondicionamiento, reutilización o remoción de las estructuras de drenaje existentes y sus obras anexas de acuerdo con estas Especificaciones y de conformidad con las ubicaciones indicadas en los planos o las establecidas por el Delegado Residente.

REQUISITOS DE CONSTRUCCION

611.03 LIMPIEZA DE ESTRUCTURAS DE DRENAJE EXISTENTES. El Contratista deberá hacer, como mínimo, una limpieza completa de las estructuras de drenaje existentes al inicio de la construcción de la obra y otra al finalizar la misma.

611.04 REACONDICIONAMIENTO DE ESTRUCTURAS DE DRENAJE. Después de la limpieza inicial, el Contratista deberá hacer el reacondicionamiento o reparación de todas aquellas partes de las estructuras que deban ser reacondicionadas, de acuerdo a las características específicas de cada proyecto, según se establezca en las Disposiciones Especiales.

611.05 REMOCION, LIMPIEZA Y REUTILIZACION DE ESTRUCTURAS DE DRENAJE EN EL PROYECTO. En el caso de que algunas unidades de la tubería existente puedan ser reutilizadas, dichas partes serán retiradas cuidadosamente, se limpiará todo material de desecho existente tanto en el cuerpo, como en los extremos de las uniones. Las unidades recuperadas una vez limpiadas deberán ser almacenadas para su posterior reutilización.

Las unidades, que a juicio del Delegado Residente, no vayan a ser reutilizadas deben ser apartadas por el Contratista en un lugar apropiado.

La colocación de las unidades recuperadas se hará de conformidad con lo establecido en las secciones correspondientes de la División 600 de estas Especificaciones.

611.06 REMOCION DE ESTRUCTURAS DE DRENAJE EXISTENTES. Esta se hará de acuerdo con lo indicado en la Sección 201.

611.07 MEDIDA. La medida se debe hacer por suma global cuando se trate de una unidad completa, o del número de metros lineales con aproximación de dos decimales, del trabajo que corresponda de esta Sección y que haya sido satisfactoriamente ejecutado de conformidad con los planos, estas Especificaciones Generales y Disposiciones Especiales, según la unidad de medida que se estipule en los documentos de oferta, que puede ser:

(a) Por suma global. Como una unidad completa, cuando se trate de reacondicionamiento de estructuras de drenaje existentes.

(b) Por metro lineal. Por metro lineal, cuando se trate de la limpieza de drenajes existentes y de la remoción, limpieza y reutilización de estructuras de drenaje existentes.

611.08 PAGO. El pago se debe hacer por suma global cuando se trate de reacondicionamiento de estructuras de drenaje existentes. En los casos contemplados en las Subsecciones 611.03 y 611.05 el pago se hará por el número de metros lineales, según el caso, medidos como se indica anteriormente en 611.07 (b), al precio unitario de contrato del renglón de que se trate, cuyo precio incluye el trabajo estipulado en esta Sección, de conformidad con lo indicado en 110.02. En el caso contemplado en la Sub-sección 611.06, el pago se hará de acuerdo con la Sección 201.

DIVISION 700CONSTRUCCIONES COMPLEMENTARIASSECCION 701 DEFENSAS PARA CARRETERAS Y PUENTES

- 701.01 Definición.
- 701.02 Descripción.
- 701.03 Postes y Rieles de Madera.
- 701.04 Postes y Rieles de Concreto Reforzado Profundido.
- 701.05 Postes y Rieles de Metal.
- 701.06 Localización.
- 701.07 Empalmes.
- 701.08 Muestras.
- 701.09 Pintura.
- 701.10 Remoción y reinstalación de las defensas
- 701.11 Medida.
- 701.12 Pago.

701.01 DEFINICION. Defensas para Carreteras y Puentes. Son las estructuras de madera, concreto reforzado profundido, concreto pre-esforzado o de metal, formadas por postes (miembros verticales) y rieles (miembros horizontales), colocados a los lados de la carretera y/o puentes para prevenir accidentes y disminuir la gravedad como consecuencia de los mismos.

701.02 DESCRIPCION. Este trabajo consiste en el transporte, suministro o fabricación, manejo, almacenamiento e instalación de las defensas. Estas deben ser de los tipos, pesos, secciones y largos requeridos en los planos, y deben tener las líneas y pendientes indicados en los mismos. Este renglón comprende los postes o miembros verticales y los rieles o miembros horizontales, así como todos los accesorios necesarios para su colocación en el lugar indicado en los planos, tratamientos preservativos necesarios y pintura. También consiste en la modificación, remoción, reinstalación y en elevar más los sistemas de defensa existentes.

MATERIALES

701.03 POSTES Y RIELES DE MADERA. Los postes y rieles de madera pueden ser de cualesquiera de las especies indicadas en los planos, o recomendadas en estas Especificaciones Generales.

La madera a usar debe estar de acuerdo con los requisitos, recomendados en la norma AASHTO M 168.

Siempre que no se indique de otra manera en los planos, las secciones de los postes deben ser rectangulares o circulares. El lado mínimo de la sección de los postes rectangulares, así como el menor diámetro aceptable para los postes circulares, debe ser de 150 milímetros.

La sección del riel debe ser rectangular y ninguno de sus lados debe ser menor de 150 milímetros, ni mayor de 300 milímetros.

Los postes y rieles de madera deben ser fabricados de acuerdo con los detalles mostrados en los planos.

El Contratista debe proporcionar al Delegado Residente, certificación que compruebe las propiedades mecánicas de la madera a usar.

Los postes y rieles deben ser tratados de acuerdo con la norma AASHTO M 133.

701.04 POSTES Y RIELES DE CONCRETO REFORZADO PREFUNDIDO. Los postes y rieles deben ser prefundidos y el concreto debe ser clase 21 (3,000), salvo que se especifique lo contrario en los planos. Los materiales del concreto, su preparación y colocación deben estar de acuerdo con las Secciones 551 y 553. El acero de refuerzo debe llenar los requisitos de la Sección 552.

Los postes deben tener como mínimo 150 milímetros por lado y el refuerzo mínimo debe ser de 4 barras con estribos a cada 300 milímetros, ambos de varillas N° 4.

Los postes y rieles de concreto deben ser fabricados de acuerdo con los detalles mostrados en los planos.

Los postes de concreto deben ser probados para resistencia a la flexión y deben tener un módulo de rotura no menor de 4.5 MPa. Deben corregirse las irregularidades superficiales tan pronto como se remuevan las formaletas.

El acabado de los postes y rieles de concreto debe ser el establecido en 553.17.

701.05 POSTES Y RIELES DE METAL. Los postes y rieles deben ser fabricados de planchas de acero de acuerdo con la Sección 559. El metal debe ajustarse a los requisitos de la norma AASHTO M 180.

Los postes de metal deben tener la sección indicada en los planos. Los rieles de metal deben ser vigas de forma W de 300 milímetros de alto y 75 milímetros de profundidad de sección mínima. Pueden ser fabricadas de planchas corrugadas, dobladas longitudinalmente en arco de círculo o dándoles la forma de un canal o como lo indiquen los planos.

El espesor del metal debe ser por lo menos de 2.67 milímetros (calibre 12), cuando la profundidad de la sección de la viga sea de 75 milímetros, y de por lo menos de 3.43 milímetros (calibre 10), cuando la profundidad de la sección sea mayor de 75 milímetros. Los espesores de las planchas pueden ser calibres equivalentes iguales o mayores en su espesor.

Los rieles deben ser fabricados con la sección transversal apropiada y estar preparados para armarse cuando se reciban en el campo. Sus cantos deben limarse o redondearse de tal manera que no presenten bordes afilados. Los postes y rieles deben ser de sección uniforme y serán rechazados los torcidos o deformados. Todos los pernos usados en los empalmes y conexiones deben tener cabezas que no presenten salientes apreciables en la superficie (de la defensa), que da hacia la línea central de la carretera. No se permitirá punzonar, barrenar, cortar o soldar en el campo ninguna de las partes de las defensas.

Las defensas se suministrarán con todos los accesorios tales como: pernos, tuercas, roldanas, empaques, terminales, etc., necesarios para una instalación completa.

Los postes y rieles de metal y todos los accesorios metálicos deben ser galvanizados de acuerdo con los requisitos de la norma AASHTO M 111 (ASTM A 123).

REQUISITOS DE CONSTRUCCION

701.06 LOCALIZACION. Si los planos no lo indican de otra manera, las defensas deben de estar localizadas en la siguiente forma:

(a) **Postes.** Los postes deben de tener una separación centro a centro no mayor de 3.50 metros. Deben de estar enterrados 1.10 m y empotrados en concreto un mínimo de 500

milímetros en la parte superior. La longitud exterior será variable, de acuerdo con las dimensiones del riel.

No se debe disminuir el alto de los postes, a menos que el Delegado Residente lo autorice y el extremo cortado quede empotrado en el concreto.

Cuando se requiera en las Disposiciones Especiales que los postes sean hincados, se debe punzonar o perforar un agujero guía. Las dimensiones del agujero guía no deben exceder las dimensiones del poste en más de 15 milímetros.

(b) Rieles. La superficie exterior orientada hacia el pavimento, debe estar a un mínimo de 900 milímetros del extremo de la capa de rodadura. La distancia de la superficie del suelo hacia la parte inferior de la viga o cable inferior, no debe ser mayor de 450 milímetros.

Los rieles se deben instalar después de completada la construcción del pavimento adyacente. No se debe modificar los diámetros especificados para los agujeros o ranuras hechos para la introducción del riel.

(1) Rieles de metal. Se debe doblar (en el taller todas las defensas curvas con un radio de 45 metros o menos.

Se deben instalar los elementos del riel en una línea continua con los traslapes en la dirección del flujo del tráfico. Se deben utilizar pernos que se extiendan por lo menos 6 milímetros pero no más de 25 milímetros más allá de las tuercas. Se deben apretar bien todos los pernos.

Se deben pintar todas las raspaduras hechas a la superficie galvanizada y que lleguen hasta la base metálica. Para ello se debe utilizar dos capas de pintura de óxido de zinc.

(2) Riel de madera. Se deben espaciar los pernos a distancias iguales a lo largo del rostro frontal del riel de madera para que casen con los agujeros de la lámina de acero en la parte trasera. Se debe alinear la defensa de madera a lo largo de las orillas superiores y frontales del riel.

Los rieles de madera deben ser cortados en campo para producir juntas con una unión adecuada. Se deben tratar los cortes hechos con dos capas de arseniato de cobre cromado.

701.07 EMPALMES. Los empalmes de los rieles, se deben hacer de tal manera que no presenten salientes en dirección contraria al tránsito y que a la vez, proporcionen al riel la suficiente continuidad y rigidez estructural. El riel debe empalmarse con margen suficiente para expansión.

701.08 MUESTRAS. El Contratista debe de proporcionar sin compensación adicional: rieles, postes y accesorios para el propósito de pruebas, pero la cantidad de los mismos, debe indicarse en las Disposiciones Especiales.

701.09 PINTURA. La pintura a usar y la forma de aplicarla, así como la preparación de las superficies para recibirla, en las defensas de madera y acero, debe ajustarse a los requisitos aplicables de la Sección 563.

701.10 REMOCION Y REINSTALACION DE LAS DEFENSAS. Se debe remover y almacenar los rieles y los accesorios existentes. Se debe remover y descartar todos los postes que estén empotrados en concreto. Se debe reponer todos los rieles, postes y ferretería dañada durante la remoción, el almacenaje o la reinstalación. Se debe rellenar todos los agujeros resultantes de la remoción de los postes y de los anclajes utilizando material granular de acuerdo con lo indicado en la Sección 206.

701.11 MEDIDA. La medida se debe hacer del número de metros lineales, con aproximación de dos decimales, de defensas para carreteras y puentes, suministrados o fabricados, instalados y pintados satisfactoriamente, de acuerdo con los planos, las Disposiciones Especiales y estas Especificaciones Generales. La medida se debe verificar a lo largo de la línea central de las defensas, de extremo a extremo de los rieles, incluyendo las secciones terminales.

701.12 PAGO. El pago se debe hacer por el número de metros lineales medidos como se indica anteriormente, al precio unitario de contrato correspondiente a Defensas para Carreteras y Puentes, cuyo precio incluye el trabajo estipulado en esta Sección, de conformidad con lo indicado en 110.02.

RESUMEN DE NORMAS

<u>Ensayos</u>	<u>Materiales</u>
Madera	AASHTO M 168
Preservantes y tratamiento de madera	AASHTO M 133
Planchas de Acero Corrugado para defensas	AASHTO M 180
Planchas de acero Galvanizado	AASHTO M 111 (ASTM A 123)
Tubería de Acero	ASTM A 120

SECCION 702 INDICADORES DEL DERECHO DE VIA

- 702.01 Definición.
- 702.02 Descripción.
- 702.03 Concreto.
- 702.04 Fabricación.
- 702.05 Transporte, Manejo y Almacenamiento.
- 702.06 Colocación.
- 702.07 Medida.
- 702.08 Pago.

702.01 DEFINICION. Indicadores del Derecho de Vía. Son los monumentos que se deben colocar a lo largo de la carretera y en ambos lados, para definir el lindero del Derecho de Vía propiedad del Estado y los terrenos adyacentes, propiedad de particulares.

702.02 DESCRIPCION. Este trabajo consiste en la fabricación, transporte, manejo, almacenamiento y colocación de indicadores del derecho de vía. La forma y dimensiones deben ser las indicadas en los planos. Este trabajo también incluye la excavación y relleno para la colocación de los indicadores.

MATERIALES

702.03 CONCRETO. Los indicadores deben ser prefabricados de concreto simple clase 14 (2,000). Los materiales del concreto, su preparación y colocación, deben estar de acuerdo con las Secciones 551 y 553.

REQUISITOS DE CONSTRUCCION

702.04 FABRICACION. Si no se indica otra cosa en los planos, los indicadores deben tener forma prismática de base cuadrada. La base debe tener 150 milímetros mínimo por lado y la altura del prisma debe ser como mínimo 500 milímetros.

La base del monumento expuesta a la vista, debe tener un punto de metal en el cruzamiento de sus diagonales, indicador del punto lindero del Derecho de Vía.

702.05 TRANSPORTE, MANEJO Y ALMACENAMIENTO. Antes de su colocación, el transporte, manejo y almacenamiento de los monumentos indicadores de derecho de vía, se debe hacer con el mayor cuidado posible para evitar grietas, quebraduras y astilladuras que puedan causar deterioros en los mismos.

702.06 COLOCACION. Los indicadores se deben colocar a la distancia que se indica en los planos y en tal forma que marquen claramente la línea del lindero del derecho de vía. La excavación se debe hacer de por lo menos 300 x 300 x 500 milímetros y después se debe colocar el indicador, llenando los espacios entre las paredes de la excavación y monumento con material adecuado y bien compactado para que el monumento quede firme y no pueda ser removido fácilmente.

702.07 MEDIDA. La medida se debe hacer del número de monumentos indicadores del derecho de vía, fabricados y colocados satisfactoriamente, de acuerdo con estas Especificaciones Generales.

702.08 PAGO. El pago se debe hacer por el número de monumentos medidos como se indica anteriormente, al precio unitario de contrato, correspondiente a Indicadores del Derecho de Vía, cuyo precio incluye el trabajo estipulado en esta Sección, de conformidad con lo indicado en 110.02.

SECCION 703 CERCAS

- 703.01 Definición.
- 703.02 Descripción.
- 703.03 Postes.
- 703.04 Alambre.
- 703.05 Grapas.
- 703.06 Colocación.
- 703.07 Remoción y Recolocación de cercas
- 703.08 Medida.
- 703.09 Pago.

703.01 DEFINICION. Cercas. Son las vallas colocadas en ambos lados de la carretera, a lo largo de los linderos del derecho de vía y construidas de postes de madera, de concreto o de acero y con alambre espigado o malla de alambre.

703.02 DESCRIPCION. Este trabajo consiste en la fabricación, transporte y colocación de los postes; y del suministro, transporte y colocación del alambre o malla. Se incluyen en este trabajo las puertas, la excavación y el relleno para la colocación de los postes. Las dimensiones, calidades y sitios de ubicación de las cercas y puertas deben ser, las indicadas en los planos.

MATERIALES

703.03 POSTES.

(a) Postes de madera. La madera para los postes debe cumplir con los requisitos de la norma AASHTO M 168 y puede ser de cualquier especie siempre que sea la más recomendable para este uso. Preferentemente se debe usar la madera de más abundancia en la región y que ofrezca la menor dificultad para su obtención, siempre que no contradiga las estipulaciones de protección del medio ambiente. Los postes deben cortarse de madera sana y ser rectos, libres de nudos, hendiduras, rajaduras u otros defectos que los afecten e inhabiliten para el uso propuesto. Si los planos no lo indican, los postes de línea deben de tener de 1.70 a 2.00 metros de longitud total y un diámetro no menor de 100 milímetros. Los postes esquineros, terminales y de puertas deben de tener un mínimo de 180 milímetros de diámetro y 2.50 metros de largo.

(b) Postes de concreto. Deben cumplir con los requisitos de la Sección 551 o 554.

(c) Postes de acero. Deben cumplir con los requisitos de la norma AASHTO M 281.

703.04 ALAMBRE.

(a) Alambre espigado. Debe ser galvanizado y que cumpla con los requisitos de la norma AASHTO M 280, ó con revestimiento de aluminio que cumpla con AASHTO M 305, Tipo I. Debe consistir de dos hilos de alambre de 2.6 milímetros de diámetro retorcidos, con púas de dos puntas de alambre de 2.0 milímetros de diámetro, o calibres equivalentes iguales o mayores en su espesor.

(b) Malla de Alambre. Debe ser galvanizada que cumpla con los requisitos de la norma AASHTO M 279 ó revestida con aluminio que cumpla con ASTM A 584.

703.05 GRAPAS. Las grapas para sujetar el alambre espigado o la malla de alambre a los postes de madera, deben ser mayores de 40 milímetros de largo y el alambre de que están hechas debe ser galvanizado y de conformidad con los requisitos para alambre espigado o malla especificados anteriormente.

REQUISITOS DE CONSTRUCCION

703.06 COLOCACION. Se debe efectuar la limpia, chapeo y destronque de una franja a lo largo de la cual se colocará el cerco. Estos trabajos deben efectuarse de acuerdo con lo indicado en la Sección 202. Se debe limpiar un área con un ancho mínimo de 1 metro.

La instalación de la cerca se debe programar de manera que se evite que el ganado entre dentro del derecho de vía del proyecto, paso de servidumbre o a propiedades adyacentes. De lo contrario se debe proveer una cerca temporal u otro medio adecuado para evitar que esto ocurra.

En los puentes, pasos subterráneos de ganado y alcantarillas se debe conectar la nueva cerca de la estructura, para permitir el libre paso del ganado debajo o a través de la estructura.

(a) Postes. Si los planos no lo indican, los postes se deben colocar firmemente en el suelo, enterrando su extremo inferior una profundidad de 500 milímetros y a intervalos no mayores de 2 metros.

Antes de colocar el poste se debe hacer una excavación de 300 milímetros de diámetro y 500 milímetros de profundidad. El espacio entre el poste y la excavación se debe rellenar y compactar con material adecuado y en capas con un espesor máximo de 150 milímetros que garantice que los postes queden bien anclados al suelo.

Los postes de madera pueden ser hincados si el método utilizado no daña el poste. Los postes de acero también pueden ser hincados. Los postes esquineros, de puertas y terminales deben ser empotrados en concreto.

Si se encuentra roca debajo de la capa superficial del suelo, se deberá perforar agujeros para la colocación de los postes. Estos agujeros deben tener una profundidad mínima de 350 milímetros y los agujeros para los postes de las puertas, los postes terminales y los esquineros deben profundizarse hasta 500 milímetros. El ancho o el diámetro del agujero debe ser por lo menos 25 milímetros más ancho que el diámetro o ancho del poste. Los postes deben ser cortados a la longitud especificada antes de ser instalados. Se debe colocar el poste a plomo y llenar el agujero con mortero. El mortero se debe trabajar de tal forma que se eliminen los vacíos. Se le deberá dar forma a la corona del mortero de manera que el agua drene hacia afuera del poste. Los postes metálicos colocados de esta manera no requieren de planchas de anclaje ni de zapatas de concreto.

Cuando la roca sólida esté cubierta por suelo o por roca sueltas, los postes se deben colocar a la profundidad especificada o al empotramiento mínimo dentro de la roca indicado en el párrafo anterior, el que sea menor. Cuando el espesor de la capa de suelo sea mayor de 300 milímetros, se deben utilizar planchas de anclaje en los postes metálicos y se deben rellenar con concreto los agujeros de los postes esquineros, terminales y de las puertas, desde la roca hasta el nivel del terreno. Cuando el espesor de la capa de suelo sea de 300 milímetros o menos, la colocación de las planchas de anclaje y el relleno con concreto no serán necesarios. Se debe colocar mortero en la parte del poste que esté dentro de la roca.

Se deben colocar postes esquineros en los cambios de alineación de más de 30°. Cuando una nueva cerca se una con una existente, se deben colocar postes esquineros o terminales, según sea necesario y realizar la unión de una manera satisfactoria al Delegado Residente.

(b) Embreizado. Los tramos de la cerca se deben limitar a longitudes no mayores de 200 metros entre embreizados esquineros adyacentes, de puertas, esquineros o a lo largo de la línea de la cerca. El embreizado de la línea se debe instalar a intervalos uniformes de manera

que la distancia entre cualquiera dos embreizados sea de 200 metros o menos. Se debe construir el embreizado antes de colocar el alambre en los postes.

(1) Embreizado en postes metálicos. Se deben proveer postes esquineros y luego se deben halar los postes con dos breizas, una en cada dirección del poste de la línea principal de la cerca. Se debe proveer una breiza en los postes terminales y en los de las puertas, a lo largo de la línea del cerco. Se deben colocar breizas metálicas a los postes metálicos terminales, esquineros y de puertas y éstos se deben cimentar en concreto.

(2) Embreizado en postes de madera. El embreizado consistirá en la colocación de tirantes de alambre para fijar los postes. Se debe anclar el tirante al poste instalando los alambres como se indique en los planos y retorciéndolos hasta que todo el montaje esté tenso y firme.

(c) Alambre espigado y malla de alambre. El alambre se debe estirar y dejar tenso y asegurado a cada poste por medio de grapas. Se debe aplicar la tensión de acuerdo con las recomendaciones del fabricante utilizando un tensor mecánico u otro dispositivo diseñado para este efecto. No se deben utilizar vehículos motorizados para tensar el alambre. El alambre espigado o la malla se debe engrapar del lado del tráfico.

Después que se ha engrapado el alambre a los postes, éstos deben recortarse a una altura uniforme sobre el suelo. No se permitirán empalmes del alambre espigado entre postes. Cuando se utilicen postes de madera, los alambres deben ser engrapados firmemente al poste.

En los postes de la línea, la malla de alambre se debe asegurar al poste en la parte superior, en la inferior y en puntos intermedios separados no más de 300 milímetros. Se debe fijar cada cordón de alambre espigado a cada poste de la línea. Se deben utilizar grapas o amarrar el alambre para fijarlos a los postes metálicos. En los postes de madera, se deben hincar grapas en forma de U diagonalmente a través de las vetas de la madera de manera que ambas puntas no entren dentro de la misma veta. En las depresiones en las cuales se eleve el alambre, las puntas de las grapas se deben inclinar ligeramente hacia arriba al ser hincadas. En el terreno a nivel, las grapas se deben inclinar hacia abajo. Las grapas se deben hincar hasta que casi tengan contacto con los alambres, de manera que se permita el libre movimiento longitudinal de la línea para evitar daños en el recubrimiento protector.

En las hondonadas, curvas y demás ubicaciones donde se produzcan esfuerzos que tiendan a halar los postes fuera de su cimentación o fuera de la alineación, se deben tensar con un alambre en la cerca. Dicho alambre se debe fijar a los postes sujetos a esfuerzos adicionales para que toda la cerca mantenga su forma normal. El alambre tensor debe ser fijado a un muerto enterrado a no menos de 600 milímetros dentro del terreno o a un anclaje aprobado colocado en un punto tal que resista eficientemente el hale del alambre de la cerca. Si es necesario anclar el alambre tensor dentro de roca, éste se debe colocar en un agujero de 50 milímetros de diámetro y de 250 milímetros de profundidad y con mortero.

Cuando una cerca existente intercepte la nueva, se debe construir un empalme adecuado utilizando materiales nuevos.

(d) Instalación de los Portones.

(1) Portones de alambre. Los portones de alambre deben construirse utilizando el mismo material empleado para la construcción de la cerca. Se debe proveer un cierre tenso y bien alineado de la puerta, de manera que la puerta se pueda abrir y cerrar adecuadamente y a mano.

(2) Portones metálicos. Las puertas metálicas y sus accesorios deben ser fijados a los postes previamente colocados. Los accesorios deben fijarse firmemente a los postes

y a la puerta. Se deben colocar bisagras en las puertas para evitar que éstas puedan ser removidas sin el uso de herramientas. La puerta se debe colocar sobre un plano aproximadamente horizontal. La puerta debe ser colocada de manera que gire libremente hacia adentro y hacia afuera y se cierre de manera segura con un candado o en el caso de puertas dobles en el pasador o en la clavija. Las puertas dobles y sus respectivas clavijas se deben colocar sobre un plano horizontal común sobre el cual cada puerta gire individualmente. Se deben colocar las puertas de manera que giren 90° en cada dirección.

Para las puertas dobles se debe proveer un dispositivo de cierre con una varilla en el piso con un cimiento de concreto de 30 milímetros de diámetro y de 300 milímetros de profundidad. Se le debe formar una corona a la cima del concreto y perforar el agujero necesario para que la varilla penetre allí.

(3) Portones de madera. Los portones de madera deben ser instalados de manera similar a los metálicos y como se indique en los planos.

703.07 REMOCION Y RECOLOCACION DE CERCAS. Se debe remover la cerca existente y ésta se debe colocar de nuevo en la nueva posición en condiciones aproximadamente iguales a las de la cerca original. Se debe rescatar el material de la cerca existente para ser incorporado en la nueva posición. Cuando los postes de la cerca existente estén empotrados en concreto, se debe remover el concreto del poste y se debe fundir otra vez, en la nueva ubicación, utilizando concreto. Se debe reponer el material dañado que no pueda ser reutilizado. Se deben colocar firmemente los postes en la nueva alineación. Se deben espaciar los postes y fijar los alambres de la misma forma en que se encontraba en la cerca original. Se debe suministrar y utilizar materiales nuevos para fijar el alambre a los postes.

703.08 MEDIDA. La medida se debe hacer del número de metros lineales, con aproximación de dos decimales, de cercas suministradas satisfactoriamente, fabricadas y colocadas, de acuerdo con estas Especificaciones Generales. La medida se debe hacer paralelamente a la superficie del terreno.

703.09 PAGO. El pago se debe hacer por el número de metros lineales medidos como se indica anteriormente, al precio unitario de contrato correspondiente a Cercas, cuyo precio incluye el trabajo estipulado en esta Sección, de conformidad con lo indicado en 110.02.

RESUMEN DE NORMAS

<u>Ensayos</u>	<u>Materiales</u>
	Postes de madera AASHTO M 168
	Postes de concreto Sección 551
	Postes de acero AASHTO M 281
	Alambre Espigado de Acero galvanizado AASHTO M 280
	Alambre espigado con revestimiento de aluminio AASHTO M 305
	Malla de alambre galvanizado AASHTO M 279
	Malla de alambre con revestimiento de aluminio ASTM A 584

SECCION 704 MONUMENTOS DE KILOMETRAJE

- 704.01 Definición.
- 704.02 Descripción.
- 704.03 Concreto y Refuerzo.
- 704.04 Fabricación.
- 704.05 Colocación.
- 704.06 Medida.
- 704.07 Pago.

704.01 DEFINICION. Monumentos de Kilometraje. Son los postes de concreto reforzado profundido, con el kilometraje, que se deben colocar a lo largo de la carretera y en un lado y que sirven para ubicar cualquier punto de la misma con relación a su origen.

704.02 DESCRIPCION. Este trabajo consiste en la fabricación, transporte, manejo, almacenamiento y colocación de los monumentos. Estos deben ser de las secciones y largos indicados en los planos. Deben tener la numeración del kilometraje, cada kilómetro, y las marcas que sean necesarias para su fácil identificación, tal como se indica en los planos. Este trabajo también incluye la excavación y relleno para la colocación de los monumentos de kilometraje.

MATERIALES

704.03 CONCRETO Y REFUERZO. Los monumentos de kilometraje deben ser profundidos y el concreto debe ser clase 14 (2000), salvo que se indique de otra manera en los planos. Los materiales del concreto, su preparación y colocación deben estar de acuerdo con lo indicado en las Secciones 551 y 553. El acero de refuerzo debe llenar los requisitos de la Sección 552.

REQUISITOS DE CONSTRUCCION

704.04 FABRICACION. Si no se indica de otra manera en los planos, los monumentos deben tener 1.25 metros de largo, sección triangular, de triángulo equilátero de 150 milímetros por lado mínimo y de acuerdo con los detalles indicados en los planos.

704.05 COLOCACION. Si los planos no lo indican de otra manera, los monumentos de kilometraje se deben colocar a un mínimo de 1.50 metros del extremo de la capa de rodadura. Los monumentos deben estar enterrados 500 milímetros dentro del suelo, para lo cual se debe hacer una excavación de 300 x 300 x 500 milímetros y el espacio entre el monumento y la excavación se debe llenar y compactar con material adecuado, que garantice que los monumentos queden bien anclados al suelo.

704.06 MEDIDA. La medida se debe hacer del número de monumentos de kilometraje, fabricados, suministrados y colocados satisfactoriamente, de acuerdo con estas Especificaciones Generales.

704.07 PAGO. El pago se debe hacer por el número de monumentos medidos como se indica anteriormente, al precio unitario de contrato, correspondiente a Monumentos de Kilometraje, cuyo precio incluye el trabajo estipulado en esta Sección, de conformidad con lo indicado en 110.02. Este pago también comprende el acero de refuerzo.

SECCION 705 DELINEADORES

- 705.01 Definición.
- 705.02 Descripción.
- 705.03 Concreto y Refuerzo.
- 705.04 Fabricación.
- 705.05 Colocación.
- 705.06 Medida.
- 705.07 Pago.

705.01 DEFINICION. Delineadores. Son los postes de concreto reforzado profundido, que se deben colocar a lo largo de la carretera, en series, y en ambos lados, cuando son necesarios, para indicar el alineamiento de la vía.

705.02 DESCRIPCION. Este trabajo consiste en la fabricación, transporte, manejo, almacenamiento y colocación de los delineadores. Estos deben ser de las secciones y largos indicados en los planos y deben tener las marcas necesarias para que indiquen fácilmente al usuario el lineamiento de la carretera. Este trabajo también incluye la excavación y relleno para la colocación de los delineadores.

MATERIALES

705.03 CONCRETO Y REFUERZO. Los delineadores deben ser profundidos y el concreto debe ser clase 14 (2000), salvo que se indique de otra manera en los planos. Los materiales del concreto, su preparación y colocación deben de estar de acuerdo con las Secciones 551 y 553. El acero de refuerzo debe llenar los requisitos de la Sección 552.

REQUISITOS DE CONSTRUCCION

705.04 FABRICACION. Si no se indica de otra manera en los planos, los delineadores deben tener 1 metro de largo, sección circular de 100 milímetros de diámetro y deben estar de acuerdo con los detalles indicados en los planos.

705.05 COLOCACION. Si los planos no lo indican de otra manera, los delineadores se deben colocar en el extremo exterior del hombro. Los delineadores deben tener una separación en tangentes de 60 m a 160 m y en las curvas horizontales, de acuerdo a la fórmula:

$$E = \frac{24}{\sqrt{G}}$$

Donde:

E = espaciamiento centro a centro de los delineadores en metros.

G = grado de la curva (ángulo central subtendido por un arco de 20 metros)

El espaciamiento del primer delineador al acercarse a una curva es 2E, el segundo 3E y el tercero 6E, pero esta última distancia no deberá exceder de 90 metros.

Deben de estar enterrados 500 milímetros dentro del suelo, para lo cual se debe hacer una excavación de 300 milímetros de diámetro y 500 milímetros de profundidad. El espacio entre el delineador y la excavación se debe llenar y compactar con material adecuado que garantice su firmeza.

705.06 MEDIDA. La medida debe hacerse del número de delineadores, fabricados, suministrados y colocados satisfactoriamente, de acuerdo con estas Especificaciones Generales.

705.07 PAGO. El pago se debe hacer por el número de delineadores, medidos como se indica anteriormente, al precio unitario de contrato, correspondiente a Delineadores, cuyo precio incluye el trabajo estipulado en esta Sección, de conformidad con lo indicado en 110.02. Este pago también comprende el acero de refuerzo.

SECCION 706 LINEAS, MARCAS Y MARCADORES DE TRAFICO

- 706.01 Definición.
- 706.02 Descripción.
- 706.03 Requisitos para los Materiales.
- 706.04 Generalidades.
- 706.05 Marcas Pintadas.
- 706.06 Marcas Termoplásticas.
- 706.07 Marcas de Material Epóxico.
- 706.08 Marcas de Plástico Preformadas.
- 706.09 Marcadores Resaltados sobre el Pavimento.
- 706.10 Medida.
- 706.11 Pago.

706.01 DEFINICION. Líneas y Marcas de Tráfico. Son el conjunto de indicadores que se aplican en el pavimento para el control y ordenamiento del tráfico de la carretera.

706.02 DESCRIPCION. Este trabajo consiste en el transporte, almacenamiento, suministro de materiales y equipo y manejo de materiales para la aplicación al pavimento, de las líneas y marcas de tráfico. Las líneas y marcas deben ser del ancho, largo, dimensiones y colores indicados en los planos.

MATERIALES

706.03 REQUISITOS PARA LOS MATERIALES.

(a) Pintura. La pintura debe ser reflectiva. Su composición y propiedades deben llenar los requisitos indicados en la especificación AASHTO M 248 para el Tipo F.

La pintura debe ser suministrada en envases resistentes originales, claramente marcados con el peso por litro, el volumen del contenido de pintura en litros, color y el uso propuesto. Deben también mostrar una declaración fiel de la composición del pigmento en porcentaje, de la proporción del pigmento al vehículo y el nombre del fabricante. Cualquier envío que no esté marcado en la forma indicada, no será aceptado para su uso, según estas Especificaciones Generales.

(b) Esferas de vidrio. Deben cumplir con los requisitos de la especificación AASHTO M 247, Tipo 1.

(c) Material termoplástico para las líneas. Debe cumplir con los requisitos de la especificación AASHTO M 249 para el tipo moldeado a presión en caliente.

(d) Marcas plásticas preformadas. Deben cumplir con los requisitos establecidos en ASTM D 4505 Tipo I, V, VI ó VII grado A, B, C, D ó E.

(e) Marcas de material epóxico. El Contratista debe suministrar un tipo de sistema de 2 componentes (A y B), 100% sólidos, a ser aplicado por medio de riego en caliente, que cumpla con lo siguiente:

(1) Componente A. (Porcentaje en masa).

a) Blanco. Tendrá un contenido de Dióxido de Titanio (TiO_2), según ASTM D 476, Tipo II de 18% mínimo (16.5% mínimo a un 100% de pureza) con un 75 a 82% de Resina Epóxica.

b) **Amarillo.** Tendrá un contenido de Amarillo Cromo (Pb Cr O₄), según ASTM D 211, Tipo III de 23% mínimo (20 % mínimo a un 100% de pureza) con un 70 a 77% de Resina epóxica.

c) **Contenido de Epóxico.** Masa por equivalente epóxico, según ASTM D 1652, será igual al límite dado por el fabricante ± 50 .

(2) **Componente B.** El valor de amina, según ASTM D 2074, será igual al límite dado por el fabricante ± 50

(3) **Toxicidad.** No deberá de existir ninguna emanación de vapores tóxicos o nocivos a la temperatura a la que se apliquen el producto.

(4) **Color.** El espesor de la película curada debe ser igual a 0.38 milímetros, siendo éstos los definidos en las normas de la Federal Highway Administration (FHWA) como el blanco y el amarillo estándar para carretera.

(5) **Reflexión directriz.** (Sin esferas de vidrio). De acuerdo con el Federal Test Standard Method (FTSM) 141 Método 6121, el color blanco tendrá un valor de 84% y el color amarillo un 55%, ambos con relación al estándar de óxido de magnesio.

(6) **Tiempo de Secado.** La película con un espesor de 0.38 milímetros con esferas de vidrio tendrá un tiempo de secado de 30 minutos máximo en el laboratorio a 22° C, según ASTM D 711, para alcanzar la condición de que no se despegue. En el campo a 25° C, el tiempo para alcanzar la condición que no deje marcas en la pintura al paso de la rodadura de un vehículo, será de 10 minuto máximo.

(7) **Resistencia a la abrasión.** El índice de desgaste con una llanta CS-17 bajo una carga de 1,000 g por 100 ciclos, de acuerdo con ASTM C 501 deberá ser de 82% máximo.

(8) **Dureza.** El producto deberá de alcanzar un rango de dureza Shore D después de haberse curado entre 72 a 96 horas a 22° C, según ASTM D 2240, de 75 a 100.

(9) **Almacenaje.** El producto debe estar en capacidad de poderse utilizar inmediatamente, sin necesidad de un proceso de pre-mezclado de sus componentes individualmente, después de haberse almacenado hasta 12 meses sin haber sido utilizado.

(f) **Marcadores resaltados en el pavimento (Ojos de gato).** El Contratista debe suministrar marcadores resaltados reflectivos de tipo prismático consistentes en un marcador de metacrilato metilo, policarbonato o de un compuesto adecuado de acrilonitilobutadino–estireno (ABS) ajustado con lentes reflectivos. La superficie exterior del marcador resaltado debe ser lisa.

El material reflectivo debe tener el coeficiente mínimo de intensidad luminosa indicado en la Tabla 706-1.

Tabla 706-1 Coeficiente Mínimo de Intensidad Luminosa RI (Milicandelas por Lux)

Angulo de Observación	Angulo de Entrada	Blanco ⁽¹⁾	Amarillo	Rojo
0.2	0	279	167	70
0.2	20	112	67	28

⁽¹⁾ Cristalinas, claras o incoloras son designaciones de color aceptables.

La base del marcador resaltado debe ser plana, con patrones o texturizada y libre de brillo o sustancias que puedan reducir su capacidad de ligarse al adhesivo. La desviación de una superficie plana no debe de exceder de 1 milímetro.

REQUISITOS DE CONSTRUCCION

706.04 GENERALIDADES. Las superficies sobre las cuales se van a aplicar las marcas tienen que ser superficies limpias, secas y libres de partículas sueltas, lodo, acumulaciones de alquitrán o grasa u otros materiales nocivos.

La demarcación para el caso de líneas de tráfico se debe hacer por lo menos cada 2 metros en tramos rectos y cada metro en las curvas, por el método más conveniente. Para el caso de las marcas, se debe hacer de acuerdo con las dimensiones indicadas en los planos.

Cuando se coloquen las marcas sobre pavimentos rígidos que tengan menos de un año de construidos, se tiene que limpiar la superficie del pavimento para eliminar todo residuo y compuestos de curado antes de la colocación de los materiales de señalización.

Las líneas longitudinales centrales tienen que tener un ancho mínimo de 100 milímetros. Si los planos no lo indican de otra manera, las líneas longitudinales discontinuas tienen que tener 5 metros de largo con intervalos de 10 metros. Las líneas centrales se aplican en el pavimento de las carreteras, cuya calzada tiene únicamente dos carriles en diferente sentido. Se traza continua para indicar que los vehículos no pueden rebasar y discontinua cuando se puede rebasar. La maniobra de rebasar es restringida por curvas horizontales de radios mínimos, cambios de pendiente, o cruces a nivel con otros caminos. La localización de los lugares, las dimensiones de los tramos discontinuos y los espaciamientos deben estar indicadas en los planos.

Las líneas longitudinales no centrales se aplican en el pavimento de las carreteras, cuya calzada tiene únicamente dos o más carriles. Se traza continua cuando se aplica a la orilla de los hombros y delimita el ancho de rodadura y se traza discontinua en el caso de carreteras con dos o más carriles en el mismo sentido y delimita el ancho de los carriles.

Las líneas dobles tienen que tener una separación entre sí de 100 milímetros.

Las flechas y las letras tienen que ser de las dimensiones indicadas en los planos.

Todas las marcas tienen que presentar una apariencia clara, uniforme y bien terminada. Las marcas que no tengan una apariencia uniforme y satisfactoria, durante el día o la noche, tienen que ser corregidas por el Contratista de modo aceptable al Delegado Residente y a su costa. Las marcas de tráfico se deben aplicar en la dirección del tráfico.

706.05 MARCAS PINTADAS. Las marcas se tienen que aplicar por medio de medios mecánicos aceptables para el Delegado Residente. La máquina para pintar tiene que ser del tipo con rociador, que pueda aplicar la pintura en forma satisfactoria bajo presión con una alimentación uniforme a través de boquillas que rocíen directamente sobre el pavimento. Cada máquina tiene que ser capaz de aplicar dos rayas separadas, continuas o discontinuas, a la vez. Cada depósito de pintura tiene que estar equipado con un agitador mecánico. Cada boquilla tiene que estar equipada con válvulas de cierre adecuadas que aplicarán líneas discontinuas automáticamente. Cada boquilla tiene que tener un dispensador automático de esferas de vidrio que funcionará simultáneamente con la boquilla rociadora y distribuirá las esferas de vidrio en forma uniforme a la velocidad especificada.

La pintura tiene que estar bien mezclada antes de su aplicación y tiene que ser aplicada cuando la temperatura ambiente sea superior a los 4° C. La pintura debe ser rociada con un espesor de capa húmeda igual a 0.38 milímetros, antes de aplicar las esferas de vidrio, si éstas han de ser utilizadas o a una razón mínima de 2.6 metros cuadrados por litro. Las esferas de vidrio deben ser aplicadas a una razón de 0.7 kilogramos por litro de pintura.

En pavimentos o tratamientos superficiales asfálticos nuevos, la pintura se debe colocar en dos aplicaciones. La primera debe aplicarse en una cantidad de 8.8 metros cuadrados por litro y la segunda en 3.7 metros cuadrados por litro.

Las áreas pintadas tienen que ser protegidas del tránsito hasta que la pintura esté lo suficientemente seca como para prevenir que se adhiera a las llantas de los vehículos o que éstas dejen sus huellas. Cuando el Delegado Residente lo apruebe, el Contratista puede poner la pintura y las esferas de vidrio en dos aplicaciones para reducir el tiempo de secado en las áreas de congestión de tránsito.

706.06 MARCAS TERMOPLASTICAS. La aplicación se puede efectuar por el método de moldeado a presión en caliente o por el de rociado en caliente, según se indique en las Disposiciones Especiales. Si es necesario, la superficie del pavimento bituminoso nuevo o existente se tiene que lavar con una solución detergente seguido por un enjuague con agua para eliminar toda capa de arcilla u otro material extraño. Tanto en el caso de pavimentos rígidos como en el de flexibles existentes o cuando se indique en las Disposiciones Especiales, se tiene que aplicar un sello de imprimación de resina epóxica sobre la superficie de acuerdo con las recomendaciones del fabricante, antes de aplicar el material termoplástico.

La resistencia mínima de la adherencia cuando se aplique sobre pavimentos flexibles debe ser de 0.85 MPa y de 1.20 MPa sobre pavimentos rígidos.

La aplicación se tiene que llevar a cabo sólo sobre pavimentos secos y cuando la temperatura del pavimento sea de 10° C o mayor. La temperatura de aplicación del material termoplástico debe ser de 220 ± 3° C.

Las esferas de vidrio tienen que ser incorporadas al material termoplástico a razón de 9.8 kilogramos por 100 metros cuadrados de línea.

El material termoplástico tiene que tener un espesor de 2.5 a 3.8 milímetros para las líneas centrales y 1.5 milímetros para las laterales. El material termoplástico debe ser colocado en una sola aplicación.

Las líneas recién moldeadas a presión tienen que ser protegidas del deterioro y toda línea de tránsito deteriorada o que no se adhiera en forma correcta a la superficie del pavimento, tiene que ser reemplazada con líneas que cumplan con los requisitos de estas Especificaciones.

706.07 MARCAS DE PLASTICO PREFORMADAS. La aplicación se tiene que hacer de acuerdo con los procedimientos recomendados por el fabricante, los que se deberán proporcionar al Delegado Residente antes de comenzar las operaciones. Los materiales para las marcas de plástico sobre el pavimento tienen que ser aplicadas sólo sobre superficies con temperaturas dentro de los límites especificados por el fabricante para obtener la adherencia óptima. La película tiene que proporcionar una marca clara, duradera, resistente a la exposición a la intemperie y no tiene que mostrar signos perceptibles de decoloración, desprendimiento, encogimiento, ruptura, enrollamiento u otros signos de adherencia deficiente.

Se tiene que emplear el método de incrustación para aplicar las marcas a superficies nuevas de concreto asfáltico mediante la colocación del material en forma adecuada sobre la calzada y apisonándolo dentro de la nueva superficie existente o inmediatamente después de la compactación final de acuerdo con las recomendaciones del fabricante, cuando la temperatura del pavimento sea de aproximadamente 60° C. El resultado final tiene que ser marcas sobre el pavimento que midan aproximadamente 0.25 milímetros por encima de la superficie terminada.

El método de revestimiento tiene que ser usado para aplicar marcas a pavimentos existentes o a pavimentos rígidos. El tipo de adhesivo a ser utilizado y los métodos de aplicación tienen que ajustarse a las recomendaciones del fabricante.

El Contratista tiene que proporcionar el aplicador y el dispositivo aplanador para la instalación adecuada del material plástico preformado. El equipo tiene que ser proporcionado mientras dure el período de instalación. Cuando así se especifique, el vendedor tiene que proporcionar asistencia técnica respecto al funcionamiento y mantenimiento del equipo.

706.08 MARCAS DE MATERIAL EPÓXICO. El componente del material epóxico tiene que ser calentado antes de su colocación a una temperatura máxima de 60° C debiéndose tener cuidado de que el material no se polimerice. No se deberá utilizar el material que se sobrecaliente a más de 60° C. La aplicación se tiene que llevar a cabo sólo sobre pavimentos secos y cuando la temperatura del pavimento sea de 10° C o mayor. El material debe ser rociado con un espesor de 0.38 milímetros o en una cantidad de 2.6 metros cuadrados por litro. Las esferas de vidrio deben ser aplicadas inmediatamente después de aplicar el epóxico en una cantidad de 1.8 kilogramos por cada litro de epóxico.

706.09 MARCADORES RESALTADOS EN EL PAVIMENTO (OJOS DE GATO). Los marcadores resaltados sobre el pavimento tienen que ser colocadas en las ubicaciones y a los intervalos indicados en los planos. La aplicación de los marcadores no se tiene que llevar a cabo hasta que la superficie del pavimento haya sido aprobada.

Los marcadores podrán ser adheridos al pavimento por medio de un material epóxico o de un material adhesivo para asfaltos. La superficie del pavimento tiene que estar seca y con una temperatura igual o mayor a 10° C. En el caso de pavimentos rígidos, sólo se permitirá el uso de material epóxico.

El componente del material epóxico tiene que ser calentado antes de su colocación a una temperatura máxima de 49° C. El adhesivo epóxico tiene que mantenerse a una temperatura de 15° C a 30° C antes de su uso y durante su aplicación. Los componentes del adhesivo epóxico se tienen que añadir al mismo tiempo y mezclar hasta tener una pasta uniforme, sin grumos antes de su uso. La mezcla de adhesivo tiene que ser desechada cuando la polimerización haya provocado su endurecimiento y la disminución de la maleabilidad.

La mezcla de adhesivo tiene que ser aplicada al área del pavimento preparada para ser cubierta por los marcadores y se tienen que presionar los mismos en el lugar de modo de exprimir una pequeña gota de adhesivo alrededor de todo el contorno de la marca. La cantidad necesaria de adhesivo tiene que ser normalmente del orden de 20 a 40 gramos.

Si se utiliza adhesivo para superficies asfálticas, éste no debe ser calentado a más de 218° C. Se debe desechar todo el material que haya sido calentado a más de 232° C.

La secuencia de operaciones tiene que ser tan rápida como sea posible. El adhesivo tiene que estar en el lugar y el marcador asentado en no más de 30 segundos después que se haya quitado el chorro de aire caliente. Los marcadores resaltados no tienen que haber enfriado más de un minuto antes de su colocación.

La adherencia será considerada satisfactoria cuando el adhesivo desarrolle una resistencia mínima de adherencia a la tracción de por lo menos 12 kilo Pascales o una resistencia total a la tracción de 110 Newtons.

Los marcadores resaltados tienen que ser espaciados y alineados como se indica en los planos o como lo ordene el Delegado Residente. Se permitirá un desplazamiento de no más de 13 milímetros hacia la izquierda o derecha de la guía establecida. El Contratista tiene que quitar y reemplazar, a su costa, todos los marcadores colocados en forma incorrecta.

Los marcadores sobre el pavimento no se tienen que colocar sobre las juntas longitudinales o transversales de la superficie del pavimento rígido.

706.10 MEDIDA.

(a) Marcas. La medida se debe hacer del número de kilómetros, con aproximación de tres decimales, de Marcas de Tráfico, del material, tamaño y razón de aplicación especificado en las Disposiciones Especiales, medidos a lo largo de la línea central de la carretera, aplicados y aceptados satisfactoriamente, de acuerdo con los planos, las Disposiciones Especiales y estas Especificaciones Generales.

(b) Marcadores Resaltados (Ojos de Gato). La medida se debe hacer del número de marcadores resaltados, colocados y aceptados satisfactoriamente, de acuerdo con estas Especificaciones Generales.

706.11 PAGO.

(a) Marcas. El pago se debe hacer por el número de kilómetros de líneas de tráfico medidos como se indica anteriormente, al precio unitario de contrato, correspondiente a Marcas de Tráfico, cuyo precio incluye el trabajo estipulado en esta Sección, de conformidad con lo indicado en 110.02.

(b) Marcadores Resaltados (Ojos de Gato). El pago se debe hacer por el número de marcadores resaltados, medidos como se indicó anteriormente, al precio unitario de contrato correspondiente a Marcadores Resaltados (Ojos de Gato), cuyo precio incluye el trabajo estipulado en esta Sección, de conformidad con lo indicado en 110.02.

RESUMEN DE NORMAS

<u>Ensayos</u>	<u>Materiales</u>
Pintura	AASHTO M 248
Esferas de vidrio	AASHTO M 247
Material termoplástico	AASHTO M 249
Marcas plásticas preformadas	ASTM D 4505
Marcas de material epóxico	ASTM C 501 ASTM D 211 ASTM D 476 ASTM D 501 ASTM D 1652 ASTM D 2074 ASTM D 2240

SECCION 707 SEÑALES DE TRAFICO

- 707.01 Definición.
- 707.02 Descripción.
- 707.03 Láminas o Pliegos de Material Reflectivo.
- 707.04 Tableros para Señales.
- 707.05 Postes de Metal.
- 707.06 Estructuras de Metal.
- 707.07 Colocación.
- 707.08 Medida.
- 707.09 Pago.

707.01 DEFINICION. Señales de Tráfico. Es el conjunto de figuras, letreros y rótulos en postes y planchas, colocados a uno, en ambos lados o encima de la carretera, que sirven para el control y ordenamiento del tráfico.

707.02 DESCRIPCION. Este trabajo consiste en la fabricación, transporte, almacenamiento, manejo y colocación de todas las señales de tráfico. Este trabajo también incluye la excavación y relleno para la colocación de las señales. La forma, dimensiones y colores deben de estar de acuerdo con el reglamento de señales aprobado por la Dirección General de Caminos.

MATERIALES

707.03 LAMINAS O PLIEGOS DE MATERIAL REFLECTIVO. Deben cumplir con los requisitos de la norma ASTM D 4956. Cuando el contenido de las señales sobre las láminas o pliegos de material reflectivo sea elaborado con pintura, ésta deberá cumplir con los mismos requisitos de reflexión de las láminas o pliegos, y garantizar su correcta reflectividad en condiciones nocturnas.

707.04 TABLEROS PARA SEÑALES. Los tableros para señales pueden ser fabricados de aluminio, acero o plástico según se especifique en los planos y tienen que tener láminas o pliegos de material reflectivo en su parte delantera. Cuando el tipo de material para la señal no se especifique en los planos, se tiene que usar tableros de aluminio.

(a) Tableros de aluminio. Deben cumplir con lo indicado en ASTM B 209 M, aleación 6061-T6 ó 5052-H 38. Todos los tableros que sean de 750 por 750 milímetros o menores, deben ser fabricados con láminas de aluminio de 2 milímetros de espesor. Los tableros más grandes para la señalización en estructuras de portales deben ser fabricados con láminas de aluminio de 3 milímetros de espesor.

Las planchas deben estar libres de laminaciones, burbujas, uniones abiertas, perforaciones, agujeros y otros defectos que puedan afectar su apariencia o su uso. El espesor debe ser uniforme y la plancha prácticamente plana. Los trabajos de corte, troquelado y punzonamiento deben ser efectuados antes de preparar los tableros para la aplicación del material reflectivo.

Se debe limpiar, desengrasar y cromar los tableros o prepararlos adecuadamente de otra forma de acuerdo con los métodos recomendados por el fabricante del laminado.

(b) Tableros de acero. El Contratista debe suministrar láminas continuas de acero de 2 milímetros con un revestimiento galvanizado que cumplan con lo indicado en ASTM A 525 M. El revestimiento con zinc debe ser tratado con fósforo (designación G 90) con un espesor de 1.1 ± 0.5 gramos por metro cuadrado de área superficial.

El Contratista debe suministrar tableros con una superficie prácticamente plana. No se debe utilizar tableros torcidos o combados. Se debe limpiar, desengrasar o preparar los tableros utilizando cualquiera de los métodos recomendados por el fabricante.

(c) Tableros plásticos. El Contratista debe suministrar material de policarbonato liviano, flexible, de alto impacto y químicamente resistente a los rayos ultravioleta u otro material equivalente aprobado sobre el cual se puedan colocar adhesivos, revestimientos y material para laminado reflectivo recomendados para estos tableros.

Los tableros de 600 por 600 milímetros o menos deben ser fabricados utilizando planchas plásticas de 2 milímetros de espesor. Los tableros más grandes deben ser fabricados utilizando planchas de 3 milímetros de espesor.

Los tableros deben ser planos y deben estar libres de pandeos, torceduras y otros defectos. Cuando se coloquen varios tableros adyacentes, el espacio entre tableros adyacentes no debe ser mayor de 16 milímetros. Los tableros mayores de 600 por 600 milímetros deben tener nervios de refuerzo colocados en la parte trasera para rigidizar y montar los soportes.

707.05 POSTES DE METAL. Los postes fabricados de tubos de aluminio se deben ajustar a los requisitos de la norma ASTM B 221.

El Contratista debe suministrar postes de acero de lingote o relaminado que cumplan con lo indicado en ASTM A 499. Los agujeros deben ser punzonados a lo largo de la línea central del poste antes de galvanizarlo. La perforación o el punzonamiento deben iniciarse a 25 milímetros de la parte superior del poste y proceder con una separación de 25 milímetros entre centros a lo largo de toda la longitud del mismo. Los postes deben ser galvanizados de acuerdo con lo indicado en ASTM A 123.

Los postes deben tener como mínimo 50 milímetros de diámetro.

707.06 ESTRUCTURAS DE METAL. Todas las estructuras de metal detalladas en los planos para la sujeción de los tableros o señales se deben cumplir y ser construidas de acuerdo con los requisitos de la Sección 559.

REQUISITOS DE CONSTRUCCION

707.07 COLOCACION. La fabricación de los tableros, incluyendo el corte, perforación y taladrado de agujeros, se tiene que completar antes de la preparación final de la superficie y de la aplicación de las láminas o pliegos reflectivos excepto cuando se requiera la fabricación de letras cortadas a troquel o aserradas sobre señales procesadas y montadas. Los tableros de metal se tienen que cortar del tamaño y forma correctos y tienen que estar libres de pandeo, abolladuras, arrugas, rebabas y defectos que resulten de la fabricación. La superficie de todos los tableros de señales tiene que ser plana.

No se permitirá el taladrado de agujeros en la obra en cualquier parte del montaje de la estructura sin la previa autorización del Delegado Residente.

Las letras, números, flechas, símbolos, bordes y otras características del mensaje de la señal tienen que ser del tipo, tamaño y serie indicados en los planos o especificados en las Disposiciones Especiales. Cuando se monten las señales antes de que su mensaje deba ser expuesto, el Contratista tiene que cubrir la cara de la señal en forma aceptable para el Delegado Residente, de modo que el mensaje no pueda ser leído y tiene que mantener dicha cubierta en buen estado hasta que el Delegado Residente ordene el retiro de la misma o hasta la aceptación final, lo que corresponda.

El material de cobertura tiene que ser duradero y resistente a los efectos de la exposición a la intemperie durante el período de uso.

La cimentación para las señales se tienen que construir de acuerdo con los detalles y dimensiones indicados en los planos o como sea aprobado por el Delegado Residente. La excavación, asiento, relleno y compactación tiene que ser llevada a cabo de acuerdo con los requisitos correspondientes de la Sección 205. Los materiales excavados que no se utilizaron en la construcción de la cimentación tienen que ser retirados y eliminados en forma aceptable para el Delegado Residente.

Los postes de las señales de tráfico deben enterrarse por lo menos 500 milímetros, para lo cual se debe hacer una excavación por lo menos de 300 x 300 x 500 milímetros; y el espacio entre las paredes de la excavación y pie del poste se debe llenar con concreto simple clase 14 (2000), bien compactado para que el poste quede bien anclado en el terreno y no pueda ser removido fácilmente. La distancia y la altura de la señal sobre el pavimento debe ser la indicada en el reglamento de señales aprobado por la Dirección General de Caminos.

Como alternativa, los postes pueden ser hincados mediante un cabezal de hincar adecuado o colocados dentro de agujeros guía taladrados o perforados. Las unidades dañadas como resultado de estas operaciones serán rechazadas y reemplazadas por cuenta del Contratista.

Los postes colocados en los agujeros taladrados o perforados tienen que ser rellenados con material aprobado hasta el nivel de la superficie circundante, compactados y el área acondicionada en forma aceptable.

Se tienen que tomar las precauciones del caso durante todas las operaciones de fabricación, transporte y montaje para evitar ralladuras, raspaduras y abolladuras de cualquiera de las piezas. Las estructuras tienen que ser manipuladas en forma tal de evitar todo daño a las mismas.

Las piezas dañadas tienen que ser reparadas o reemplazadas sin costo para el Estado y en forma aceptable para el Delegado Residente. Los tableros para señales tienen que ser asegurados firmemente a los postes como se indica en los planos. Los elementos de sujeción tienen que ser antirrobo cuando ello sea posible. Los tableros para señales tienen que ser montados con la leyenda horizontal.

Para reducir el reflejo del sol en el panel de señales en dirección a los conductores, éste tiene que ser ligeramente desviado de la dirección del tránsito. Además, se tiene que colocar un material aislante de 1.6 milímetros de espesor para evitar el contacto entre el material de aluminio y el de acero.

Después de la instalación de las señales sobre sus soportes, se deben pintar todas las cabezas de los pernos, las cabezas de los tornillos, las arandelas, etc. que estén expuestas en la cara trasera de las señales. El tipo de pintura tiene que ser aceptable para el Delegado Residente y el color de la pintura tiene que combinar, en lo que sea posible, con el color del fondo o área del mensaje en el punto en el que el accesorio esté expuesto.

707.08 MEDIDA. La medida se debe hacer del número de señales de tráfico, fabricadas, e instaladas satisfactoriamente, de acuerdo con el Reglamento de Señales aprobado por la Dirección General de Caminos y estas Especificaciones Generales.

707.09 PAGO. El pago se debe hacer por el número de señales de tráfico, medidas como se especifica anteriormente, al precio unitario de contrato, correspondiente a Señales de Tráfico, cuyo precio incluye el trabajo estipulado en esta Sección, de conformidad con lo indicado en 110.02.

RESUMEN DE NORMASEnsayosMateriales

D 4956	Láminas o pliegos de material reflectivo	ASTM
	Tableros de aluminio	ASTM B 209M
	Tableros de acero	ASTM A 525M
	Tubería de Acero	ASTM A 123
	Tubería de Aluminio	ASTM B 221
	Tubería de Aluminio	ASTM A 499
	Estructuras de Acero	559*

* Se refiere a estas Especificaciones Generales.

SECCION 708 DISPOSITIVOS PARA EL CONTROL TEMPORAL DEL TRANSITO

- 708.01 Definición.
- 708.02 Descripción.
- 708.03 Materiales.
- 708.04 Generalidades.
- 708.05 Limitación de las Operaciones
- 708.06 Medida.
- 708.07 Pago.

708.01 DEFINICION. Dispositivos para el control del tránsito. Es el conjunto de dispositivos y de servicios temporales necesarios para que el tránsito circule dentro del proyecto y en los tramos abiertos a éste, durante el período de construcción del proyecto.

708.02 DESCRIPCION. Este trabajo consiste en el suministro e instalación de dispositivos y servicios para el control y la protección temporal del tránsito en las zonas de construcción de acuerdo con lo previsto en estas Especificaciones Generales, en las Disposiciones Especiales y de conformidad con los detalles y en las ubicaciones indicadas en los planos o establecidas por el Delegado Residente.

MATERIALES

708.03 MATERIALES. Los materiales para los dispositivos temporales para el control del tránsito deben ajustarse a los requisitos establecidos a continuación y en las Disposiciones Especiales.

(a) Material Reflectivo. A menos que se especifique lo contrario en las Disposiciones Especiales, los paneles, barreras, conos, tambores y las banderas de los abanderados tienen que tener un recubrimiento reflectivo que se ajuste a los requisitos de la norma ASTM D 4956.

(b) Paneles para Señales. Los paneles para señales deben ajustarse a lo previsto en la Sección 707 y deben ser de color naranja con leyendas en color negro, a menos que se estipule de otra forma en las Disposiciones Especiales.

(c) Postes para Señales. Los postes para señales deben ser de madera sin tratar, metal u otros materiales aceptables a juicio del Delegado Residente.

(d) Barreras. Son los dispositivos empleados para canalizar y orientar el tráfico.

(1) Conos. Los conos deben tener una altura mínima de 610 milímetros con una base ensanchada y deben ser capaces de soportar impactos sin que el cono o los vehículos sufran daño. Todos los conos tienen que ser de color naranja y visibles a la luz del día o en la oscuridad. Los conos deben mantener su posición vertical durante el flujo normal de tránsito y en las condiciones de viento de la zona donde se empleen los mismos.

(2) Toneles. Los toneles deben ser de metal y deben tener una altura aproximada de 900 milímetros y un diámetro mínimo de 450 milímetros. Se pueden emplear toneles de plástico sujetos a la aprobación del Delegado Residente.

(3) Vallas. Las vallas deben ser de postes y tablas de madera blanda.

(e) Barricadas. Estas barricadas deben ser de concreto y se tienen que ajustar a los requisitos previstos en la Sección 709 y a los planos. Las barricadas deben tener material

reflectivo de color blanco o amarillo, según corresponda, y un tamaño aproximado de 2.5 x 75 milímetros, firmemente montados sobre centros de 3 metros, en la parte de la barricada expuesta al tránsito, a aproximadamente 600 milímetros por encima de la superficie del pavimento.

(f) Defensa Temporal. La defensa temporal se debe ajustar a lo previsto en la Sección 701 para postes y rieles de acero. Se permitirá el uso de material de defensas usadas, previa autorización del Delegado Residente.

(g) Luces de Advertencia (destellantes o fijas). Las luces de advertencia tienen que ser del Tipo A de intermitencia de baja intensidad, Tipo B de intermitencia de gran intensidad o Tipo C de iluminación fija.

(h) Plataforma de Flecha Intermitente. Las plataformas de flecha intermitente deben tener una altura mínima de 2.6 metros y deben tener un acabado con esmalte mate de color negro. Se debe instalar en el panel un mínimo de 15 lámparas de luz ámbar No. 4412A, PAR 46 de 12 voltios. La configuración de la lámpara tiene que ser provista con un visor y cuando se iluminen las lámparas, éstas tienen que ser visibles a una distancia mínima de 1.6 kilómetros en días claros y despejados. No se tienen que emplear plataformas de flecha intermitente que sólo tengan puntas de flecha.

Las plataformas deben tener los siguientes cuatro modos de funcionamiento:

- Modo Flecha Izquierda: la flecha encendida destella a la izquierda.
- Modo Flecha Derecha: la flecha encendida destella a la derecha.
- Modo Flecha Izquierda y Derecha: la flecha encendida destella simultáneamente a la derecha y a la izquierda.
- Modo Advertencia: Las lámparas externas colocadas en la parte superior e inferior del panel se encienden y se apagan simultáneamente (emitiendo una señal que no indicará una dirección).

Los circuitos electrónicos tienen que proporcionar entre 25 y 40 ciclos operativos completos de la señal por minuto para cada uno de los modos especificados anteriormente. El tiempo mínimo de encendido tiene que ser el 50 por ciento del ciclo.

La energía eléctrica para el funcionamiento de la señal se tiene que obtener del vehículo donde se encuentra montada la señal. Las señales montadas en la cabina de un camión o en una plataforma deben ser montadas de modo que quede un mínimo de 2 metros entre la parte inferior de la señal y el pavimento.

(i) Abanderados y los conductores de Autos Pilotos. Los abanderados y los conductores de los autos pilotos tienen que estar física y mentalmente aptos y entrenados para realizar sus tareas eficientemente. Cada abanderado, durante el período en que desarrolle su tarea, tiene que estar identificado mediante indumentaria adecuada y característica que incluirá chaleco y sombrero reflectivos y estará equipado con banderas de color rojo o naranja.

Los autos piloto tienen que estar identificados con la señal adecuada e informativa montada en la parte trasera de los mismos y con un faro rotatorio de luz ámbar y los mismos deben ser operados a velocidad prudente.

(j) Marcas Temporales en el Pavimento. Las marcas temporales deben ser cintas reflectivas pre formadas o pintadas según se especifique. Las cintas pre formadas tienen que ser removibles o fijas, según se especifique. La cinta removible tiene que ser capaz de ser quitada de forma intacta o en franjas grandes. La cinta fija está diseñada para permanecer en el lugar. La cinta debe tener esferas de vidrio de alta calidad óptica, revestida previamente con un

adhesivo sensible a la presión. Las esferas tienen que ser de una graduación uniforme y deben ser distribuidas sobre la superficie de la cinta en forma uniforme. El color de la cinta se tiene que ajustar a las normas referentes al color de las marcas del pavimento y tienen que ser visibles a la luz de los autos de noche. La cinta, cuando se coloque de acuerdo con los procedimientos recomendados por el fabricante, tiene que ser resistente a la intemperie y no tiene que presentar decoloración, levantamiento o encogimiento perceptibles durante la vida útil de la misma. La cinta colocada tiene que tener una buena apariencia, estar libre de rupturas y los bordes tienen que ser rectos, derechos y estar enteros.

Las marcas pintadas se tienen que ajustar a la Sección 706.

Los marcadores resaltados en el pavimento tienen que ajustarse a lo indicado en la Sección 706. Tienen que ser de color blanco (cristal), amarillo o rojo, o una combinación de los mismos, según se especifique en las Disposiciones Especiales.

REQUISITOS DE CONSTRUCCION

708.04 GENERALIDADES. El Contratista debe mantener los tramos de la obra habilitados al tránsito, en condiciones tales que el mismo pueda circular sin riesgos. Los dispositivos y los servicios de control de tránsito dentro y fuera de los límites de la obra, tienen que ser proporcionados y mantenidos según sea necesario, para facilitar la dirección del tránsito.

El Contratista debe presentar un plan de control de tránsito para el manejo del mismo de acuerdo con lo indicado en 155.03. El Contratista tiene que instalar las señales, barreras y otros dispositivos de control de tránsito exigidos en el plan y en las Disposiciones Especiales. Los dispositivos para el control del tránsito tienen que ser operados solamente cuando sea necesario y solamente será posible poner en funcionamiento aquellos dispositivos que pueden ser operados satisfactoriamente y que se apliquen a las condiciones reales existentes.

El Contratista tiene que reemplazar todos los dispositivos proporcionados, de acuerdo con lo previsto en esta Sección, que se hayan perdido, hayan sido robados, destruidos o se consideren inaceptables mientras se requiera su empleo en la obra, sin recibir compensación adicional.

El recubrimiento reflectivo de las señales, toneles, barreras y demás dispositivos tiene que mantenerse limpio. El Contratista tiene que corregir inmediatamente todos los rayones, raspaduras y rasgaduras producidos en el recubrimiento. El recubrimiento reflectivo tiene que tener la reflexión adherida y ésta no debe ser inferior al 75 por ciento de los valores SIA mínimos requeridos para el recubrimiento Tipo II. El revestimiento Tipo II-A o Tipo II especificado en las Disposiciones Especiales, debe ser mantenido a por lo menos el 50 por ciento del SIA mínimo previsto en los requisitos aplicables de la norma ASTM D 4956.

Las luces de advertencia Tipo A tienen que ser empleadas solamente en barreras y toneles (usados individualmente) y sólo en las dos primeras barreras o toneles empleados en la serie para canalización.

Las luces de advertencia Tipo B tienen que ser empleadas en señales de advertencia ó en las barreras.

Las luces de advertencia tipo C tienen que ser instaladas en barreras o toneles y empleadas en la serie de canalización (con la salvedad de que las dos primeras tienen que ser Tipo A).

Las operaciones nocturnas deben cumplir con lo indicado en 155.08.

Las marcas temporales de la línea central en una calzada de doble vía y tránsito circulando en dos sentidos tienen que ser líneas de color amarillo de trazo interrumpido con un ancho mínimo de 100 milímetros y una longitud mínima de 3 metros a intervalos de 9 metros. En los tramos de no rebasar, la línea tiene que ser continua de color amarillo.

Las líneas de las vías separando dos o más vías de tránsito circulando en la misma dirección tienen que ser una tira de color blanco de trazo interrumpido con un ancho mínimo de 100 milímetros y una longitud mínima de 3 metros a intervalos de 9 metros. Las marcas tienen que ser paralelas a la línea central y de apariencia nítida.

Las marcas de la línea central en las calzadas de múltiple vía no separadas (cuatro o más vías) y en las calzadas de doble vía y tránsito circulando en dos sentidos en zonas de “no rebasar” en ambas direcciones, será una línea doble continua de color amarillo. Las marcas tienen que estar colocadas paralelamente entre sí, con una separación aproximada de 100 milímetros.

Las marcas temporales del pavimento tienen que ser colocadas en cada capa de pavimento con anterioridad a la apertura al tránsito público. En capas superpuestas de pavimento de concreto asfáltico, las marcas tienen que ser colocadas lo antes posible después de la colocación de la capa. Como mínimo, las marcas de pavimento tienen que ser colocadas el mismo día en que se coloque la capa superpuesta de concreto asfáltico en aquellas calzadas donde deba circular el tránsito. En la capa superficial final se tienen que colocar las marcas permanentes en el pavimento. En los tramos en que, por condiciones especiales (desvíos), se deban colocar marcas temporales sobre la capa final superficial, éstas deben ser del tipo removible.

Todas las marcas temporales del pavimento tienen que ser removidas mediante un método aprobado que no dañe la superficie o la textura del pavimento, ya que cualquier daño tiene que ser reparado a expensas del Contratista empleando métodos aceptables a juicio del Delegado Residente.

Cuando exista un desnivel longitudinal o transversal entre una y otra capa del pavimento de más de 80 milímetros, se deben colocar señales de advertencia.

708.05 LIMITACION DE LAS OPERACIONES. Las operaciones del Contratista en las calzadas abiertas al tránsito público tienen que ser limitadas en la forma estipulada en la Sección 155.

708.06 MEDIDA. La medida se debe hacer por suma global por los dispositivos suministrados y los trabajos correspondientes al renglón de “Dispositivos para el Control Temporal del Tránsito” efectuados satisfactoriamente de acuerdo con estas Especificaciones Generales.

708.07 PAGO. El pago se debe hacer por la suma global como se especifica anteriormente, al precio unitario de contrato correspondiente a “Dispositivos para el Control Temporal del Tránsito”, cuyo precio incluye el trabajo estipulado en esta Sección, de conformidad con lo indicado en 110.02.

RESUMEN DE NORMAS

Ensayos

Materiales

Láminas de material reflector

ASTM D 4956

SECCION 709 BARRICADAS DE CONCRETO

- 709.01 Definición.
- 709.02 Descripción.
- 709.03 Requisitos de los Materiales.
- 709.04 Barricadas de concreto.
- 709.05 Medida.
- 709.06 Pago.

709.01 DEFINICIÓN. Barricadas de concreto. Son los dispositivos para impedir el paso del tráfico, para desviarlo o para canalizarlo. También son utilizados para separación de carriles.

709.02 DESCRIPCION. Este trabajo consiste en el suministro y colocación de barricadas de concreto y/o de concreto prefabricado de acuerdo con estas Especificaciones Generales, las Disposiciones Especiales y de acuerdo con las alineaciones y rasantes indicadas en los planos o establecidas por el Delegado Residente.

MATERIALES

709.02 REQUISITOS DE LOS MATERIALES.

- (a) Concreto. Debe cumplir con los requisitos establecidos en la Sección 551.
- (b) Acero de Refuerzo. Debe cumplir con los requisitos de la Sección 552.
- (c) Barricadas de concreto prefabricado. Las unidades prefabricadas deben fundirse en formaletas de acero. Se les debe colocar suficiente acero de refuerzo para que resistan el manejo de las mismas. El concreto debe tener una resistencia mínima a los 28 días de 28 MPa (4,000 psi) de acuerdo con la norma AASHTO T 22. El contenido de aire por volumen, cuando requerido, debe ser de 5 por ciento mínimo cuando el tamaño máximo del agregado sea de 9.5 milímetros y de 4 por ciento mínimo cuando el tamaño máximo del agregado sea mayor de 9.5 milímetros. Las unidades de concreto deben ser curadas según lo indicado en AASHTO M 170M.
- (d) Relleno para juntas preformadas. Debe ser relleno preformado para juntas de expansión de una sola pieza para cubrir la profundidad y el ancho de la junta. El relleno debe cumplir con los requisitos de las normas: AASHTO M 33 para juntas preformadas de tipo bituminoso; AASHTO M 153 para juntas preformadas de hule esponjoso y de corcho y con AASHTO M 213 para juntas preformadas bituminosas de tipo no estirada a presión y resilente.
- (e) Ganchos y pasadores. Los ganchos y pasadores deben estar de acuerdo con lo establecido en ASTM A 36 y deben ser galvanizados de acuerdo con lo establecido en ASTM A 153.
- (f) Material Reflectivo. Las barricadas deben tener material reflectivo de color blanco o amarillo, según corresponda, y un tamaño aproximado de 2.5 x 75 milímetros, firmemente montados sobre centros de 3 metros, en la parte de la barricada expuesta al tránsito, a aproximadamente 600 milímetros por encima de la superficie del pavimento.

REQUISITOS DE CONSTRUCCION

709.04 BARRICADAS DE CONCRETO. Las barricadas de concreto pueden ser fundidas en el sitio, prefabricadas o construidas con formaletas deslizantes. Todos los trabajos deben ser ejecutados de acuerdo con las disposiciones aplicables de la Sección 553.

- (a) Fundidas en el lugar. Se deben formar juntas de contracción de 5 milímetros de ancho y de 50 milímetros de profundidad a intervalos de 6 metros, a mano o con sierra. El

aserrado se debe efectuar tan pronto como sea posible después de que el concreto haya fraguado lo suficiente para que no se desmoronen las esquinas del aserrado, pero antes de que ocurran grietas de encogimiento. La profundidad del aserrado debe disminuirse en la orilla adyacente al pavimento para evitar daños en el pavimento.

Se debe colocar relleno preformado para juntas de 19 milímetros en todas las juntas de construcción. Se debe cortar el relleno de manera que se ajuste al área transversal de las estructuras y de las juntas de construcción de las barricadas. Se deben construir juntas longitudinales de 6 milímetros de ancho a los lados de las barricadas.

A la parte superior y lateral de la barricada se le debe dar un acabado superficial común de acuerdo con lo establecido en la Sección 553. Las barricadas y sus juntas deben presentar un aspecto liso y uniforme en su posición final.

(b) Fundidas con formaleta deslizante. No se debe tocar la superficie del concreto de la barricada mientras sale de la máquina de formaleta deslizante, excepto para remover inmediatamente las rebabas o efectuar rebajas utilizando una rastra aplicada cuidadosamente.

Se deben efectuar los ajustes necesarios durante la operación para corregir cualquier condición que cause marcas en la superficie mayores de 13 milímetros. No se debe utilizar agua para reparar las barricadas ya terminadas.

(c) Prefabricadas. Se debe preparar el lecho de cimentación de la barricada de manera que no varíe más de 6 milímetros cuando se coloque un escantillón de 3 metros a lo largo de la línea central de la barricada. Se deben alinear y conectar las secciones adyacentes de la manera indicada en los planos.

El Contratista debe proveer los ganchos y pasadores necesarios para unir las unidades prefabricadas.

709.06 MEDIDA. La medida se debe hacer del número de metros lineales, con aproximación de dos decimales, de Barricadas de Concreto, aceptados satisfactoriamente de acuerdo con estas Especificaciones Generales.

709.07 PAGO. El pago se debe hacer por el número de metros lineales medidos como se indica anteriormente, al precio unitario de contrato, correspondiente a Barricadas de Concreto, cuyo precio incluye el trabajo estipulado en esta Sección, de conformidad con lo indicado en 110.02.

RESUMEN DE NORMAS

<u>Ensayos</u>	<u>Materiales</u>
Relleno para juntas	AASHTO M 33, M 153 Ó M 213
Pernos	ASTM A 36
Galvanizado	ASTM A 153

SECCION 710 ACERAS Y MEDIANAS PAVIMENTADAS

- 710.01 Definición.
- 710.02 Descripción.
- 710.03 Requisitos de los Materiales.
- 710.04 Preparación del Lecho.
- 710.05 Aceras y Medianas de Concreto de Cemento Hidráulico.
- 710.06 Aceras y Medianas de Mezcla Asfáltica.
- 710.07 Aceras y Medianas de Ladrillo.
- 710.08 Medida.
- 710.09 Pago.

710.01 DEFINICIONES.

Acera ó banqueta. Es aquella parte de la calzada construida principalmente para uso de los peatones.

Mediana. Es aquella parte de una carretera dividida que separa las vías de tráfico en direcciones opuestas, incluyendo los hombros interiores.

710.02 DESCRIPCION. Este trabajo consiste en la construcción de banquetas y medianas pavimentadas de acuerdo con lo indicado en los planos, estas Especificaciones Generales y en las Disposiciones Especiales. Dichos elementos pueden ser de concreto de cemento hidráulico, de mezcla asfáltica o de ladrillos. La forma y dimensiones deben ser las indicadas en los planos.

MATERIALES

710.03 MATERIALES. Los materiales deben estar de acuerdo con lo establecido en las siguientes Subsecciones:

- (a) Concreto hidráulico. De acuerdo con lo indicado en la Sección 551.
- (b) Acero de refuerzo. De acuerdo con lo indicado en la Sección 552.
- (c) Mezcla asfáltica. Los materiales para las aceras de mezcla asfáltica deben estar de acuerdo con lo establecido en la Sección 401 y/o 403, según se establezca en las Disposiciones Especiales.
- (d) Ladrillos. Los ladrillos de arcilla o de esquisto para las aceras deben estar de acuerdo con los requisitos de la norma AASHTO M 114, grado SW.

Los adoquines de concreto para las aceras deben estar de acuerdo con los requisitos de la norma ASTM C 55, grado N-I.

- (e) Relleno para juntas. De acuerdo con lo indicado en la Sección 551.

REQUISITOS DE CONSTRUCCION

711.04 PREPARACIÓN DEL LECHO. El fondo de la excavación debe ser conformado y compactado hasta que presente una superficie plana en conformidad con la sección que se indique en los planos. Todo el material blando e inadecuado debe ser retirado y reemplazado con material adecuado el cual debe ser compactado de acuerdo con lo indicado en la Sección 206.

El material del lecho de cimentación debe ser colocado en capas que no excedan de 100 milímetros de espesor compactado y cada capa debe ser compactada adecuadamente. Cada capa debe ser compactada con por lo menos tres pasadas de un compactador mecánico liviano.

710.05 ACERAS Y MEDIANAS DE CONCRETO DE CEMENTO HIDRAULICO.

(a) Formaletas. La excavación se debe efectuar hasta la profundidad requerida y hasta un ancho que permita la instalación de la formaleta. Las formaletas deben ser de madera, metal u otro material adecuado y deben extenderse hasta la profundidad total del material que se coloque. Todas las formaletas deben ser rectas, estar exentas de combaduras y ser lo suficientemente resistentes para soportar la presión de los materiales que se coloquen sin sufrir desplazamientos.

(b) Colocación del concreto. El lecho de cimentación debe ser humedecido por completo inmediatamente antes de verter el concreto. El concreto debe ser depositado en una sola capa de manera de evitar la segregación y debe ser nivelado adecuadamente.

(c) Acabado. El acabado de la banqueta debe cumplir con lo establecido en 553.17 (g).

(d) Juntas. Las juntas de expansión deben tener las dimensiones especificadas y en ellas debe colocarse el material premoldeado para relleno de juntas de expansión del tipo especificado. La acera debe ser dividida en secciones por medio de juntas simuladas aserradas u otro medio aceptable, según fuese ordenado. Estas juntas simuladas deben penetrar en el interior del concreto una profundidad de $\frac{1}{4}$ a $\frac{1}{5}$ del espesor de la losa y deben tener aproximadamente 3 milímetros de ancho. Las juntas deben coincidir tanto como sea posible con las juntas adyacentes del pavimento rígido, si ese fuera el caso.

Alrededor de todos los accesorios tales como cajas de registro, postes de servicio público, etc. deben formarse juntas de construcción con una profundidad igual a la de la acera o mediana. En estas juntas se debe colocar material para relleno de juntas de expansión de 13 milímetros de espesor. También debe colocarse material de juntas de expansión entre la construcción de la acera de concreto y cualquier estructura fija tal como un edificio o puente. Este material para juntas de expansión debe penetrar hasta la profundidad total de la acera de concreto.

(d) Curado. El concreto debe ser curado por lo menos durante 72 horas. El curado se debe efectuar de acuerdo con lo indicado en la Sección 551. Durante el período de curado, la obra deberá ser protegida de todo el tránsito, tanto peatonal como de vehículos. El tránsito de vehículos debe prohibirse durante el período adicional que el Delegado Residente ordene.

710.06 ACERAS Y MEDIANAS DE MEZCLA ASFALTICA. La mezcla asfáltica debe colocarse cuando el lecho de cimentación esté lo suficientemente seco y las condiciones climáticas sean favorables. El material asfáltico debe ser colocado sobre la capa de lecho y debe ser compactado en una o más capas según se indique. La compactación debe efectuarse por medio de rodillos manuales o mecánicos de tipo y peso aceptables para el Delegado Residente. En lugares inaccesibles para el rodillo, se permitirá el apisonado manual.

710.07 ACERAS Y MEDIANAS DE LADRILLO. Los ladrillos deben ser colocados según se indique en los planos, sobre una superficie preparada. La capa de ladrillos debe colocarse plana y nivelarse por medio de reglas de madera. La capa no debe desviarse de la línea recta en más de 50 milímetros en 9.2 metros.

Inmediatamente después de la colocación, la superficie de ladrillos debe ser barrida e inspeccionada. Todo ladrillo defectuoso debe ser substituido.

Posteriormente se deben rellenar las juntas con una mezcla seca de 4 partes de arena y 1 parte de cemento en peso y humedecidas cuidadosamente a fin de saturar el relleno de la junta. Toda junta que no quede al ras con la superficie de los ladrillos debe ser rellenada nuevamente y humedecida.

710.08 MEDIDA. La medida se debe hacer del número de metros cuadrados, con aproximación de dos decimales, de Aceras y Medianas construidas satisfactoriamente, de acuerdo con estas Especificaciones Generales. En el caso de aceras y medianas de concreto hidráulico, esta medida debe incluir el acero de refuerzo especificado en los planos y en las Disposiciones Especiales.

710.09 PAGO. El pago se debe hacer por el número de metros cuadrados medidos como se indica anteriormente, al precio unitario de contrato, correspondiente a Aceras y Medianas cuyo precio incluye el trabajo estipulado en esta Sección, de conformidad con lo indicado en 110.02.

RESUMEN DE NORMAS

<u>Ensayos</u>	<u>Materiales</u>
Concreto	Sección 551*
Acero de refuerzo	Sección 552*
Mezcla Asfáltica	Sección 401 ó Sección 403
Ladrillos de arcilla ó esquisto	AASHTO M 114
Ladrillos de concreto	ASTM C 55
Relleno para juntas	Sección 551*

* Se refiere a estas Especificaciones Generales

DIVISION 800ASPECTOS AMBIENTALES

Tal como se indicó en la División 100 de estas Especificaciones Generales, la DGC deberá contar con el Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental –EIA– ya aprobado, que contenga las medidas de mitigación, para todas aquellas actividades que por sus características, puedan causar deterioro del ambiente y a los recursos naturales y culturales, antes de la ejecución de una obra. El Contratista es responsable durante la construcción, rehabilitación y mantenimiento de la red vial, de cumplir con todas las leyes y demás disposiciones referentes al Medio Ambiente y afines como lo establece la Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente.

Por esta razón se decidió crear la DIVISION 800 de estas Especificaciones Generales, específicamente dedicada a tratar temas ambientales relacionados con el control de la erosión, la re vegetación y la re forestación.

En otras DIVISIONES de estas Especificaciones Generales se tratan los aspectos ambientales relacionados con los siguientes temas:

<u>Tema</u>	<u>Sección ó Sub-sección</u>
(a) Campamentos	104.04 y 104.05
(b) Limpieza final del derecho de vía	105.12
(c) Operaciones en bancos de materiales	106.02 y 106.06
(d) Equipo	107.04 y 107.05
(e) Disposiciones sanitarias	108.08
(f) Seguridad del personal	108.10
(g) Protección del medio ambiente (EIA's)	108.12
(h) Protección de bosques	108.13 (a)
(i) Protección de fuentes de agua	108.13 (b)
(j) Protección de zonas de amortiguamiento	108.13 (d)
(k) Protección de sitios y vestigios arqueológicos e históricos	108.13 (e)
(l) Protección y restauración del paisaje	108.13 (f)
(m) Plan de seguridad, control del tránsito y mantenimiento	155.03
(n) Barricadas, avisos de precaución y maquinaria	155.04
(o) Operaciones nocturnas	155.08
(p) Retiro de monumentos históricos	201.06
(q) Limpia, chapeo y destronque	202.03
(r) Desperdicio (botaderos)	203.04 (c)
(s) Paliativos del polvo	312
(t) Plantas de asfalto	107.04, 401
(u) Afectaciones	108.09

SECCIÓN 801 CONTROL DE EROSION.

- 801.01 Definiciones.
- 801.02 Descripción.
- 801.03 Requisitos de los Materiales.
- 801.04 Generalidades.
- 801.05 Presas de Detención de Erosión.
- 801.06 Cercos para Retención de Limos.
- 801.07 Estructuras para Contener Sedimentos.
- 801.08 Canales de Desviación.
- 801.09 Bermas de Tierra.
- 801.10 Drenajes de Taludes y Vías Fluviales.
- 801.11 Siembra de Césped.
- 801.12 Equipo.
- 801.13 Limpieza.
- 801.14 Medida.
- 801.15 Pago.

801.01 DEFINICION. Control de erosión. Son las disposiciones para el control temporal y permanente de la erosión que deben ser planificadas de una manera efectiva, económica y continua, durante todo el período de construcción para evitar el daño de la superficie de los taludes.

801.02 DESCRIPCION. Este trabajo consiste en el suministro, la construcción y en el mantenimiento de las medidas necesarias para el control temporal y permanente de la erosión y de la sedimentación, según se muestre en los planos, se especifique en las Disposiciones Especiales o lo ordene el Delegado Residente.

MATERIALES

801.03 REQUISITOS DE LOS MATERIALES.

(a) Pacas. Existen dos tipos de pacas, de paja normal y de paja de madera. Las pacas de paja deben ser de tipo comercial y deben amarrarse con alambre o pita resistentes. Deben tener una longitud aproximada de 1 metro, tener forma rectangular y una masa aproximada de 30 kilogramos. La paja debe ser de avena, trigo, centeno u otras matas de grano que estén libres de maleza, moho u otro material dañino. La paja debe ser secada al aire y estar en una condición adecuada para ser colocada por el equipo especificado.

Las pacas de paja de madera deben ser pacas de viruta de madera rizada. Las pacas deben amarrarse con alambre comercial para pacas, plástico o hilo. Deben tener un tamaño aproximado de 400 por 450 por 900 mm y una masa aproximada de 33 kilogramos.

(b) Alcantarilla para el control de la erosión. Se debe suministrar tubería fabricada con metal corrugado, plástico o concreto a ser utilizada para la desviación de riachuelos existentes en las áreas de trabajo. Para alcantarillas temporales colocadas debajo del paso del tráfico, se debe aplicar lo indicado en la norma AASHTO M 18 en lo que respecta a las cargas.

(c) Fertilizantes. De preferencia se deben suministrar fertilizantes orgánicos. Los fertilizantes químicos deben ser granulados formulados en seco de grado comercial. El fertilizante se debe suministrar en recipientes nuevos, limpios, sellados y etiquetados adecuadamente para marcar claramente el nombre, la masa y la garantía del contenido. Se podrán utilizar fertilizantes líquidos si éstos contienen el porcentaje mínimo de nutrientes del fertilizante seco.

(d) Geotextiles Tipo IV y Tipo V. Los geotextiles que normalmente se utilizarán para en ésta sección serán el Tipo IV para el Control de la Erosión Permanente y el tipo V para la construcción de Barreras de Sedimentación Temporal, los cuales deben llenar los requisitos de las Tablas 801-1 y 801-2, respectivamente.

Tabla 801-1 Requerimientos Físicos para Geotextil en Función de Control de Erosión

Propiedades	Método de ensayo ASTM	Un.	Especificaciones ⁽¹⁾					
			Porcentaje de suelo que pasa el tamiz 0.075 mm ⁽⁴⁾					
			< 15	15 a 50	> 50	< 15	15 a 50	> 50
			Geotextil Clase 2 ⁽⁵⁾			Geotextil Clase 3 ⁽⁵⁾		
			Tipo IV-A	Tipo IV-B	Tipo IV-C	Tipo IV-D	Tipo IV-E	Tipo IV-F
Resistencia a la Tracción Grab	D 4632	N	1400/900	1400/900	1400/900	1100/700	1100/700	1100/700
Resistencia de la costura	D 4632	N	1260/810	1260/810	1260/810	990/630	990/630	990/630
Resistencia al Desgarre	D 4533	N	500/350	500/350	500/350	400 ⁽³⁾ /250	400 ⁽³⁾ /250	400 ⁽³⁾ /250
Resistencia a la Perforación	D 4833	N	500/350	500/350	500/350	400/250	400/250	400/250
Resistencia al Reventado	D 3786	kPa	3500/1750	3500/1750	3500/1750	2750/1350	2750/1350	2750/1350
Permisividad ⁽⁶⁾	D 4491	s ⁻¹	0.7	0.2	0.1	0.7	0.2	0.1
Abertura Aparente de Poros ⁽⁶⁾	D 4751	mm	0.43 ⁽²⁾	0.25 ⁽²⁾	0.22 ⁽²⁾	0.43 ⁽²⁾	0.25 ⁽²⁾	0.22 ⁽²⁾ ⁽⁷⁾
Estabilidad a los Rayos Ultravioleta	D 4355	%	50 % después de 500 horas de exposición					

⁽¹⁾ El primero de los valores en esta columna aplica al geotextil que rompe a menos de 50% de alargamiento (ASTM D 4632). El segundo de los valores en esta columna aplica al geotextil que rompe a más de 50 % de alargamiento (ASTM D 4632).

⁽²⁾ Máximo valor promedio del rollo.

⁽³⁾ El mínimo valor promedio del rollo a la resistencia al desgarre para geotextil tejido de monofilamento es de 245 N.

⁽⁴⁾ Basado en un análisis de granulometría del suelo realizado en campo según AASHTO T-88.

⁽⁵⁾ La clase de geotextil por omisión será así: Clase 2 para geotextiles tejidos de monofilamento y Clase 1 para los otros tipos de geotextiles. Como regla general, la selección del geotextil por omisión es apropiada para condiciones de igual o menor severidad que uno u otro de los siguientes:

(a) El peso de las piedras de la capa protectora no excederá los 100 Kg., la altura de caída de las piedras es menor a 1 metro y no se requiere una capa de protección a base de agregados.

(b) El peso de las piedras de la capa de protección excede los 100 Kg., la altura de caída de las piedras es mayor a 1 metro y el geotextil es protegido por una capa de agregado de 150 mm de espesor diseñada para ser compatible con la capa protectora.

Las aplicaciones más severas requerirán una evaluación de la supervivencia del geotextil basada en una sección de prueba de campo y podría requerir de un geotextil con las propiedades de resistencia más altas. El Contratista podrá especificar geotextil clase 2 basado en uno o más de las siguientes indicaciones:

- El Contratista considera que el geotextil clase 2 tiene la suficiente supervivencia basado en su experiencia de campo.
- El Contratista considera que el geotextil clase 2 tiene la suficiente supervivencia basado en ensayos de laboratorio e inspecciones visuales de muestras de geotextil tomadas desde una sección del campo construida previamente bajo las condiciones de campo.
- El peso de las piedras de la capa protectora es menor a 100 Kg., la altura de caída de las piedras es menor a 1 metro y el geotextil está protegido con una capa de 150 mm de agregados compatibles con la capa protectora.
- El peso de las piedras de la capa protectora no excede 100 Kg., y las piedras son colocadas con una altura de caída igual a cero.

⁽⁶⁾ Los valores de las propiedades de filtración indicados se basan en el tamaño de partículas predominantes del suelo en el campo. Adicionalmente, a los valores de permisividad indicados el diseñador podrá requerir la permeabilidad del geotextil basándose en el diseño de ingeniería para sistemas de control de erosión de suelos problemáticos cercanos.

⁽⁷⁾ Para un sitio particular se requerirán especificaciones especiales del geotextil en situaciones de: suelo local inestable o altamente erosionable, tales como limos no cohesivos, suelos mal graduados o suelos con láminas alternas de arenas/limos, arcillas dispersas y/o rocas pulverizadas. Para suelos cohesivos, con índice de plasticidad mayor que 7, los valores máximos promedios por rollo corresponden a valores de abertura aparente de poro, AOS, es de 0.30 mm.

Tabla 801-2 Requerimientos Físicos para Barrera de Sedimentación Temporal

Propiedades	Método de ensayo ASTM	Un.	Especificaciones		
			Tipo V-A	Tipo V-B ⁽²⁾	Tipo V-C ⁽³⁾
Resistencia a la Tracción Grab <ul style="list-style-type: none"> ▪ En dirección de la máquina ▪ En Dirección Transversal 	D 4632	N	400 400	550 450	550 450
Permisividad	D 4491	s ⁻¹	0.05	0.05	0.05
Abertura Aparente de Poros	D 4751	mm	0.60 ⁽¹⁾	0.60 ⁽¹⁾	0.60 ⁽¹⁾
Estabilidad a los Rayos Ultravioleta	D 4355	%	70 % después de 500 horas de exposición		
Máximo espaciamiento de Postes			1.2 m	1.2 m	2 m

⁽¹⁾ Máximo valor promedio del rollo.

⁽²⁾ Alargamiento de ruptura ≥ 50 por ciento de alargamiento (ASTM D 4632).

⁽³⁾ Alargamiento de ruptura < 50 por ciento de alargamiento (ASTM D 4632).

La fabricación del geotextil, incluyendo los remates en las orillas, se harán dentro de una red estable tal, que los filamentos o hilos mantengan su estabilidad dimensional relativa entre ellos mismos. El geotextil y los hilos utilizados en la costura de éste, deberán ser resistentes a ataques químicos, moho y al deterioro. Deberá estar libre de desgarres, defectos o fallas, que alteren adversamente sus propiedades físicas.

Adicionalmente, estos geotextiles deberán cumplir con todos los requisitos de supervivencia durante la instalación indicados en 211.03 (a).

(e) Esteras. De acuerdo con los requisitos de la Sección 807.

(f) Cubierta retenedora de humedad. Las cubiertas vegetales podrán consistir de residuos de cosechas, paja, heno, astillas o fibras de madera, aserrín, fibra de celulosa u otros materiales aprobados.

(1) Paja. Se debe suministrar paja de avena, trigo, centeno u otras matas de grano que estén libres de maleza, moho u otro material dañino. La paja debe ser secada al aire y estar en una condición adecuada para ser colocada con el equipo especificado.

(2) Heno. Se debe suministrar paja resultante de la poda de hierba libre de maleza, moho u otro material dañino. El heno debe ser secado al aire y estar en una condición adecuada para ser colocado con el equipo especificado.

(3) Fibra de madera. Debe ser procesada de virutas de madera, con las características siguientes: debe ser teñida con un tinte verde que no sea perjudicial para el crecimiento de las plantas; soluble en agua; no fitotóxico; libre de sustancias inhibitoras del crecimiento o de la germinación; libre de semillas de maleza; secada al aire hasta alcanzar un contenido de humedad en equilibrio de 12 ± 3 por ciento; empacada en recipientes nuevos etiquetados; y en una condición apropiada para ser mezclada y formar una pasta homogénea adecuada para ser colocada con equipo de lanzado.

(4) Fibra de Celulosa de Paja de Grama. Se debe suministrar fibra de celulosa de paja de grama con las características siguientes: teñida con un tinte verde no fitotóxico; soluble en agua; libre de semillas de maleza; secada al aire hasta alcanzar un contenido de humedad en equilibrio de 10 ± 0.2 por ciento; secada al aire hasta alcanzar una masa uniforme de ± 5 por ciento; empacada en recipientes nuevos etiquetados con el nombre

del fabricante y con la masa seca al aire; y en una condición apropiada para ser mezclada y formar una pasta homogénea adecuada para ser colocada con equipo de lanzado.

(5) Musgo de Pantano. Se debe suministrar musgo de pantano, esfagníneo granulado de acuerdo con las siguientes especificaciones:

1. Palos, piedras y materia mineral	0%
2. Tallos y hojas esfagníneas parcialmente descompuestas	75% min.
3. Color	café
4. Textura porosa fibrosa a esponjosa fibrosa	
5. pH	3.5 a 7.5
6. Secado al aire	

(6) Abono Maduro. Se debe suministrar material orgánico parcialmente descompuesto, tal como hojas, grama, arbustos y material resultante de la poda de jardines, curado por 4 a 8 semanas. La madurez se mide por la estabilidad a la temperatura y por el olor del material con apariencia de tierra. Se debe suministrar abono maduro friable, café oscuro, libre de maleza y libre de patógenos de acuerdo con lo siguiente:

1. Razón carbono / nitrógeno	25/1 a 35/1
2. Razón carbono / fósforo	120/1 a 240/1
3. pH	6.0 a 7.8
4. Contenido de agua	40% máx.
5. Tamaño de las partículas	25mm máx.
6. Material Orgánico	50 % min.
7. Material Insertado por el hombre (Vidrio, plástico, metal)	2% máx.

(7) Paja para Hidrosiembra. Se debe suministrar paja agrícola limpia molida hasta obtener un porcentaje de humedad de 10 para la compactación. Se debe colocar en pacas dentro de bolsas plásticas selladas contra el calor. Se debe disponer, de manera adecuada, de las bolsas plásticas ya desechadas.

(8) Material hidráulico para retener la humedad con matriz adhesiva de fibra. Se debe suministrar una mezcla de fibras largas de madera y un agente ligante que, al ser aplicado y secado hidráulicamente, produzca una matriz que esté de acuerdo con lo siguiente: No se disuelva ni dispersa al mojarlo; retenga por lo menos 1000 gramos de agua con cada 100 gramos de matriz seca; no tenga germinación o factores que inhiban el crecimiento; no forme una capa insensible al agua; y que contenga material que sea 100% biodegradable.

(g) Revestimiento plástico. Se debe suministrar un revestimiento con un espesor de 175 ± 25 micrómetros y de acuerdo con uno de los siguientes: De cloruro de polivinilo–ASTM D 1,593 Tipo II ó de polietileno–ASTM D 2103 Tipo O 2,000.

(h) Zampeado. De acuerdo con lo indicado en la Sección 611.

(i) Sacos de arena. Se debe utilizar material limpio y libre de limo para el relleno con arena. El material del saco debe ser lona o cañamazo y el volumen de la misma debe ser de 0.01 metros cúbicos mínimo.

(j) Semillas. No se deben utilizar semillas mojadas, enmohecidas, contaminadas o dañadas de cualquier otra forma. Cada tipo de semilla debe ser suministrado en recipientes sellados individuales. Se debe etiquetar claramente cada recipiente indicando el nombre y tipo de semilla, el número de lote, masa neta, porcentaje de semilla pura, germinación y dura y porcentaje máximo del contenido de semilla de maleza. Se debe inocular la semilla leguminosa con cultivos aprobados de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

(k) Cerco de limo. Se debe suministrar una combinación de los siguientes materiales construidos tal como se especifique. Si se aprueba, se podrán presentar variaciones para acomodar cercas prefabricadas.

(1) Postes. Se debe suministrar madera de 75 milímetros de diámetro ó postes de acero para cercas de 1.86 kilogramos por metro.

(2) Soportes. Se debe suministrar alambre de acero de 2.03 milímetros con un espaciamiento en la malla de 150 por 150 milímetros o una malla prefabricada polimérica de resistencia equivalente.

(3) Geotextil. De acuerdo con lo indicado en el inciso d) anterior.

(4) Altura. La altura mínima sobre la superficie del suelo debe ser de 760 milímetros. La longitud mínima de empotramiento debe ser 150 milímetros.

REQUISITOS PARA LA CONSTRUCCION

801.04 GENERALIDADES. Antes de comenzar el trabajo, el Contratista tiene que entregar al Delegado Residente un programa para los trabajos temporales y permanentes de control de la erosión en los suelos. El programa debe detallar la coordinación propuesta para conseguir el trabajo de control de erosión, temporal y permanente, a tiempo y de una manera apropiada. No se debe comenzar ningún trabajo hasta que el programa haya sido aprobado y se instalen los controles necesarios según se requiera para que la operación particular esté en progreso.

Se indicará al Contratista que provea inmediatamente las medidas permanentes y temporales de control de erosión para prevenir una erosión del suelo que pueda afectar adversamente las operaciones de construcción, dañar propiedades adyacentes o causar la contaminación de ríos adyacentes u otro curso fluvial, lagos, lagunas u otras áreas de acumulación de agua. Tales trabajos podrán incluir la construcción temporal de bermas, diques, represas, trampas de sedimentación, drenajes de talud, y el uso temporal de cubiertas retenedoras de humedad, mallas, siembras y otros aparatos o métodos de control que sea necesarios para controlar la erosión.

El Contratista tiene que incorporar todas las medidas permanentes para el control de erosión al proyecto en el menor tiempo posible según sea delineado en el programa aceptado, para minimizar la necesidad de medidas temporales de control de erosión. Si el Delegado Residente determina que el Contratista no ha estado cumpliendo con el programa aprobado para el control de erosión o las condiciones del terreno ameritan cambios en el mismo, el Contratista debe someter un programa revisado para realizar los trabajos de control de erosión y ningún trabajo contingente al revisarse el programa, debe ser continuado o comenzado hasta que el programa revisado haya sido aprobado.

Las operaciones de Limpia, Chapeo y Destronque se deben programar y realizar de forma que las operaciones de nivelación y las medidas permanentes para el control de erosión puedan proseguir inmediatamente después si las condiciones del proyecto lo permiten; de otra forma, las medidas temporales para el control de erosión podrán ser requeridas entre etapas sucesivas de construcción. Bajo ninguna condición debe la superficie de la tierra erosionable expuesta, en algún momento, por limpia, chapeo y destronque, exceder 30,000 m² sin la aprobación escrita del Delegado Residente.

Las operaciones de excavación, préstamo y terraplén deben ser programadas y realizadas para permitir que las medidas de control de erosión permanentes puedan proseguir inmediatamente después, si las condiciones del proyecto lo permiten; de otra forma, se podrán

requerir medidas temporales para el control de erosión. Bajo ninguna condición y en ningún momento debe la superficie de la tierra erosionable expuesta por excavación, préstamo o relleno exceder de 70 m², sin la aprobación escrita del Delegado Residente.

El Delegado Residente limitará el área de limpia, chapeo y destronque, excavación, préstamo y operaciones de terraplén en progreso de acuerdo con la capacidad y progreso del Contratista en mantener la nivelación final, colocación de la capa retenedora de humedad, siembra y otras medidas de control de erosión y contaminación de acuerdo con el programa aceptado. Si las limitaciones de la temporada hacen impráctica tal coordinación, se deben tomar medidas temporales de control de erosión inmediatamente hasta el punto donde sea factible y justificado.

En el caso que se requieran medidas de control de erosión y contaminación temporal debido a negligencia, descuido o falta de implementar controles permanentes como parte del trabajo por parte del Contratista, según programado u ordenado por el Delegado Residente o según lo establecido en el contrato, dicho trabajo debe ser realizado por el Contratista sin costo alguno al Estado.

El control temporal de erosión y contaminación podrá incluir el trabajo fuera del Derecho de Vía donde sea necesario como resultado de la construcción del proyecto tales como las operaciones de bancos de préstamo, rutas de acarreo y sitios de almacenamiento de equipo.

Los aparatos de control de erosión instalados por el Contratista deben ser operados y mantenidos por él en condiciones funcionales aceptables.

801.05 PRESAS DE DETENCION DE EROSION. Las presas de detención de erosión construidas con pacas de paja, deben ser estacadas en el sitio según se muestre en los planos o donde el Delegado Residente ordene instalarlas para que funcionen como filtros y barreras contra la erosión en la base de rellenos en zanjas, en la entrada y salida de alcantarillas o para otros usos según se indique.

801.06 CERCOS PARA RETENCION DE LIMOS. Las vallas para retención de limos deben ser utilizadas como una barrera para retener los limos, deben ser construidas de acuerdo con los detalles y en los lugares que se muestran en los planos o que sean designados por el Delegado Residente.

801.07 ESTRUCTURAS PARA CONTENER SEDIMENTOS. Lagunas, estanques, diques, represas de sedimentación u otras estructuras de retención, deben ser construidas de acuerdo con los detalles especificados en el contrato o designados por el Delegado Residente.

Las estructuras de sedimentación deben permanecer en servicio hasta que todas las áreas perturbadas que desagüen en la estructura hayan sido estabilizadas satisfactoriamente. Las áreas perturbadas deben ser consideradas como estabilizadas cuando todos los componentes necesarios para la siembra hayan sido terminados y aceptados, y todas las zanjas o canales de drenaje hayan sido revestidas satisfactoriamente. Cuando se vaya a discontinuar el uso de estructuras de sedimentación temporal, toda la acumulación de sedimentos debe ser removida y eliminada, todas las excavaciones deben ser rellenadas y compactadas debidamente, y el terreno existente será restaurado a su condición natural.

801.08 CANALES DE DESVIACION. Los canales de desviación temporal utilizados para desviar agua alrededor de un área donde será instalada una alcantarilla, deben ser revestidos con una capa laminar plástica. El canal de desvío debe ser excavado hasta una profundidad y ancho adecuado para acomodar el flujo de agua durante el período de instalación de la alcantarilla. El canal debe ser razonablemente suave y libre de rocas cortantes, piedras, raíces u otros materiales que puedan romper el forro plástico. No se permitirán costuras longitudinales. Las costuras transversales deben ser traslapadas un mínimo de 0.60 metros (2 pies) en la

dirección del flujo. El forro debe ser anclado en su lugar con roca limpia, grava u otros métodos aprobados por el Delegado Residente.

801.09 BERMAS DE TIERRA. Bermas de Tierra temporales deben ser utilizadas para desviar o canalizar las aguas de escorrentía a drenajes de taludes, vías pluviales, zanjas de desviación trampas de sedimentación u otros usos según se indiquen. Las bermas de tierra deben ser construidas a las dimensiones mostradas en los planos y en los lugares establecidos por el Delegado Residente. El material debe ser razonablemente libre de porosidad y no debe contener raíces, hierba y otros materiales nocivos.

801.10 DRENAJES DE TALUDES Y VIAS FLUVIALES. Los drenajes y vías fluviales de taludes deben ser construidos a los intervalos y en los lugares designados por el Delegado Residente para canalizar las aguas de escorrentía hacia abajo en los taludes de terraplenes.

Los drenajes de taludes deben ser anclados debidamente a las pendientes y sus salidas construidas o colocadas de forma que se evite la erosión.

Las vías fluviales construidas en pendientes degradables deben ser revestidas con láminas plásticas. Las vías fluviales construidas en pendientes compuestas de roca no requerirán ser recubiertas de plástico.

801.11 SIEMBRA DE CESPED. Cuando no sea práctico o no esté permitido realizar trabajos de siembra permanente de césped bajo la Sección 803, se debe aplicar temporalmente la siembra, fertilización, alcalización y colocación de capas retenedoras de humedad, bajo esta Sección. La razón de aplicación para la protección contra la erosión del suelo se indican en la siguiente Tabla:

TABLA 801-1 PROPORCIONES DE APLICACIÓN PARA EL ENCESPEDADO TEMPORAL

Material	Proporción para la Aplicación Kg / Ha
Semillas	40
Fertilizante	375
Cubierta retenedora de humedad	1500

801.12 EQUIPO. Las unidades de equipo, según sean enumeradas en las Disposiciones Especiales o establecidas por el Delegado Residente, deben ser utilizadas para trabajos de control de erosión del suelo que no estén cubiertos por otras partidas del contrato y según indique el Delegado Residente.

El equipo debe ser provisto con aquellos aditamentos y operadores auxiliares, ayudantes, etc., según se requiere usualmente para efectuar la operación eficiente de la unidades respectivas. Cada pieza de equipo provista, incluyendo los aditamentos auxiliares, debe ser capaz de operar el 90% del tiempo laborable. Antes de recibir autorización para utilizar el equipo, el Contratista debe someter a consideración del Delegado Residente el número de modelo y el número de serie, y hará la inspección del mismo.

801.13 LIMPIEZA. Después que las instalaciones temporales para el control de erosión y contaminación no sean necesarias, el Contratista debe remover y eliminar todos los materiales y restaurar las áreas a su apariencia original en una forma aceptable al Delegado Residente.

801.14 MEDIDA. La medida se debe hacer como una unidad completa, o cuando el contrato contenga cantidades estimadas dentro del renglón de trabajo del "Control de Erosión", como se indique en las Disposiciones Especiales y documentos de oferta. La medida incluirá todos los trabajos requeridos en los planos y/o en las Disposiciones Especiales,

satisfactoriamente suministrados y montados, en el proyecto. Las mediciones aplicables se harán como sigue:

(a) Cantidades a ser medidas en una base individual, serán el número real y el tipo de unidades que se ordene instalar y sean aceptadas.

(b) Cantidades por metros (pies) serán medidas a lo largo de la línea central y nivel de la instalación, de extremo a extremo, según se ordene instalar y sean aceptadas.

(c) Cantidades por metro cuadrado serán medidas en la superficie del terreno del terreno de instalación, según se ordene instalar y sean aceptadas.

(d) Cantidades de área basada en hectárea, con aproximación de cuatro decimales de estas, serán determinadas con medidas horizontales.

(e) Cantidades a ser medidas en base a su peso, serán medidas por kilogramos (libras), como corresponda, de acuerdo con 110.01. Los productos provistos comercialmente podrán ser aceptados basándose en el peso según el empaque del fabricante.

(f) Cantidades entre estaciones (kilómetros) serán medidas horizontalmente a lo largo de la línea central del proyecto.

(g) Las cantidades medidas a base de metros cúbicos serán medidas en el vehículo de acarreo en el sitio de entrega.

(h) El número de horas de operación de equipo a ser pagadas será el número real de horas de operación según ordenas por el Delegado Residente.

801.15 PAGO. El pago se debe hacer por Suma Global o podrá ser pagado como se indica anteriormente sobre la base unitaria mencionada anteriormente, al precio global o unitario del contrato correspondiente al renglón Control de Erosión. En cualquier caso, el precio incluye todos los materiales, equipo y mano de obra necesaria para terminar todos los trabajos estipulados en esta sección aplicables al caso de que se trate y de conformidad con lo indicado en 110.02.

Cuando el Contrato contenga partidas para equipo sobre la base de horas, el pago por las operaciones del equipo al precio unitario de contrato para el equipo enumerado, será compensación total por todos los operadores, ayudantes, aditamentos, herramientas e insumos necesarios para realizar el trabajo. El precio unitario del contrato regirá para todas las horas trabajadas. No se hará ningún pago por tiempo de espera del equipo o por cualquier costo por mover el equipo hacia o desde el proyecto y entre lugares de trabajo en el proyecto.

No se harán pagos adicionales por cualquier ajuste, limpieza y eliminación de sedimentos acumulados y otro trabajo de mantenimiento en facilidades de control de erosión y contaminación previamente instaladas.

No se hará ningún pago directo por suplir, instalar y posteriormente remover y eliminar, estructuras temporales de drenaje como son alcantarillas utilizadas para bordear riachuelos activos alrededor de áreas de trabajo, pero dicho trabajo será considerado como una obligación del Contratista.

SECCION 802 CAPA VEGETAL

- 802.01 Definición.
- 802.02 Descripción.
- 802.03 Requisitos de los Materiales.
- 802.04 Preparación del área.
- 802.05 Colocación de la Capa Vegetal.
- 802.06 Medida.
- 802.07 Pago.

802.01 DEFINICION. Es la capa de suelo vegetal a ser colocada por el Contratista para conformar áreas verdes, para el control de la erosión y para preservación del medio ambiente.

802.02 DESCRIPCION. Este trabajo consiste en el suministro y la colocación de la capa vegetal, de acuerdo con lo indicado en los planos, lo especificado en el contrato o en las Disposiciones Especiales.

MATERIALES

802.03 REQUISITOS DE LOS MATERIALES. Este suelo consiste en una tierra negra, floja, libre de porciones de subsuelo, piedras y materiales que afecten el establecimiento de vegetación (suelo agrícola o arable). El perfil de suelo al cual se hace referencia en esta sección, se conoce técnicamente como horizonte "A". Este suelo estará libre de troncos, raíces, piedras, malezas, matorrales, terrones duros, gravas y piezas mayores de cinco centímetros en cualquiera de sus diámetros. Asimismo, debe cumplir con lo siguiente:

(a) Textura. Debe cumplir con los siguientes componentes, según el material del suelo:

(1)	Materia orgánica, AASHTO T 267	3 a 10%
(2)	Arena, AASHTO T 88	20 a 70%
(3)	Limo, AASHTO T 88	10 a 60%
(4)	Arcilla, AASHTO T 88	5 a 30 %

(b) pH. Según AASHTO T 289 debe estar entre 6 y 8.

La tierra vegetal debe ser suministrada por el Contratista. Sin embargo, se puede utilizar tierra vegetal comercial o la conservada de acuerdo con lo indicado en la Sección 202.

REQUISITOS PARA LA CONSTRUCCION

802.04 PREPARACION DEL AREA. Todos los taludes y áreas perturbadas a ser cubiertas con la capa vegetal deben ser conformadas previamente. Los taludes con pendientes de 1 a 3 o menos deben ser escarificados hasta una profundidad de 100 milímetros.

802.05 COLOCACION DE LA CAPA VEGETAL. No se debe colocar la capa vegetal sobre superficies excesivamente húmedas o con escarcha o que estén en condiciones inadecuadas para la colocación de la misma. Se debe utilizar toda la capa vegetal conservada de las operaciones de limpia y chapeo antes de suministrar capa vegetal comercial. La carretera se debe mantener limpia durante las operaciones de acarreo y colocación de la capa vegetal.

La capa vegetal se debe esparcir hasta una profundidad tal que, después de que se haya asentado, se obtenga la profundidad requerida. Los terrones deben ser desechos por medio de escarificadores, rastras u otro equipo adecuado para obtener un suelo con textura

uniforme. Los terrones que no puedan ser destruidos, piedras mayores de 50 milímetros, tocones, raíces y demás desechos deben ser retirados y dispuestos de acuerdo con lo indicado en la Sección 201.

Después de colocar la capa vegetal, ésta debe ser compactada utilizando un rodillo liviano, tractor de orugas u otro equipo similar que forme depresiones longitudinales de por lo menos 50 milímetros de profundidad perpendiculares al flujo natural del agua.

802.06 MEDIDA. La medida se debe hacer del número de hectáreas del espesor especificado, con aproximación de dos decimales, del área cubierta con Capa Vegetal, suministrada y colocada satisfactoriamente de acuerdo con estas Especificaciones Generales, los planos y las Disposiciones Especiales.

802.07 PAGO. El pago se debe hacer por el número de hectáreas medidas como se indica anteriormente, al precio unitario de contrato correspondiente a Capa Vegetal, cuyo precio incluye el trabajo estipulado en esta Sección, de conformidad con lo indicado en 110.02.

SECCION 803 SIEMBRA DE CESPED

- 803.01 Definición.
- 803.02 Descripción.
- 803.03 Requisitos de los Materiales.
- 803.04 Estaciones para la Siembra del Césped.
- 803.05 Preparación del Lecho.
- 803.06 Riego.
- 803.07 Fertilización.
- 803.08 Siembra de las Semillas.
- 803.09 Cobertura Retenedora de Humedad.
- 803.10 Protección de las Áreas de Siembra.
- 803.11 Medida.
- 803.12 Pago.

803.01 DEFINICION. Los trabajos a que se hace referencia en esta sección se refieren a la siembra de semillas en un lecho previamente preparado, para el crecimiento del césped.

803.02 DESCRIPCION. Este trabajo consiste en la preparación del lecho, el riego, la fertilización, la siembra de semillas y la colocación de la cobertura retenedora de humedad, de acuerdo con lo indicado en los planos, con lo especificado en las Disposiciones Especiales y en estas Especificaciones Generales.

MATERIALES

803.03 REQUISITOS DE LOS MATERIALES.

(a) Piedra Caliza para uso Agrícola. Se debe suministrar piedra caliza o dolomítica molida que cumpla con una Pureza de los Carbonatos (Calcio y Magnesio) de 75% mínima y con una graduación según la siguiente tabla:

TABLA 803-1 Graduación para la Piedra Caliza de Uso Agrícola

Tamaño del Tamiz	Porcentaje mínimo en masa que pasa el Tamiz designado (AASHTO T 27)
2.00 mm	90
425 µm	50

Se podrá utilizar escoria molida u otras fuentes naturales de cal aprobadas siempre y cuando la razón de aplicación sea ajustada para igualar la potencia neutralizadora total especificada para la piedra caliza molida.

- (b) Fertilizantes. De acuerdo con lo indicado en 801.03(c).
- (c) Cobertura retenedora de humedad. De acuerdo con lo indicado en 801.03(f).
- (d) Semillas. De acuerdo con lo indicado en 801.03(j).

REQUISITOS PARA LA CONSTRUCCION

803.04 ESTACIONES PARA LA SIEMBRA DEL CESPED. El césped se debe sembrar durante el invierno. Sin embargo, no se debe sembrar cuando haya mucho viento o cuando la tierra esté excesivamente húmeda o de alguna otra manera inadecuada para la siembra.

803.05 PREPARACION DEL LECHO. Se debe nivelar el área a sembrar hasta alcanzar los niveles y las alineaciones especificadas. Posteriormente se debe remover toda la maleza, palos, piedras de 50 milímetros o más de diámetro y demás desechos nocivos para la siembra, el crecimiento y el mantenimiento del césped.

Si se requiere en el contrato, se deberá colocar piedra caliza y protección contra el desbroce. El área de siembra debe ser cultivada a una profundidad mínima de 100 milímetros y se debe preparar un lecho razonablemente firme pero desmenuzable.

803.06 RIEGO. Las áreas a ser sembradas deben ser humedecidas antes de colocar las semillas y se deben mantener húmedas durante los 10 días posteriores a la germinación.

803.07 FERTILIZACION. El fertilizante se debe aplicar utilizando uno de los siguientes métodos:

(a) Método en seco. Cuando la semilla, el fertilizante y la caliza se vayan a aplicar mediante este método, se podrán utilizar sembradoras mecánicas u otros equipos mecánicos aprobados, así como sembradoras manuales. Estas últimas se utilizarán en áreas inaccesibles para las sembradoras mecánicas. El fertilizante en forma seca y la caliza molida, si ésta última fuese exigida en las Disposiciones Especiales, deberán ser esparcidos por separado según la razón especificada e incorporados a la profundidad señalada en los planos. Las áreas sembradas mediante este método deben ser apisonadas dentro de las 24 horas siguientes a la terminación de la siembra o como lo ordene el Departamento de Gestión Ambiental de la DGC.

(b) Método hidráulico. La semilla y el fertilizante o la semilla y los residuos vegetales deberán ser mezclados con la cantidad de agua especificada, para producir una pasta suave que se aplicará a presión, de acuerdo con los índices indicados en las Disposiciones Especiales. Cuando la semilla, los fertilizantes y la cal sean aplicados en forma hidráulica, los residuos vegetales, en caso de estar especificado, pueden ser aplicados antes o después de la siembra. Cuando se requiera incorporar materiales de celulosa de madera y hojas a la mezcla de la pasta, éstas deberán ser añadidas después de que la semilla, el fertilizante y la piedra caliza hayan sido mezcladas completamente. La mezcla debe ser aplicada de acuerdo con los índices señalados en las Disposiciones Especiales.

Las áreas que no fueron cubiertas completamente deben ser tratadas nuevamente, en el momento que indique el Delegado Residente. Si fuese exigido el uso de leguminosas en la mezcla, éstas deberán ser inoculadas con cepas aprobadas y de acuerdo con las instrucciones de la fábrica. Cuando en la siembra o resiembra, el fertilizante y los residuos vegetales se apliquen con agua, no será necesario el apisonado.

803.08 SIEMBRA DE LAS SEMILLAS. Las semillas deben ser aplicadas utilizando uno de los siguientes métodos:

(a) Método en seco. Se deben colocar las semillas utilizando equipo de potencia aprobado para hincar las mismas, por medio de perforaciones o utilizando cualquier otro equipo mecánico. Se consideran satisfactorios los métodos de colocación manual en las áreas inaccesibles al equipo mecánico. Se debe compactar ligeramente el lecho 24 horas después de colocadas las semillas.

(b) Método hidráulico. Se debe usar equipo de tipo hidráulico capaz de proveer una aplicación uniforme utilizando agua como vehículo. Se debe agregar al agua un material trazador consistente de una cobertura retenedora de humedad formada por fibras de celulosas de grama

o de madera. La semilla debe ser adicionada a la pasta acuosa no más de 30 minutos antes de su aplicación. Las áreas inaccesibles al equipo deben ser sembradas a mano.

803.09 COBERTURA RETENEDORA DE HUMEDAD. La cobertura retenedora de humedad debe ser aplicada dentro de las 48 horas posteriores a la siembra de las semillas y utilizando uno de los métodos siguientes:

(a) **Método en seco.** Se debe esparcir todo el material que forma la cobertura retenedora de humedad, excepto las fibras de celulosas de madera y de grama, con un esparcidor que utilice aire forzado para soplar el material sobre las áreas sembradas. El material de la cobertura debe ser anclado con un riego estabilizador de liga de emulsión aprobado o por otro método mecánico aprobado. Se debe tener cuidado de no manchar ninguna estructura, pavimento, servicio o planta con el riego.

(b) **Método hidráulico.** Se debe utilizar equipo de tipo hidráulico capaz de proporcionar una aplicación uniforme. Se debe aplicar cuando se estime que no lloverá durante 24 horas. La cobertura retenedora de humedad de fibras de celulosas de madera o de grama debe colocarse después de colocar las semillas y el fertilizante utilizando el equipo de tipo hidráulico de acuerdo con lo indicado en 803.07 (b).

La cobertura retenedora de humedad de matriz de fibras ligadas debe ser aplicada a una razón mínima de 3,400 kilogramos por hectárea. Se debe aplicar de manera que ningún agujero en la matriz sea mayor de 1 milímetro y de que no queden angosturas entre la matriz y el suelo. En los lugares inaccesibles al equipo, la cobertura podrá ser colocada a mano.

803.10 PROTECCION DE LAS AREAS SEMBRADAS. Las áreas sembradas deben ser cuidadas, protegidas y regadas hasta su aceptación final. Todos los daños hechos a las áreas sembradas deben ser reparados a costa del Contratista colocando de nuevo semillas, fertilizantes y coberturas retenedoras de humedad.

803.11 MEDIDA. La medida se debe hacer del número de hectáreas, con aproximación de dos decimales, de Siembra de Césped suministrada y colocada satisfactoriamente de acuerdo con estas Especificaciones Generales, los planos y las Disposiciones Especiales.

803.12 PAGO. El pago se debe hacer por el número de hectáreas medidas como se indica anteriormente, al precio unitario de contrato correspondiente a Siembra de Césped, cuyo precio incluye el trabajo estipulado en esta Sección, de conformidad con lo indicado en 110.02.

SECCION 804 PLANTAS, ARBOLES, ARBUSTOS Y ENREDADERAS

- 804.01 Definición.
- 804.02 Descripción.
- 804.03 Calidad de las Plantas.
- 804.04 Nombre de las Plantas.
- 804.05 General.
- 804.06 Inspección y Entrega.
- 804.07 Protección y Imacenamiento Temporal.
- 804.08 Excavación de los Agujeros para Sembrar las Plantas y del Lecho.
- 804.09 Siembra de las Plantas.
- 804.10 Fertilización.
- 804.11 Riego.
- 804.12 Estacas.
- 804.13 Poda.
- 804.14 Cubierta Retenedora de Humedad.
- 804.15 Período de Establecimiento de las Plantas.
- 804.16 Medida.
- 804.17 Pago.

804.01 DEFINICION. Con el nombre de plantas se engloba aquellas especies vegetales incluyendo árboles, arbustos y enredaderas que sirven para re vegetar las áreas que en una u otra forma han sido afectadas por la construcción de la carretera y que deban ser protegidas ambientalmente.

804.02 DESCRIPCION. Este trabajo consiste en el suministro, la entrega y la plantación de árboles, arbustos, enredaderas y plantas de cubrimiento del tipo y tamaño indicado en los planos, en las Disposiciones Especiales o autorizadas por el Departamento de Gestión Ambiental de la DGC.

MATERIALES

804.03 CALIDAD DE LAS PLANTAS. A no ser que se especifique de otra forma, todas las plantas podrán provenir de variedades cultivadas en viveros y/o recolectadas de las áreas en donde se desarrollará el proyecto, pero deben ser adaptables a la zona o región. El sistema de las ramas corresponderá al de su desarrollo normal, exento de nudos que las desfiguren, de enfermedades causadas por exceso de sol, daños, raspaduras en la corteza, madera muerta o seca, tallos finales rotos y otros deterioros perjudiciales. Los árboles tendrán tallos verticales, así como un ramaje de acuerdo con sus características habituales de desarrollo y de la especie de que se trate. Todas las plantas deben estar libres de plagas y enfermedades.

La altura de las plantas podrá variar de 300 a 400 milímetros en arbustos y de 400 a 600 milímetros en árboles. El tamaño de otras clases de plantas será indicado en las Disposiciones Especiales, cuando éstas sean solicitadas.

804.04 NOMBRE DE LAS PLANTAS. Todas las plantas entregadas en el proyecto deben corresponder a sus nombres comunes y científicos. Si fuese necesario sustituir una planta o varias con una variedad distinta a la especificada, el Contratista debe tener la aprobación del Departamento de Gestión Ambiental de la DGC.

REQUISITOS DE CONSTRUCCION

804.05 GENERAL. No se debe plantar cuando haya mucho viento o cuando la tierra esté excesivamente húmeda o de alguna otra manera inadecuada para la siembra.

Se debe suministrar plantas con un sistema radicular fibroso y cohesivo. No se deben suministrar plantas que hayan sido sembradas en macetas, que tengan un sistema superior fuera de proporción (muy grande) en relación al tamaño del recipiente o que tengan raíces saliendo del mismo, dado por la edad o tiempo en el período de reproducción en el vivero.

804.06 INSPECCION Y ENTREGA. Se le debe notificar al Delegado Residente, 30 días antes de la fecha de entrega de los materiales, para permitir que el Delegado Residente tenga la oportunidad de seleccionar material en la fuente. El Contratista debe suministrar certificados e información completa escrita relacionada con la fuente de abastecimiento de todo el material involucrado en la siembra de las plantas, por lo menos 15 días antes de la entrega de los mismos en el proyecto.

804.07 PROTECCION Y ALMACENAMIENTO TEMPORAL. Todo el material se debe mantener húmedo y protegido (cubierto) durante su transportación, durante el almacenamiento y en el proyecto mientras llegue el momento de ser sembradas las plantas. Las plantas que hayan sido entregadas pero que no van a ser sembradas inmediatamente deben ser protegidas como sigue:

(a) Se deben abrir los paquetes de las raíces desnudas, separar las plantas y cubrir las raíces depositadas en zanjas húmedas.

(b) Se deben cubrir los pilones de tierra de material envuelto con cañamazo en forma de bolas con material para cubierta retenedora de humedad o con otro material adecuado y se deben mantener húmedas.

Todo el material recibido en el sitio del proyecto debe ser instalado dentro de los 30 días posteriores a su llegada.

804.08 EXCAVACION DE LOS AGUJEROS PARA SEMBRAR LAS PLANTAS Y DEL LECHO. Se debe remover todo el césped, maleza, raíces y cualquier otro material inadecuado para la siembra y disponer de él fuera del área del proyecto. Los agujeros se deben excavar como sigue:

(a) Ancho de la excavación. Para raíces esparcidas o diámetros de pilones de hasta 1 metro, los agujeros deben ser cilíndricos y deben cubrir el diámetro de la raíz esparcida más 0.5 metros. Para raíces esparcidas o diámetros de los pilones mayores a 1 metro, se debe excavar 1.5 veces la dimensión de las raíces esparcidas.

(b) Profundidad de la excavación. Los agujeros se deben excavar hasta una profundidad que permita un mínimo de 150 milímetros de material de relleno debajo de la raíz o pilón o hasta las siguientes profundidades, la que sea más profunda:

(1) Arboles deciduos. Debajo de una calibración de 38 milímetros: 0.5 metros de profundidad; arriba de una calibración de 38 milímetros, a 1 metro de profundidad.

(2) Arbustos deciduos y siempre verdes. Con una altura menor de 0.5 metros, a 0.3 metros de profundidad, y con una altura mayor a 0.5 metros, a 0.5 metros de profundidad.

(3) Árboles siempre verdes. Con una altura menor de 1.5 metros, a 0.2 metros de profundidad, y con una altura mayor a 1.5 metros, a 0.3 metros de profundidad.

Antes de colocar la planta, se debe aflojar el suelo de las paredes y del fondo de la excavación.

804.09 SIEMBRA DE LAS PLANTAS. Antes de colocar las plantas, la excavación debe ser inspeccionada por el Delegado Residente. Las plantas que no cumplan con las especificaciones, que arriben al proyecto en condiciones inapropiadas o que muestren evidencia de manipuleo inadecuado deben ser rechazadas. Las plantas rechazadas deben ser retiradas del proyecto inmediatamente y repuestas con plantas nuevas.

Se debe preparar una mezcla para relleno consistente en 4 partes de tierra vegetal, tierra negra o suelo selecto y 1 parte de turba orgánica. Esta mezcla debe ser colocada en el fondo del agujero. Todas las plantas deben ser colocadas verticalmente y al nivel del cuello de la raíz. Las plantas deben ser colocadas de la siguiente manera:

(a) A raíz desnuda. Se debe colocar las plantas con raíces al desnudo en el centro del agujero con las raíces esparcidas adecuadamente en una posición natural. Las raíces quebradas o dañadas deben ser cortadas para permitir un crecimiento sano. Se debe colocar el material de relleno alrededor y encima de las raíces y apisonarlo.

(b) Plantas en pilón. Las plantas se deben manipular y mover agarrándolas del pilón. Se deben colocar en los agujeros preparados y se debe colocar y apisonar el relleno. El relleno se debe colocar alrededor del pilón y hasta la mitad de la profundidad del mismo. Se debe apisonar y luego regar el relleno. Luego se debe cortar el cañamazo y removerlo de la mitad superior del pilón o se debe aflojar y extenderlo hacia los lados. Si se utilizan canastas de alambre, se deben romper los alambres de la mitad superior de la canasta. Colocar el resto del material de relleno con la mezcla preparada.

(c) Plantas sembradas en bolsas o recipientes. Se debe remover el recipiente justamente antes de sembrar la planta. Las plantas se deben colocar en los agujeros preparados y sobre material de relleno apisonado. El resto del agujero debe ser rellenado y éste último debe ser apisonado.

804.10 FERTILIZACION. Las plantas se deben fertilizar utilizando uno de los métodos siguientes:

(a) Se puede mezclar el fertilizante al preparar la mezcla del material de relleno.

(b) Se puede esparcir uniformemente el fertilizante alrededor del área del agujero de las plantas individuales o sobre el lecho de los arbustos. Se puede aplicar fertilizante sobre los 50 milímetros superiores de la mezcla del relleno.

804.11 RIEGO. Se deben construir surcos para el agua de 100 milímetros de profundidad alrededor de los árboles y de 75 milímetros de profundidad alrededor de los arbustos. El diámetro de éstos debe ser igual al del surco.

Las plantas se deben regar durante e inmediatamente después del proceso de sembrado y durante el período de establecimiento de las mismas. El suelo alrededor de cada planta debe ser saturado en cada regada.

804.12 ESTACAS. Cuando se especifique el uso de estacas, las estacas a ser colocadas en los árboles deciduos deben colocarse justo debajo de la primer rama lateral y las de los árboles siempre verdes a la mitad de la altura de los árboles. No se deben dejar las estacas en el árbol por más de una estación de crecimiento.

804.13 PODA. Se deben podar los árboles antes o inmediatamente después de sembrarlos para mantener el carácter natural de cada planta. Se debe emplear personal especializado para efectuar los trabajos de poda. Se deben usar prácticas hortícolas aceptadas. Los cortes mayores a 20 milímetros de diámetro deben ser curados con pentaclorofenol, con cal

o con una pintura aprobada por el Delegado Residente.

804.14 CUBIERTA RETENEDORA DE HUMEDAD. La cubierta retenedora de humedad se debe colocar dentro de las 24 horas posteriores a la siembra. Colocar el material de la cubierta sobre todas las áreas de los agujeros o de los surcos para el agua de cada árbol y cada arbusto y sobre todo el lecho de los arbustos y enredaderas. Si se utilizan fibras de madera, se debe aplicar nitrógeno a una razón de 5 kilogramos por metro cúbico a la capa de cubierta.

804.15 PERIODO DE ESTABLECIMIENTO DE LAS PLANTAS. El período de establecimiento de las plantas es un período de un año contado a partir de la recepción final del proyecto. Se deben emplear todos los medios necesarios para preservar las plantas en una condición de crecimiento sano durante todo el período de establecimiento. Los cuidados durante este período incluyen el riego, cultivación, la poda, reparación, ajuste de las estacas y el control de enfermedades y plagas.

804.16 MEDIDA. La cantidad de plantas por las que se pagará, será el número de árboles, arbustos y enredaderas de las variaciones y tamaños especificados, entregados y plantados de conformidad con estas especificaciones y aceptadas después de la inspección final realizada por el Departamento de Gestión Ambiental de la DGC. Sólo serán aceptadas las plantas vivas y saludables.

804.17 PAGO. La cantidad de árboles, arbustos y enredaderas será pagada de acuerdo con el precio establecido en el Contrato. El pago será la compensación por el trabajo prescrito en estas especificaciones y contenidas en el Contrato.

SECCION 805 CESPED

- 805.01 Definición.
- 805.02 Descripción.
- 805.03 Requisitos de los Materiales.
- 805.04 Generalidades.
- 805.05 Inspección y Entrega.
- 805.06 Preparación del Suelo.
- 805.07 Colocación del Césped.
- 805.08 Mantenimiento de las Áreas Sembradas con Césped.
- 805.09 Medida.
- 805.10 Pago.

805.01 DEFINICION. Los trabajos a que se refiere esta sección son los de la plantación de césped, pero a diferencia de la siembra con semillas que corresponde a la Sección 803, esta sección se refiere a la siembra en guías, tepes o en puntos específicos.

805.02 DESCRIPCION. Este trabajo consiste en el suministro y la colocación de césped en guías, tepes o en puntos específicos.

MATERIALES

805.03 REQUISITOS DE LOS MATERIALES.

- (a) Piedra caliza para uso agrícola. De acuerdo con lo indicado en 803.03(a).
- (b) Fertilizante. De acuerdo con lo indicado en 801.03(c).
- (c) Estaquillas para el césped. Se deben suministrar estaquillas redondas o cuadradas de madera estable con una longitud mínima de 200 milímetros y con un área transversal aproximada de 600 milímetros cuadrados.
- (d) Césped. Se debe suministrar césped vivo y vigoroso del tipo de grama y espesor especificados en el contrato. El césped debe contar con un sistema denso de raíz que esté libre de maleza y hierbas perjudiciales. Antes de transportar el césped, éste debe podarse hasta que tenga una altura de menos de 75 milímetros.

REQUISITOS DE CONSTRUCCION

805.04 GENERALIDADES. El césped se debe transportar y colocar durante la estación de lluvia y/o húmeda.

805.05 INSPECCION Y ENTREGA. El Contratista debe notificar al Delegado Residente 3 días antes de que se empiece a cortar el césped. El Delegado Residente tiene que aprobar el césped en su posición original antes de ser cortado. No se debe entregar el césped hasta que haya sido previamente preparado.

805.06 PREPARACION DEL SUELO. El área sobre la cual se colocará el césped debe ser nivelada y limpiada. El suelo debe ser escarificado o aflojado de otra manera, en una profundidad no menor de 100 milímetros. Se deben remover las piedras con un diámetro, en cualquier dirección, mayor que 50 milímetros. Asimismo, se deben remover todos los palos, tocones y demás desechos que puedan interferir con la adecuada colocación y el crecimiento del césped. La capa vegetal debe ser colocada de acuerdo con lo indicado en la Sección 802.

El fertilizante y la piedra caliza para uso agrícola deben ser esparcidos uniformemente sobre el área a ser sembrada con el césped. Se podrá utilizar esparcidoras mecánicas o equipo de soplado para realizar esta operación. El fertilizante y la piedra caliza deben ser escarificados junto con el suelo en una profundidad de 100 milímetros. El suelo así preparado debe ser humedecido previo la colocación del césped.

805.07 COLOCACION DEL CESPED. El césped debe ser colocado dentro de 24 horas después de que fue recolectado si es en guía o dentro de los 5 días después de cortado si es en tepes, pero éste se debe almacenar en pilas húmedas, con las caras de grama con grama y raíz con raíz. El césped se debe proteger contra la sequía y el congelamiento.

(a) Césped en tepes. El césped se debe colocar en dirección perpendicular a los flujos de drenaje. Las secciones de césped sólido o tepes, deben ser colocadas esquina con esquina con juntas en tresbolillo. Las aberturas deben ser tapadas con césped o rellenas con tierra vegetal margosa y con semillas. Se debe apisonar el césped para eliminar bolsas de aire y para proveer una superficie pareja. En los taludes con pendientes de 1 a 2 o mayores y en los canales, los vástagos del césped deben ser colocados con una separación de 0.5 metros centro a centro, después de apisonar el terreno. Los vástagos deben ser hincados hasta alcanzar el nivel del lecho del césped.

(b) Césped en guías. Las guías de césped deben ser colocadas dentro de zanjas superficiales. Estas se deben apisonar hasta que la superficie del césped esté al mismo nivel o a uno más bajo que el suelo adyacente. Si se considera necesario en las Disposiciones Especiales, se deben sembrar semillas en el suelo existente entre las guías de césped de acuerdo con lo indicado en la Sección 803. Las áreas sembradas deben ser tratadas para cubrir las semillas.

(c) Césped en puntos específicos. Los tepes de césped deben ser colocados en la posición especificada. Estos deben ser apisonados contra el suelo hasta que las superficies de los tepes estén ligeramente más bajas que el nivel del terreno circundante. Los niveles finales deben matizar con las áreas existentes adyacentes. Toda el área debe drenar adecuadamente, sin empozamientos de agua, y sin cambios abruptos de pendientes.

805.08 MANTENIMIENTO DE LAS AREAS SEMBRADAS CON CESPED. Durante las operaciones de colocación del césped, éste debe ser regado y se debe mantener húmedo. Se debe prevenir la erosión durante las operaciones de riego. Se deben colocar rótulos con avisos y barreras para proteger las áreas recién sembradas. No se debe permitir el paso de vehículos sobre las áreas recién sembradas.

Todas las áreas sembradas deben ser segadas y se deben reparar o reemplazar las áreas dañadas o que muestren un crecimiento inadecuado y no uniforme del césped. Se le debe dar mantenimiento a todas las áreas sembradas y se debe reponer todo el césped muerto, hasta la recepción final del proyecto.

805.09 MEDIDA. La medida se debe hacer del número de metros cuadrados, con aproximación de dos decimales, de Césped suministrado y plantado de conformidad con estas Especificaciones Generales y aceptado después de la inspección final realizada por el Departamento de Gestión Ambiental de la DGC.

805.10 PAGO. El pago se debe hacer por el número de metros cuadrados medidos como se indica anteriormente, al precio unitario establecido en el contrato correspondiente a Césped, del renglón de que se trate, cuyo precio incluye el trabajo estipulado en esta Sección, de conformidad con lo indicado en 110.02.

SECCION 806 VASTAGOS DE GRAMA

- 806.01 Definición.
- 806.02 Descripción.
- 806.03 Requisitos de los materiales.
- 806.04 Generalidades.
- 806.05 Cosecha de los vástagos.
- 806.06 Preparación del suelo.
- 806.07 Plantación de los vástagos.
- 806.08 Mantenimiento de las áreas plantadas.
- 806.09 Medida.
- 806.10 Pago.

806.01 DEFINICION. Esta Sección se refiere a la siembra de césped en forma de vástagos.

806.02 DESCRIPCION. Este trabajo consiste en el suministro y la plantación de vástagos vivos de grama.

MATERIALES

806.03 REQUISITOS DE LOS MATERIALES.

- (a) Piedra caliza para uso agrícola. De acuerdo con lo indicado en 803.03(a).
- (b) Fertilizante. De acuerdo con lo indicado en 801.03(c).
- (c) Cobertura retenedora de humedad. De acuerdo con lo indicado en 801.03(f).

(d) Vástagos. Se deben suministrar tallos (estolones ó rizomas) sanos y vivos y raíces de grama del tipo "formación de césped perenne" especificada en el contrato. Los vástagos deben ser obtenidos de fuentes aprobadas de enredos espesos y pesados localizados en el proyecto. Se debe remover toda la grama inadecuada, maleza u otro material nocivo.

REQUISITOS PARA LA CONSTRUCCION

806.04 GENERALIDADES. No se deben plantar vástagos en días con mucho viento o cuando el terreno esté seco, excesivamente húmedo o de otra manera no adecuado.

806.05 COSECHA DE LOS VASTAGOS. El Contratista debe notificar al Delegado Residente, con 5 días de anticipación la fecha de la cosecha de los vástagos. Antes de cosechar, se debe segar la grama y la maleza hasta una altura de 65 ± 15 mm y se deben remover todos los desechos resultantes de esta operación.

Los vástagos deben ser aflojados por medio de un escarificado en cruz, un arado superficial u otro método aceptable. Los vástagos deben ser colocados en pequeñas pilas o hileras amontonadas con rastrillo. Estos deben ser regados y se deben mantener húmedos hasta su plantación. Se debe deshacer de los vástagos secos.

806.06 PREPARACION DEL SUELO. El suelo debe ser preparado de acuerdo con lo indicado en 805.06.

806.07 PLANTACION DE LOS VASTAGOS. Los vástagos deben ser plantados dentro de las 24 horas después de ser cosechados.

(a) Plantación por espaciamento. Los vástagos deben ser sembrados a mano o con equipo adecuado en una capa uniforme sobre la superficie preparada y el espaciamento entre los vástagos no debe ser mayor de 150 milímetros. Los vástagos deben ser forzados dentro del suelo hasta una profundidad de 75 ± 25 milímetros a mano, con un azadón recto, un escarificador de discos o con otro equipo similar.

(b) Plantación en filas. Se deben abrir surcos a lo largo del contorno de las pendientes. Los vástagos deben ser colocados en una fila continua dentro del surco abierto y los vástagos adyacentes deben tener contacto uno con otro. Los vástagos deben ser cubiertos inmediatamente.

(c) Plantación en puntos específicos. Plantar los vástagos en puntos específicos de acuerdo con lo indicado en el inciso (b) anterior, excepto que en vez de plantarlos en una fila continua, se deben agrupar en 4 o más vástagos con un espaciamento de 0.5 metros a lo largo de las filas.

Después de plantar los vástagos por cualquiera de los tres métodos descritos anteriormente, se deben retirar del área todas las piedras mayores de 25 milímetros, los terrones grandes, raíces y demás desechos llevados a la superficie durante las operaciones de plantación. El área plantada debe ser compactada ligeramente dentro de las 24 horas posteriores a la plantación. No se debe compactar si el suelo está tan húmedo que se adhiere al equipo de compactación. Los suelos arcillosos no deben ser compactados.

Cuando en el contrato se especifique la colocación de una cobertura retenedora de humedad, el área plantada debe ser cubierta con la capa retenedora de humedad dentro de las 24 horas siguientes a la plantación de acuerdo con lo indicado en la Sección 803.

806.08 MANTENIMIENTO DE LAS AREAS PLANTADAS. Las áreas plantadas se deben mantener húmedas. Se deben regar con cuidado para evitar la erosión. Se deben colocar señales de aviso y barreras para proteger las áreas recién plantadas. Todas las áreas dañadas deben ser reniveladas y plantadas de nuevo.

806.09 MEDIDA. La medida se debe hacer del número de metros cuadrados, con aproximación de dos decimales, de Vástagos de Grama suministrados y plantados de conformidad con estas Especificaciones Generales y aceptado después de la inspección final realizada por el Departamento de Gestión Ambiental de la DGC.

806.10 PAGO. El pago se debe hacer por el número de metros cuadrados medidos como se indica anteriormente, al precio unitario establecido en el contrato correspondiente a Vástagos de Grama, del renglón de que se trate, cuyo precio incluye el trabajo estipulado en esta Sección, de conformidad con lo indicado en 110.02.

SECCION 807 ESTERAS PARA EL CONTROL DE LA EROSION, TEJIDO DE PRIMERA TORSION Y SISTEMAS CELULARES DE CONFINAMIENTO

- 807.01 Definición.
- 807.02 Descripción.
- 807.03 Materiales para Esteras.
- 807.04 Materiales para Sistemas Celulares de Confinamiento (Geocélulas).
- 807.05 Materiales de Tejidos de Primera Tensión.
- 807.06 Esteras para el Control de la Erosión.
- 807.07 Tejido de Primera Torsión.
- 807.08 Sistemas de Confinamiento Celular.
- 807.09 Medida.
- 807.10 Pago.

807.01 DEFINICION. Esteras, tejido de primera torsión y sistemas celulares. Son dispositivos a ser colocados sobre la superficie de taludes con el fin de controlar la erosión propiciando la vegetación.

807.02 DESCRIPCION. Este trabajo consiste en la construcción de controles de erosión para protección de zanjas, estabilidad de taludes y para estabilización. Esto incluye la instalación de esterass, tejidos de primera torsión y sistemas celulares de confinamiento.

REQUISITOS DE LOS MATERIALES

807.03 MATERIALES PARA ESTERAS. Los materiales para esterass para el control de la erosión se clasifican de la manera siguiente:

(a) Esteras para el control de la erosión – Tipo 1.

(1) Esteras de Paja. Se debe suministrar una estera de paja agrícola limpia que esté adherida a una malla fotodegradable de polipropileno, con costuras hechas con hilo de algodón. Debe cumplir con lo indicado en la siguiente tabla:

Tabla 807-1 Esteras de Paja

Material	Especificación
Paja ⁽¹⁾	240 Gr./m ² mínimo.
Malla	Malla ⁽²⁾ con aberturas cuadradas de 5-20mm con una masa de 1.5 Kg./100 m ²

⁽¹⁾ El contenido de humedad no deberá exceder de 20%.

⁽²⁾ Las dimensiones son aproximadas y pueden variar para ajustarse a los estándares del fabricante.

(2) Tela de cañamazo. Se debe suministrar tela de cañamazo con un tejido estándar y con una masa de 145±20 gramos por metro cuadrado.

(3) Malla de Cañamazo (Yute). Se debe suministrar malla de cañamazo con un tejido uniforme, simple, abierto, fabricado con un hilo de yute y que no varíe en espesor por más de la mitad de su diámetro nominal. El tamaño de la malla debe cumplir con ser de 25x25 mm máximo y la masa de la malla, según ASTM D 1776 debe ser de 0.5 kg/m² ± 5%.

(4) Papel tejido o red de henequén. Se debe suministrar una malla de papel tejido o de lana torzonada de henequén que cumpla con una abertura de la malla de 3 a 6 mm y un encogimiento después de mojada de 20% máximo.

(b) Esteras para el control de la erosión – Tipo 2.

(1) Esteras de Paja y Coco. Se debe suministrar una estera consistente de paja y de yute biodegradable no tratado y sin tinte, fibra extraída del coco y fibras sintéticas de polipropileno u otro hilo aprobado tejido para formar una malla tejida simple. Debe cumplir con los requisitos de la siguiente tabla:

TABLA 807-2 Estera de Paja y Coco

Material	Especificación
Paja ⁽¹⁾ 70%	240 g/m ² mínimo
Coco 30%	240 g/m ² mínimo
Malla	Malla ⁽²⁾ fotodegradable en ambos lados con abertura cuadrada de 16-25mm y una masa de 1.5 Kg./100m ²

(1) El contenido de humedad no deberá exceder de 20%.

(2) Las dimensiones son aproximadas y pueden variar para ajustarse a los estándares del fabricante

(2) Manta de Madera de Hebras. Se debe suministrar una manta de espesor uniforme formada por hebras rizadas de madera asegurada en la parte alta a una malla plástica estrujada biodegradable y fotodegradable. La manta debe ser resistente al humo sin utilizar aditivos químicos. Las hebras de madera con una longitud mayor de 200 mm deberán ser por lo menos el 80%. El tamaño de la malla deberá ser de 25mm x 50mm, y tendrá una relación masa / área de la manta de $0.53 \pm 0.05 \text{ kg/m}^2$.

(3) Manta retenedora de humedad. Se debe suministrar una manta de 3 a 13 milímetros de espesor consistente de material retenedor de humedad orgánico y biodegradable tal como paja, celulosa de madera rizada, fibra extraída del coco u otro material distribuido uniformemente en un lado de una malla fotodegradable y de polipropileno que tenga una masa mínima de 0.27 kilogramos por metro cuadrado.

(c) Estera de Coco – Tipo 3. Se debe suministrar una estera consistente de yute sin tinte, no-tratado, biodegradable, de fibras extraídas del coco, de fibras sintéticas de polipropileno o de otro hilo aprobado tejido para formar una malla tejida simple con aberturas cuadradas de aproximadamente 16 a 25 milímetros. Debe cumplir con lo indicado en Tabla 807-3.

TABLA 807-3 Estera de Coco

Material	Especificación
Coco ⁽¹⁾ 100%	240 gr./m ² min.
Malla	Malla ⁽²⁾ fotodegradable cuadrada, de 16 a 25 mm por lado y con una masa de 1.5kg/100m ²

(1) El contenido de humedad no deberá exceder de 20%.

(2) Las dimensiones son aproximadas y pueden variar para ajustarse a los estándares del fabricante

(d) Mallas y estereras sintéticas para el control de la erosión - Tipo 4.

(1) Estera Sintética. Se debe suministrar una estera flexible fabricada a máquina y formada por fibras de poliolefinas de mono filamento posicionadas entre dos redes orientadas biaxialmente. Todas las redes deben ser unidas mecánicamente, tejiéndolas paralelamente con hilo de poliolefina para formar un tejido tridimensional en forma de red,

altamente resistente al deterioro producido por el medio ambiente y al deterioro químico. Debe cumplir con los requisitos de la siguiente tabla.

TABLA 807-4 Estera Sintética para el Control de la Erosión

Propiedad	Especificaciones	Método de Ensayo
Color	Verde	Visual
Espesor	6mm min.	ASTM D1777
Resistencia ⁽¹⁾	1590 x 525 N/ m min.	ASTM D5035
Elongación ⁽¹⁾	50% máx.	ASTM D5035
Porosidad ⁽²⁾	85% mín.	Calculada
Resiliencia ⁽³⁾	80%	ASTM D1777
Estabilidad a los Rayos Ultravioleta ⁽⁴⁾	80%	ASTM D4355

(1) Valores para esteras fabricadas con máquina bajo condiciones secas o saturadas. El espécimen para efectuar el ensayo consistirá de una franja de 50 milímetros con una costura de poliolefina tejida al centro del ancho de la franja y que se extienda por toda la longitud del espécimen.

(2) Cálculo basado en la masa, espesor y gravedad específica.

(3) El porcentaje de espesor original retenido después de aplicar 3 ciclos de una carga de 690 kilo pascales por 60 segundos seguida por 60 segundos sin carga. El espesor se medirá 30 minutos después de remover la carga.

(4) Resistencia a la tensión existente después de sometida 1000 horas en un ambientómetro Xenón ARC.

(2) Malla Sintética de Polipropileno. Se debe suministrar una malla geotextil tejida flexible fabricada con fibras de polipropileno hiladas en una dirección. Debe cumplir con los requisitos de la siguiente tabla.

TABLA 807-5 Malla Sintética de Polipropileno

Propiedad	Especificaciones	Método de Ensayo
Color	Beige	Visual
Masa	59 g/m ² min.	ASTM D 5261
Resistencia a la Tensión	6700 x 3700 N/m	ASTM D 5035
Elongación de la Ruptura	40 % máx.	ASTM D 5035
Resistencia a la Ruptura Mullen	515 kPa min.	ASTM D 3786

(3) Malla sintética para controlar la retención de humedad. Se debe suministrar una malla plástica, estrujada uniformemente y rectangular con abertura nominal de 50 por 50 milímetros y con un peso de por lo menos 8 gramos por metro cuadrado.

(4) Malla orgánica para controlar la retención de humedad. Se debe suministrar una malla tejida fabricada con hilo de fibra celulosa biodegradable de 12.7 kilogramos, que esté entorchada 5 veces cada 25 milímetros. El área de la cuadrícula de la malla debe ser de 13 a 25 milímetros cuadrados. Se deben rematar las orillas para evitar que se deshile o desgaste la malla.

(e) Mallas para reforzar el césped – Tipo 5. Se debe suministrar una red de mallas, monofilamentos o fibras unidas mecánicamente o dertiéndolas para dimensionar una malla estable y resistente. Los métodos de unión incluyen soldadura de polímero, fusión termal o de polímero ó la colocación de las fibras entre 2 mallas de alta resistencia orientadas biaxialmente y unidas mecánicamente por medio de costuras paralelas hechas con hilo de poliolefina.

La malla se debe fabricar resistente a la degradación biológica, química y a los rayos ultravioleta, y debe cumplir con los requisitos de la siguiente tabla:

TABLA 807-6 Estera Sintética de Polipropileno para el Control de la Erosión

Propiedad	Especificación	Método de Ensayo
Color	Negro	Visual
Espesor	13mm min.	ASTM D1777
Resistencia a la Tensión ⁽¹⁾	1370 x 790 N/m 50% máx.	ASTM D5035
Elongación ⁽¹⁾	90% máx.	ASTM D5035
Porosidad ⁽²⁾	80% min.	Calculada
Resiliencia ⁽³⁾	80% min.	ASTM D1777
Estabilidad a los Rayos Ultravioleta ⁽⁴⁾		ASTM D4355

⁽¹⁾ Valores para condiciones secas y saturadas utilizando el método de la franja de 50 milímetros.

⁽²⁾ Cálculo basado en la masa, espesor y gravedad específica.

⁽³⁾ El porcentaje del espesor original retenido después de aplicar 3 ciclos de una carga de 690 kilo pascales por 60 segundos seguidos de 60 segundos sin carga.- El espesor se medirá 30 minutos después de remover la carga.

⁽⁴⁾ Resistencia a la tensión existente después de sometida 1000 horas en un ambientómetro Xenón ARC.

807.04 MATERIALES PARA SISTEMAS CELULARES DE CONFINAMIENTO (GEOCELULAS). Se debe suministrar una estructura flexible tridimensional con forma hexagonal (de panal) de abeja fabricada con polietileno debidamente estabilizado con estabilizadores de luz de carbono negro y/o de amínico.

807.05 MATERIALES PARA TEJIDOS DE PRIMERA TORSION.

(a) **Primera torsión de fibra de Vidrio.** Se debe formar un tejido de primera torsión de fibra de vidrio con fibras extraídas del vidrio fundido, recubiertas con un compuesto calibrador de complejo de cromo, reunidas en hebras y amarradas ligeramente para formar el tejido sin el uso de arcilla, almidón u otra sustancia deleznable. El tejido se debe enrollar hasta formar un paquete cilíndrico de aproximadamente 300 milímetros de alto del cual se extraerá el tejido de forma continua, desde el centro del paquete hacia un eyector de aire comprimido que extenderá el tejido para formar una estera de fibras de vidrio sobre la superficie del suelo. No se deberá utilizar tejido de primera torsión que contenga solventes de petróleo u otros agentes que se conozca son tóxicos para la vida animal y vegetal. El tejido debe cumplir con una resistencia a la Tensión, ASTM D 2256 mínima de 15.6N, una elongación de la Ruptura, ASTM D2256 de 15.5%, una masa de la hebra, ASTM D1907 de 360 denier, un número de hebras por tejido, mínimo de 24 y una estabilidad a los rayos ultravioleta del 50% retenido después de 200 horas.

REQUISITOS PARA LA CONSTRUCCION

807.06 ESTERAS PARA EL CONTROL DE LA EROSION. Las esteras se deben instalar para el control de la erosión de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.

Para el control de la erosión se deben colocar sobre superficies de suelo que tengan el nivel final especificado, que sean estables, firmes y que estén libres de rocas u otras obstrucciones. Las esteras para el control de la erosión se deben extender llanamente y con lisura, sin estirarlas, para asegurar un contacto directo con el suelo en todos los puntos. Las esteras se deben extender en dirección paralela al flujo del drenaje. Las orillas se deben traslapar de acuerdo con las instrucciones del fabricante. El extremo pendiente arriba se debe colocar en una ranura vertical de 150 milímetros. La ranura se debe rellenar y compactar.

Para instalaciones en pantanos o en zanjas, las esteras se deben colocar a los lados de la pendiente y se deben extender a un nivel más alto que la línea de flujo anticipada y se deben construir ranuras verticales intermedias espaciadas 150 milímetros y a intervalos de 8 metros para control.

Las ranuras para control se deben construir en dirección perpendicular a la del flujo. Las esteras para el control de la erosión se deben engrapar tal como lo recomiende el fabricante. Todas las grapas se deben colocar a nivel con la superficie del suelo.

Las áreas dañadas deben ser reparadas inmediatamente. Se deben restaurar las áreas del suelo dañadas hasta alcanzar el nivel final especificado para las mismas, fertilizarlo de nuevo y colocar de nuevo las semillas.

Las esteras y mallas sintéticas para el control de la erosión Tipo 4 deben ser instaladas hasta que se hayan completado los trabajos correspondientes a la Sección 803.

Las esteras para refuerzo del césped Tipo 5 deben ser instaladas antes de que los trabajos correspondientes a la Sección 803 hayan sido completados. Después de colocar las semillas, se debe cepillar o rastrillar levemente 15 ± 5 milímetros de tierra vegetal dentro de los vacíos de la estera para llenar el espesor de la estera.

807.07 TEJIDO DE PRIMERA TORSION. Se debe suministrar un evacuador neumático capaz de aplicar el tejido a una razón de 0.9 kilogramos por minuto. Asimismo, se debe suministrar un compresor de aire capaz de proveer 1.1 metros cúbicos por minuto a 620 ± 70 kilo pascales, completo, incluyendo las mangueras necesarias para suministrar aire a las áreas inaccesibles al compresor. Se debe suministrar un distribuidor de asfalto con las mangueras necesarias y una barra para rociado a mano para las pendientes y otras áreas inaccesibles al distribuidor.

(a) Tejido de fibra de vidrio. El tejido de fibra de vidrio se debe esparcir de manera uniforme y a una razón de 0.16 ± 0.03 kilogramos por metro cuadrado para formar una estera aleatoria de fibras continuas de vidrio.

(b) Tejido de polipropileno. El tejido de polipropileno se debe esparcir de manera uniforme y a una razón de 0.08 ± 0.03 kilogramos por metro cuadrado para formar una estera aleatoria de fibras continuas de polipropileno.

El tejido debe ser anclado al terreno por medio de la aplicación de una emulsión asfáltica de rompimiento lento a una razón de 1.5 ± 0.2 litros por metro cuadrado, colocada sobre el tejido. El extremo del tejido pendiente arriba debe ser enterrado una profundidad de 300 milímetros.

807.08 SISTEMAS DE CONFINAMIENTO CELULAR. Se debe excavar hasta alcanzar la profundidad especificada para colocar el sistema de confinamiento celular y se debe conformar y compactar la pendiente. La parte superior del sistema debe ser instalada a nivel o más abajo que el de la pendiente adyacente. Se debe expandir y colocar las geoceldas hacia abajo de la pendiente. Las secciones de las geoceldas adyacentes deben ser conectadas por medio de anillos arqueados o con grapas.

El sistema debe ser anclado por medio de estacas colocadas a través de la parte superior de cualquiera celda. Se debe repetir el patrón de anclaje en cada décima fila y en la fila inferior.

Los sistemas deben ser rellenados con tierra vegetal. Se debe compactar manualmente la tierra vegetal entre celdas. Se debe sembrar el césped de acuerdo con lo indicado en la Sección 803.

807.09 MEDIDA. La medida se debe hacer del número de metros cuadrados, con aproximación de dos decimales, de esteras para el control de la erosión, tejido de primera torsión y sistemas celulares de confinamiento, excluyendo los traslapes, colocados satisfactoriamente de acuerdo con estas Especificaciones Generales, Disposiciones Especiales y planos correspondientes.

807.10 PAGO. El pago se debe hacer por el número de metros cuadrados medidos como se indica anteriormente, al precio de contrato del renglón de que se trate, cuyo precio incluye el trabajo estipulado en esta Sección, de conformidad con lo indicado en 110.02.