

MANUAL CENTROAMERICANO

ESPECIFICACIONES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS Y PUENTES REGIONALES

FUNDEVI
LANAMME
Consultora

Proyecto USAID No. 596-0181.20
Marzo 2001



**CONSEJO SECTORIAL DE MINISTROS DE
TRANSPORTE DE CENTRO AMERICA**

(COMITRAN)

**SECRETARIA DE INTEGRACIÓN ECONOMICA
CENTROAMERICANA**

(SIECA)

**MANUAL CENTROAMERICANO DE
ESPECIFICACIONES PARA LA CONSTRUCCIÓN
DE CARRETERAS
Y PUENTES REGIONALES**

CA-2001

MARZO DE 2001

MANUAL CENTROAMERICANO DE ESPECIFICACIONES PARA LA CONSTRUCCION DE CARRETERAS Y PUENTES REGIONALES

El Consejo Sectorial de Ministros de Transporte de Centroamérica (COMITRAN), en su XXI reunión realizada en la Ciudad de Guatemala en el mes de noviembre del año 1999, aprobó la Resolución 03-99 apoyando un Programa de Modernización de Normas Técnicas aplicables a las carreteras y al transporte por carreteras.

Con una donación de la Agencia para el Desarrollo Internacional de los Estados Unidos de América, según convenio USAID/SIECA No. 596-0181.20, "Mejor Capacidad de la Región para mitigar los Efectos Transnacionales de Desastres", SIECA desarrolló el componente "Manual Centroamericano de Especificaciones para la Construcción de Carreteras y Puentes Regionales".

Responsable de la consultoría: Laboratorio Nacional de Materiales y de Modelos Estructurales, Escuela de Ingeniería Civil, Universidad de Costa Rica (LANAMME)
Contrato SIECA/USAID No. 36-00

Grupo de apoyo técnico: Ing. Mario Arce J.
Ing. Federico Baltodano A.
Ing. Pedro L. Castro F.
Ing. Jorge A. Castro H.
Ing. Edgar G. Herrera J.
Ing. Gastón Laporte M.
Ing. L. Guillermo Loría S.
Ing. Marco A. Rodríguez M.

Coordinación por parte de la SIECA: Lic. Ernesto Torres Chico
Ing. Rafael Pérez Riera
Lic. Raúl Trejo Esquivel

Grupo Técnico Regional: Ing. José M. González, Guatemala
Ing. Alejandro Salazar, El Salvador
Ing. Lorena Reina, Honduras
Ing. Amadeo Santana R., Nicaragua
Ing. Ernesto Rodríguez P., Costa Rica

Guatemala, Marzo de 2001

PREFACIO

El presente “Manual Centroamericano de Especificaciones para la Construcción de Carreteras y Puentes Regionales” se publican para uso de los gobiernos de la región, en acatamiento de lo dispuesto en la Resolución N° 03-99, dictada en la Vigésima primera Reunión del Consejo Sectorial de Ministros de Transporte de Centroamérica (XXI COMITRAN), celebrada el jueves 18 de noviembre de 1999 en la Ciudad de Guatemala.

El objetivo primordial de esa resolución del COMITRAN es la armonización y modernización de las normas técnicas aplicables a las carreteras y al transporte por carretera en el Istmo, con el propósito de mejorar la capacidad de la región para mitigar los efectos transnacionales de las calamidades mediante el desarrollo de lineamientos y estándares regionales actualizados que coadyuven en la reducción de la vulnerabilidad del sistema vial ante los desastres naturales.

Estas especificaciones serán llamadas como “CA-2001”, entendiéndose en todos los casos que la referencia se hace a las especificaciones generales emitidas en el año 2001. Cuando sean mencionadas en un contrato, ellas serán consideradas parte integral de él mismo y se tendrán como integrantes tanto de la oferta como del contrato.

FACTORES DE CONVERSIÓN DE UNIDADES SI ⁽¹⁾ (MÉTRICAS) A INGLESAS (aproximados)

La siguiente tabla unifica los símbolos y valores de las unidades de medición que se emplean en las ofertas y contratos.

Símbolo	Cuando tenga	Multiplique por	Para encontrar	Símbolo
LONGITUD				
µm	micrómetros	$3,9 \times 10^{-5}$	pulgadas	in
mm	milímetros	0,039	pulgadas	in
m	metros	3,28	pies	ft
m	metros	1,09	yardas	yd
km	kilómetros	0,621	millas	mi
AREA				
mm ²	milímetros cuadrados	0,0016	pulgadas cuadradas	in ²
m ²	metros cuadrados	10,764	pies cuadrados	ft ²
m ²	metros cuadrados	1,195	yardas cuadradas	yd ²
ha	hectáreas	2,47	acres	ac
km ²	kilómetros cuadrados	0,386	millas cuadradas	mi ²
VOLUMEN				
mL	mililitros	0,034	onzas fluidas	fl oz
L	litros	0,264	galones	gal
m ³	metros cúbicos	35,71	pies cúbicos	ft ³
m ³	metros cúbicos	1,307	yardas cúbicas	yd ³
MASA				
g	gramos	0,035	onzas	oz
kg	kilogramos	2,202	libras	lb
Mg (o "t")	megagramos (o "tons métricas")	1,103	toneladas cortas (o 2000 lb)	T
TEMPERATURA				
°c	grados Celsius	$1,8C + 32$	grados Fahrenheit	°F
ILUMINACIÓN				
lx	lux	0,0929	candelas-pie	fc
cd/m ²	candela/m ²	0,2919	Lamberts-pie	fl
FUERZA Y PRESION O RESISTENCIA				
J	Joule	0,7376	pie-libra fuerza	ft-lbf
N	Newtons	0,225	libra fuerza	lbf
kPa	kilopascals	0,145	libra fuerza por pulgada cuadrada	lbf/in ²

⁽¹⁾ Si es el símbolo en el Sistema Internacional de Unidades.
Se hizo el redondeo apropiado para cumplir con la Sección 4 de ASTM E 380.

INDICE

	Pág.
DIVISIÓN 100 DISPOSICIONES GENERALES	100-1
Sección 101 TÉRMINOS, FORMATOS Y DEFINICIONES	100-2
101.01 Intención de los términos	
101.02 Formato de las especificaciones	
101.03 Abreviaturas	
101.04 Definiciones	
Sección 102 OFERTA, ADJUDICACIÓN Y EJECUCIÓN DEL CONTRATO	100-13
102.01 Información general para los proponentes	
102.02 Competencia de los proponentes	
102.03 Interpretación del presupuesto aproximado de cantidades	
102.04 Familiaridad con la obra propuesta	
102.05 Examen de los planos	
102.06 Forma y plazo para la presentación de ofertas	
102.07 Garantía de participación	
102.08 Devolución de las garantías de participación	
102.09 Presentación de las ofertas	
102.10 Ofertas tardías y retiro de ofertas	
102.11 Apertura de las ofertas	
102.12 Confidencialidad del proceso	
102.13 Ofertas irregulares	
102.14 Oferta más favorable	
102.15 Aclaraciones de las ofertas	
102.16 Corrección de errores	
102.17 Licitación desierta	
102.18 Oferta única	
102.19 Transferencia de ofertas	
Sección 103 ADJUDICACIÓN Y FORMALIZACIÓN DEL CONTRATO	100-20
103.01 Adjudicación del contrato	
103.02 Competencia del postor	
103.03 Cancelación de la adjudicación	
103.04 Suscripción del contrato	
103.05 Bono de cumplimiento	
103.06 Rescisión del contrato	
Sección 104 ALCANCE DEL TRABAJO	100-22
104.01 Trabajo por ejecutar	
104.02 Otros contratos	

104.03	Señalización y mantenimiento del tránsito	
104.04	Limpieza final	
104.05	Oficinas de campo	
104.06	Estipulaciones sanitarias	
104.07	Materiales	
104.08	Superintendente en la obra	
104.09	Equipo	
104.10	Local del trabajo	
104.11	Organización del contratista	
Sección 105 CONTROL DEL TRABAJO		100-26
105.01	Autoridad del contratante	
105.02	Autoridad de los inspectores gubernamentales	
105.03	Especificaciones, planos y dibujos	
105.04	Coordinación de los documentos del contrato	
105.05	Restricciones de carga	
Sección 106 CONTROL DEL MATERIAL		100-28
106.01	Fuentes de suministro y requisitos de calidad	
106.02	Fuentes locales de materiales	
106.03	Manejo de la fuente de material	
106.04	Acopio y manejo del material	
106.05	Uso de materiales encontrados en la obra	
106.06	Pago de derechos de explotación y gestión de las fuentes	
Sección 107 ACEPTACION DEL TRABAJO		100-32
107.01	Conformidad con los Requisitos del Contrato	
107.02	Inspección Visual	
107.03	Certificación	
107.04	Conformidad determinada o ensayada	
107.05	Evaluación Estadística del Trabajo y Determinación del Factor de Pago (Valor del Trabajo)	
107.06	Inspección en la planta	
107.07	Aceptación Parcial y Final	
Sección 108 RELACIONES LEGALES Y RESPONSABILIDAD RESPECTO AL PUBLICO		100-45
108.01	Leyes que deben ser cumplidas	
108.02	Protección y restauración de la propiedad y del paisaje	
108.03	Pizarra de anuncios	
108.04	Protección de los ferrocarriles	
108.05	Responsabilidad por demandas de daño	
108.06	Responsabilidad del Contratista por el trabajo	
108.07	Obtención de derechos de vía	
108.08	Sanidad, salud y seguridad	
108.09	Relación legal entre las partes	

108.10	Protección del ambiente	
108.11	Protección de bosques, parques y terrenos públicos	
Sección 109	EJECUCION Y PROGRESO	100-50
109.01	Inicio y ejecución del trabajo	
109.02	Subcontratos	
109.03	Determinación y extensión del tiempo del contrato	
109.04	Incumplimiento para completar el trabajo dentro del tiempo	
109.05	Rescisión del contrato.	
109.06	Rescisión del contrato por conveniencia del contratista	
109.07	Orden de suspensión	
109.08	Fuerza mayor	
109.09	Finiquito del contrato	
Sección 110	MEDICION Y PAGO	100-63
110.01	Métodos de medición	
110.02	Unidades de medición y definiciones	
110.03	Procedimientos y aparatos de pesaje	
110.04	Procedimientos de recepción de materiales	
110.05	Alcance del pago	
110.06	Compensación por cantidades modificadas, por condiciones que difieran en el terreno y por cambios	
110.07	Partidas eliminadas.	
110.08	Pagos de avance.	
110.09	Pago Final.	
Sección 111	DISPOSICIONES AMBIENTALES GENERALES	100-74
111.01	Aspectos generales.	
111.02	Campamentos, plantas y manejo de materiales	
111.03	Explotación de sitios de préstamos	
111.04	Botaderos	
111.05	Precauciones durante los trabajos	
111.06	Precauciones durante la suspensión temporal de los trabajos	
111.07	Protección de la propiedad y servicios	
111.08	Acabado, aseo y presentación final de la obra	
DIVISION 150	REQUERIMIENTOS DEL PROYECTO	150-1
Sección 151	Movilización	150-2
Sección 152	Topografía para la construcción	150-3
Sección 153	Control de calidad del proyecto	150-11
Sección 154	Muestreo y ensayos	150-15
Sección 155	Programas de trabajo para los contratos de construcción	150-17
Sección 156	Tránsito del público	150-22
Sección 157	Control de la erosión del suelo	150-26
Sección 158	Aplicación de agua para control de polvo	150-33

DIVISION 200	MOVIMIENTO DE TIERRAS	200-1
Sección 201	Limpieza y Desmonte	200-2
Sección 202	Limpieza y Desmonte adicional	200-5
Sección 203	Servicios existentes y Obstáculos	200-7
Sección 204	Excavación y terraplenado	200-10
Sección 205	Voladura de rocas	200-22
Sección 206	Reservada	200-27
Sección 207	Geotextiles para movimiento de tierra	200-28
Sección 208	Excavación para estructuras y relleno para estructuras mayores	200-30
Sección 209	Excavación y relleno para otras estructuras	200-37
Sección 210	Relleno permeable	200-42
Sección 211	Eliminación de caminos o calles existentes	200-44
Sección 212	Construcción lineal de explanación	200-46
Sección 213	Estabilización de la subrasante	200-48
DIVISION 250	RELLENO ESTRUCTURAL	250-1
Sección 251	Escollera	250-2
Sección 252	Terraplén especial y contrafuerte de roca	250-5
Sección 253	Gaviones y colchones de revestimiento	250-7
Sección 254	Muros de contención modulares	250-11
Sección 255	Muros de tierra armada	250-14
Sección 256	Anclajes al suelo de carácter permanente	250-18
Sección 257	Muros de retención de concreto reforzado	250-24
DIVISION 300	CAPAS DE AGREGADOS	300-1
Sección 301	Sub-base o base granular	300-2
Sección 302	Sub-base y base con agregados estabilizados	300-7
Sección 303	Reacondicionamiento de la calzada	300-13
Sección 304	Estabilización de los agregados	300-16
Sección 305	Mezcla de agregado y suelo vegetal para recubrimiento	300-20
Sección 306	Estabilizador del polvo	300-22
Sección 307	Apilamientos de agregados	300-25
Sección 308	Agregados triturados	300-27
Sección 309	Base tratada con asfalto	300-30

DIVISION 400	CAPAS ASFALTICAS	400-1
Sección 401	Mezcla de concreto asfáltico procesada en planta central en caliente con ligante asfáltico no modificado	400-2
Sección 402	Mezcla de concreto asfáltico procesada en planta central en caliente con ligante asfáltico no modificado para aplicaciones misceláneas	400-23
Sección 403	Mezcla asfáltica reciclada preparada en planta central en Caliente	400-26
Sección 404	Mezcla asfáltica de graduación abierta para capas de ruedo	400-33
Sección 405	Mezcla asfáltica para capas de base	400-37
Sección 406	Mezcla asfáltica de graduación densa con asfalto emulsificado	400-41
Sección 407	Mezcla asfáltica de graduación abierta preparada en frío con emulsión asfáltica	400-48
Sección 408	Mezcla asfáltica procesada en frío para capas de base incorporando material de reciclado	400-55
Sección 409	Tratamientos superficiales asfálticos	400-61
Sección 410	Sello con lechadas asfálticas (Slurryseal)	400-72
Sección 411	Riego de imprimación	400-77
Sección 412	Riego de liga	400-80
Sección 413	Perfilado de capas asfálticas	400-82
Sección 414	Sello de fisuras y grietas en las juntas (empates) en pavimentos asfálticos	400-85
Sección 415	Geotextiles para pavimentos	400-90
Sección 416	Mezcla asfáltica reciclada en frío en sitio para capas de base	400-93
Sección 417	Mezcla asfáltica procesada en frío para aplicaciones Misceláneas	400-100
DIVISION 500	PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRAÚLICO	500-1
Sección 501	Pavimento de concreto hidráulico	500-2
Sección 502	Rehabilitación de pavimentos de concreto de cemento Portland	500-29
Sección 503	Sobrecapas de concreto hidráulico sobre pavimentos asfálticos	500-42
Sección 504	Pavimentos de adoquines de concreto	500-65
Sección 505	Pavimento de hormigón compactado con rodillo	500-71
DIVISION 550	CONSTRUCCION DE PUENTES	550-1
Sección 551	Pilotes hincados	550-2
Sección 552	Concreto estructural	550-21
Sección 553	Concreto pretensado	550-51
Sección 554	Acero de refuerzo	550-65
Sección 555	Estructuras de acero	550-69
Sección 556	Baranda para puentes	550-93
Sección 557	Estructuras de madera	550-97

Sección 558	Impermeabilización de mampostería y concreto	550-100
Sección 559	Membrana a prueba de agua	550-102
Sección 560	Juntas impermeabilizantes del agua	550-105
Sección 561	Pegamentos en concreto estructural	550-107
Sección 562	Encofrados y andamiaje	550-111
Sección 563	Pintura	550-122
Sección 564	Accesorios de apoyo	550-131
Sección 565	Pilotes de concreto colados en sitio	550-136

DIVISION 600 CONSTRUCCIONES CONEXAS 600-1

Sección 601	Estructuras menores de concreto	600-2
Sección 602	Alcantarillado y drenajes	600-5
Sección 603	Chapas o láminas estructurales	600-9
Sección 604	Pozos de registro, tomas y tragantes	600-12
Sección 605	Subdrenajes	600-16
Sección 606	Vertederos de metal corrugado	600-20
Sección 607	Limpieza, reacondicionamiento y reparación de estructuras de drenajes existentes	600-22
Sección 608	Revestimiento de cunetas y canales	600-24
Sección 609	Cordón ó bordillo y cuneta	600-28
Sección 610	Drenajes horizontales con tubería perforada	600-33
Sección 611	Sistemas de distribución de agua potable	600-35
Sección 612	Sistemas alcantarillado sanitario o cloaca	600-38
Sección 613	Superficies de mampostería simulando piedra	600-40
Sección 614	Relleno de concreto pobre	600-44
Sección 615	Aceras, entradas a propiedades y senderos pavimentados	600-46
Sección 616	Revestimiento de taludes	600-49
Sección 617	Guardacaminos	600-52
Sección 618	Barreras de concreto y guardacaminos prefabricados	600-56
Sección 619	Vallas, portones y guardaganados	600-59
Sección 620	Mampostería de piedra	600-66
Sección 621	Monumentos y marcadores	600-72
Sección 622	Alquiler de equipo	600-74
Sección 623	Labores generales	600-75
Sección 624	Capa vegetal	600-76
Sección 625	Preparación del suelo para recubrimiento vegetal	600-78
Sección 626	Plantas, árboles, arbustos y cobertores vegetales	600-80
Sección 627	Siembra de cobertor vegetal	600-85
Sección 628	Plantación de espigas y arbustos para evitar la erosión	600-87
Sección 629	Materiales para el control de la erosión, redes para el control de erosión y sistemas de confinamiento de tipo celular	600-91
Sección 630	Reservado	600-94
Sección 631	Reservado	600-94
Sección 632	Reservado	600-94
Sección 633	Dispositivos de control permanente de tránsito	600-95
Sección 634	Señales permanentes sobre el pavimento	600-99

Sección 635 Dispositivos de control temporal de tránsito	600-104
Sección 636 Sistemas eléctricos para alumbrado o señalamiento	600-106
Sección 637 Servicio e instalaciones provisionales de obra	600-108
DIVISION 700 MATERIALES	700-1
Sección 701 CEMENTO HIDRÁULICO	700-2
702.01 Cemento portland y cemento de mampostería	
Sección 702 LIGANTES BITUMINOSOS	700-3
702.01 Cemento asfáltico sin modificantes	
702.02 Cemento asfáltico modificado	
702.03 Emulsión asfáltica	
702.04 Asfalto rebajado	
702.05 Temperaturas de aplicación	
702.06 Materiales impermeabilizantes	
702.07 Agentes de reciclado	
702.08 Mastique asfáltico	
702.09 Aditivos mejoradores de adherencia	
702.10 Procedimiento de evaluación de ligantes asfálticos	
702.11 Mezcla asfáltica preparada en frío	
Sección 703 AGREGADOS	700-15
703.01 Agregados finos	
703.02 Agregados gruesos para concreto de cemento portland	
703.03 Agregados para relleno granular	
703.04 Agregados para rellenos permeables	
703.05 Agregados para subbase, base y capas superficiales	
703.06 Agregados triturados	
703.07 Agregados para concreto asfáltico en caliente	
703.08 Agregados de graduación abierta para capas friccionantes	
703.09 Agregados para pavimentos con emulsión asfáltica	
703.10 Agregados para tratamiento superficial bituminoso	
703.11 Agregado para lechadas bituminosas	
703.12 Agregado para recubrimiento (traba)	
703.13 Material de secado	
703.14 Agregados para recubrimiento suelo vegetal-agregado	
703.15 Arena	
703.16 Agregados para rellenos con concreto pobre	
703.17 Agregados con requerimientos "Superpave" para pavimentos bituminosos	
Sección 704 SUELOS	700-33
Sección 705 ROCAS	700-38
Sección 706 TUBERÍAS DE CONCRETO Y PLÁSTICO	700-45

- 706.01 Tuberías de concreto sin refuerzo
- 706.02 Tuberías de concreto reforzado
- 706.03 Tuberías de concreto perforado
- 706.04 Tuberías de arco de concreto reforzado
- 706.05 Tuberías de arco elíptico de concreto reforzado
- 706.06 Tuberías de concreto reforzado para cargas D
- 706.07 Secciones prefabricadas de concreto reforzado para alcantarillas de caja
- 706.08 Tubería plástica

Sección 707 TUBERÍA METÁLICA 700-47

- 707.01 Tubería para alcantarilla de hierro dúctil
- 707.02 Tubería corrugada de acero con recubrimiento metálico
- 707.03 Tubería corrugada de aleación de aluminio
- 707.04 Tubería de metal corrugado recubierta con capa bituminosa
- 707.05 Lámina estructural
- 707.06 Lámina estructural de aleación de aluminio
- 707.07 Lámina estructural recubierta con capa bituminosa
- 707.08 Tubería de acero recubierta con polímeros
- 707.09 Tubería de acero recubierta con fibra bituminizada
- 707.10 Tubería ranurada para drenaje
- 707.11 Tubería de lámina espiral con recubrimiento metálico
- 707.12 Tubería de lámina espiral con recubrimiento de aleación de aluminio
- 707.13 Tubería de acero corrugado, forrada con concreto
- 707.14 Tubería de acero corrugado, forrado internamente

Sección 708 PINTURA 700-50

- 708.01 General
- 708.02 Pintura para estructuras de madera
- 708.03 Pintura para estructuras de concreto y mampostería
- 708.04 Pintura para estructuras de acero
- 708.05 Pintura penetrante

Sección 709 ACERO DE REFUERZO Y CABLES 700-52

- 709.01 Acero de refuerzo
- 709.02 Cable de acero acordalado
- 709.03 Acero preesforzado

Sección 710 CERCAS Y BARANDA PARA DEFENSA 700-55

- 710.01 Alambre de púas
- 710.02 Malla para cerca
- 710.03 Cercas de protección (eslabonado)
- 710.04 Postes para cercas
- 710.05 Portones
- 710.06 Barandas de vigas metálicas
- 710.07 Vigas de sección en caja
- 710.08 Apoyos de acero para barandas de madera.

710.09 Pastas para barrera de defensa o guardacamino	
710.10 Herrajes para barreras de defensa	
710.11 Señales temporales de plástico	
710.12 Barriles amortiguadores	
Sección 711 MATERIALES PARA EL CURADO DEL CONCRETO Y ADITIVOS	700-58
711.01 Materiales para el curado	
711.02 Aditivos inclusores de aire	
711.03 Aditivos químicos	
711.04 Látex modificado	
Sección 712 MATERIAL PARA JUNTAS	700-59
712.01 Sellantes, rellenos, sellos y mangas	
712.02 Juntas de mortero	
712.03 Cubrejunta impermeable	
712.04 Reservada	
712.05 Mortero para apoyos y juntas de mampostería	
712.06 Retenedores de agua de cobre y botaguas	
712.07 Retenedores de agua de caucho	
712.08 Retenedores de agua de plástico	
Sección 713 MATERIAL PARA EL MEJORAMIENTO DE CARRETERAS	700-64
713.01 Capa superior de tierra vegetal	
713.02 Piedra caliza para uso agrícola	
713.03 Fertilizante	
713.04 Semillas	
713.05 Cubierta vegetal	
713.06 Plantas	
713.07 Mallas o redes para el control de erosión y geoceldas	
713.08 Materiales misceláneo para plantas	
713.09 Espigas	
713.10 Césped	
713.11 Estaquillas para césped	
Sección 714 MATERIALES GEOCOMPUESTOS Y GEOTEXTILES PARA DRENAJE	700-71
714.01 Geotextiles	
714.02 Drenes geocompuestos	
Sección 715 PILOTES	700-79
715.01 Pilotes de madera sin tratar	
715.02 Pilotes de madera tratados	
715.03 Pilotes de hormigón	
715.04 Cascos de acero	
715.05 Tubos de acero	

715.06 Pilotes de acero estructural
715.07 Tablestacas
715.08 Zapatas
715.09 Pintura

Sección 716 MATERIAL PARA ESTRUCTURAS DE MADERA 700-81

716.01 Maderamen y madera aserrada estructural
716.02 Herraje
716.03 Madera tratada

Sección 717 METAL ESTRUCTURAL 700-82

717.01 Aceros para estructuras
717.02 Pernos y tuercas
717.03 Pernos con alta resistencia a la tensión
717.04 Hierro forjado
717.05 Forjaduras
717.06 Espigas (pasadores) y rodillos
717.07 Piezas fundidas
717.08 Pisos de parrilla de acero
717.09 Tubería de acero
717.10 Metal galvanizado
717.11 Plomo en planchas
717.12 Conectores de espárragos soldados para cizallamiento
717.13 Almohadillas elastoméricas de apoyo
717.14 Aluminio estructural de aleación
717.15 Materiales para barandales de puentes hechos de aluminio de aleación
717.16 Cabezas de pernos y tuercas de aluminio
717.17 Alambre de aluminio para soldadura

Sección 718 MATERIAL PARA SEÑALAMIENTO Y DEMARCACIÓN 700-86

A.) Señalamiento horizontal con material termoplástico reflectante aplicado por pulverización

718.01 Descripción
718.02 Materiales
718.03 Requisitos para la construcción
718.04 Calidad de los materiales
718.05 Toma de muestras para ensayos
718.06 Garantía del período de demarcación
718.07 Ejecución de las obras
718.08 Penalidades
718.09 Conservación del período de demarcación
718.10 Elementos de medición
718.11 Normas generales de seguridad para el desarrollo de las obras
718.12 Equipo mínimo para la ejecución de tareas de demarcación horizontal

718.13 Prueba de suficiencia de los equipos para demarcación horizontal
718.14 Medición y forma de pago

B.) Señalamiento horizontal con material termoplástico reflectante aplicado por extrusión

718.15 Descripción
718.16 Materiales
718.17 Equipos
718.18 Ejecución de las obras
718.19 Toma de muestras
718.20 Garantía
718.21 Penalidades
718.22 Conservación
718.23 Medición y forma de pago
718.24 Condiciones generales para la recepción provisional de las obras
718.25 Movilización de Obra
718.26 Control de calidad

C.) Señalización vertical

718.06 Descripción
718.07 Placas
718.08 Lámina reflectora termo adhesiva
718.09 Proceso de fabricación
718.10 Características de los soportes
718.11 Ensayos de recepción
718.12 Montaje
718.13 Planillas de datos garantizados
718.14 Medición y forma de pago

719.01 Sección 719 RESERVADA 700-93

Sección 720 MATERIAL PARA MUROS ESTRUCTURALES Y TERRAPLENES ESTABILIZADOS 700-94

720.01 Materiales para muros
720.02 Gaviones y colchonetas
720.03 Muros de cajas metálicas tipo cribas

Sección 721 MATERIAL ELÉCTRICO Y DE ALUMBRADO 700-100

721.01 Material eléctrico
721.02 Material para iluminación

Sección 722 MATERIAL DE ANCLAJE 700-103

722.01 Anclajes para post-tensión
722.02 Anclajes

Sección 723	RESERVADA	700-104
Sección 724	RESERVADA	700-104
Sección 725	MATERIALES DIVERSOS	700-105
725.01	Agua	
725.02	Cloruro de calcio y cloruro de magnesio	
725.03	Limo	
725.04	Puzolanas	
725.05	Relleno mineral	
725.06	Concreto prefabricado	
725.07	Arcilla o ladrillos de granos	
725.08	Ladrillos de concreto	
725.09	Bloques de concreto de mampostería	
725.10	Bloques celulares de concreto	
725.11	Unidades de concreto prefabricado	
725.12	Armaduras, rejillas, cobertores y escaleras	
725.13	Unidades de metal corrugado	
725.14	Recubrimientos de protección del concreto	
725.15	Tuberías de Cloruro polivinil (PVC) para sistemas de distribución de aguas	
725.16	Tubería de polietileno (PE) para sistemas de distribución de aguas	
725.17	Tubería de acero	
725.18	Tubo de cobre	
725.19	Revestimiento de plástico	
725.20	Revestimiento sulfonado	
725.21	Adhesivos epóxicos de resina	
725.22	Mortero	
725.23	Reservada	
725.24	Color del recubrimiento	
725.25	Explosivos y accesorios de voladura	
725.26	Lechadas minerales	
725.27	Encofrados	
725.28	Masilla de aluminio impregnado	

DIVISION 100

Requerimientos generales

DIVISIÓN 100.) DISPOSICIONES GENERALES

Queda sobrentendido y acordado que todo el contenido de estas Disposiciones Generales, así como la Oferta, el Cartel de la Licitación y las Disposiciones Especiales, formarán parte del Contrato.

Sección 101.) TÉRMINOS, FORMATOS Y DEFINICIONES

101.01 Intención de los términos. Estas especificaciones están escritas, por lo general, en modo imperativo. En las frases en que se use el modo imperativo, el sujeto "el Contratista" es implícito. En este lenguaje también son implícitas las palabras "debe", "debe ser" o palabras y frases similares. En las especificaciones de materiales el sujeto también puede ser el proveedor, productor o fabricante que suple los materiales, productos o equipo que se usarán en el proyecto.

En dondequiera que diga "dirigido", "requerido", "ordenado" u otras palabras similares, se sobreentiende que la "dirección", "requerimiento" u "orden" provienen del Contratante. De igual manera, en donde se usen las palabras "aprobado", "aceptable", "apropiado", "satisfactorio" u otras similares, estos vocablos significan "aprobado por", "aceptable para" o "satisfactorio para" el Contratante.

Los verbos conjugados en futuro por lo general atañen a decisiones o acciones del Contratante.

101.02 Formato de las especificaciones. Estas especificaciones están divididas en 10 Divisiones.

La División 100 contiene los requerimientos generales del contrato, para los cuales no se hace pago directo, siendo aplicables a todos los contratos.

La División 150 contiene los requerimientos contractuales aplicables a todos los contratos. El trabajo que se realice según la División 150 será remunerado directamente cuando exista un renglón de pago dentro del cartel. En caso contrario, no se hará pago directo.

Las Divisiones 200 a 600 contienen los requerimientos de construcción de los contratos para los diferentes renglones específicos del proyecto. El trabajo llevado a cabo según estas Divisiones es pagado directa o indirectamente, conforme a lo establecido en la Subsección 109.05 y o en la Sección mediante la cual se ordenó la labor.

La División 700 contiene los requerimientos para los materiales indicados en las Divisiones 150 a 600. En la División 700 no se establece pago directo. El pago

por el material se incluye como parte del trabajo requerido según las Divisiones 150 a 600.

Los primeros tres dígitos del número del renglón de pago identifican la Sección bajo la cual se realiza el trabajo.

101.03 Abreviaturas. Cuando se usen abreviaturas en las especificaciones, éstas representan lo siguiente:

a) Siglas

AA	Asociación del Aluminio.
AAR	Asociación de Ferrocarriles Americanos
AASHTO	Asociación Americana de Oficiales Estatales de Carreteras y Transporte
ACI	Instituto Americano del Concreto
ACPA	Asociación Americana de Pavimentos de Concreto
AGC	Asociación General de Contratistas Americanos
AI	Instituto del Asfalto
AIA	Instituto Americano de Arquitectos
AISC	Instituto Americano de la Construcción de Acero
AISI	Instituto Americano del Hierro y del Acero
ANSI	Instituto Nacional de Estándares Americanos
APWA	Asociación Americana de Trabajadores Públicos
ARA	Asociación Americana de Ferrocarriles
AREA	Asociación Americana de Contratantes de Ferrocarriles
ARTBA	Asociación Americana de Constructores de Carreteras y Transportes
ASCE	Sociedad Americana de Contratantes Civiles
ASLA	Sociedad Americana de Arquitectos Paisajistas
ASTM	Sociedad Americana para Ensayos y Materiales
ATSSA	Asociación Americana de Servicios de Seguridad de Tránsito
AWPA	Asociación Americana de Preservantes de Madera
AWS	Sociedad Americana de Soldadura
CFR	Código de Regulaciones Federales
CRSI	Instituto del Acero de Refuerzo para Concreto
FHWA	Administración Federal de Carreteras
ISSA	Asociación Internacional de Recubrimientos con Morteros Asfálticos
ITE	Instituto de Contratantes del Transporte
MUTCD	Manual de Instrumentos Uniformes para el Control del Tránsito (carreteras y calles)
NEMA	Asociación Nacional de Fabricantes Eléctricos
NFPA	Asociación Nacional de Productores Forestales
NIST	Instituto Nacional de Estándares y Tecnología
OSHA	Administración de Seguridad y Salud Ocupacional
PCA	Asociación del Cemento Portland

PCI	Instituto del Concreto Pretensado
PTI	Instituto del Concreto Post Tensado
SAE	Sociedad de Contratantes Automotores
SF	Fórmula Estándar
SI	Sistema Internacional de Unidades
SSPC	Concilio de Pintores de Estructuras de Acero
UL	Laboratorio de Aseguramiento de la Calidad

b) Símbolos SI

A	Amperio	Corriente eléctrica
cd	Candela	Intensidad lumínica
°C	Grado Celsius	Temperatura
d	Día	Tiempo
g	Gramo	Masa
h	Hora	Tiempo
H	Henry	Inductancia
ha	Hectárea	Área
Hz	Hertz (s^{-1})	Frecuencia
J	Joule ($N \cdot m$)	Energía
K	Kelvin	Temperatura
L	Litro	Volumen
lx	Lux	Iluminación
m	Metro	Longitud
m²	Metro cuadrado	Área
m³	Metro cúbico	Volumen
min	Minuto	Tiempo
N	Newton ($kg \cdot m/s^2$)	Fuerza
Pa	Pascal (N/m^2)	Presión
s	Segundo	Tiempo
t	Tonelada métrica	Masa
V	Voltio (W/A)	Potencial eléctrico
W	Vatio (J/s)	Potencia
Ω	Ohmio (V/A)	Resistencia eléctrica
°	Grado	Ángulo plano
'	Minuto	Ángulo plano
"	Segundo	Ángulo plano

c) Prefijos de los Símbolos SI

E	exa	10^{18}
P	peta	10^{15}
T	tera	10^{12}
G	giga	10^9
M	mega	10^6
k	kilo	10^3
c	centi	10^{-2}
m	milli	10^{-3}
μ	micro	10^{-6}
n	nano	10^{-9}
p	pico	10^{-12}
f	femto	10^{-15}
a	atto	10^{-18}

d) Anotación de la pendiente SI (vertical : horizontal)

Para taludes menores que 1:1, la pendiente se expresa como la proporción de una unidad vertical y el número de unidades horizontales correspondientes. Para laderas más empinadas que 1:1, se expresa el talud como la razón del número de unidades verticales y una unidad horizontal.

101.04 Definiciones. Los términos contenidos en estas especificaciones, o en el contrato, o en cualquier documento o instrumento relacionado con trabajos de construcción donde rijan estas normas, en lo que respecta a su espíritu y significado deberán interpretarse como sigue.

Acta de Recepción – El documento firmado por el Contratante en el que se declara que todo el trabajo especificado ha sido terminado y aceptado de acuerdo al contrato.

Adjudicación – La aceptación escrita de una oferta por el Contratante.

Alcantarilla – Cualquier estructura, no clasificada como puente, que permite el paso de agua de un lado al otro bajo la calzada.

Base – La capa o capas de material colocado sobre una subbase o subrasante para soportar la superficie de rodamiento.

Calzada – La porción de la carretera o calle comprendida entre las cunetas, bordillos y orillas de los espaldones, reservada para el uso de los vehículos.

Capa – Cualquier riego continuo de material que recibe, en las operaciones de colocación y compactación de suelos o agregados, el mismo esfuerzo de compactación en toda su extensión. Cuando se instalan tubos de alcantarilla menores o iguales a 1200 milímetros de diámetro, se considera que el material de relleno colocado a ambos lados del tubo está contenido en la misma capa, cuando el material es acomodado a la misma elevación y el esfuerzo de compactación aplicado a un lado es el mismo que el aplicado al otro, en una operación continua.

Carretera o calle – Toda el área comprendida dentro del derecho de vía, incluyendo el área adicional requerida para taludes, como se ordene, especifique o indique en los planos de construcción aprobados.

Carriles de tránsito – La parte de la carretera asignada al movimiento de los vehículos, excluyendo los espaldones.

Contratante – Entidad, organismo o empresa que convoca a la licitación y firma el contrato respectivo con un Contratista para la ejecución de determinada obra de infraestructura.

Contratista – La persona, compañía, empresa o sociedad mercantil que convenga con el Contratante el contrato correspondiente a la ejecución de determinada obra.

Contrato – El acuerdo escrito entre el Contratante y el Contratista, relacionado con la ejecución de la obra y el suministro de materiales para su construcción. El contrato incluirá "Oferta", "Planos", "Especificaciones", "Garantías", "Fianza Adicional para Mano de Obra y Materiales" y "Orden de Inicio", así como todos los acuerdos complementarios que razonablemente puedan ser requeridos para completar la construcción de la obra de manera aceptable.

Densidad – Es la masa por unidad de volumen de un material, o sea, la gravedad específica multiplicada por la unidad de masa del agua.

Derecho de vía – Es la propiedad requerida para ser utilizada en la construcción de una vía de transporte.

Día calendario – Cada día que muestre el calendario.

Día laborable – Días corridos, excluyendo los sábados, domingos y días de festividades nacionales, en los que las condiciones del tiempo y otras que no estén bajo el control del Contratista, permitan que las operaciones de la obra procedan durante la mayor parte del día, con la cantidad normal de obreros ocupados en la ejecución de la parte o partes de la obra que estuviesen siendo desarrolladas en aquel momento.

Dirección – Dirección a cargo del contrato. Se denomina también Contratante.

Director – El Director General, actuando en persona o por intermedio de un representante debidamente autorizado. El representante actuará con la autoridad y dentro de las atribuciones especiales que le haya conferido el Director. Se denomina también como Contratante al actuar como su representante.

Documentos del contrato – Juego completo de documentos relacionados con el proyecto (ya sean adjuntados o incorporados por referencia), suministrados a los oferentes potenciales durante el proceso.

Ejecución sustancial – El punto en el que el proyecto está prácticamente terminado, de manera que puede ser usado segura y efectivamente por el público sin mayores retrasos, interrupciones u otros impedimentos. Para trabajos convencionales de carreteras y puentes, el momento en que están terminados las losas de los puentes, los parapetos, la estructura del pavimento, los espaldones, los drenajes, las aceras, el señalamiento permanente, las barreras, el guarda caminos, los implementos de seguridad y utilidades.

Espaldón – La parte de la carretera contigua a los carriles de tráfico, necesarias para el acomodo de los vehículos que se detienen, para uso en emergencias y para el soporte lateral de la estructura del pavimento.

Especificaciones – El vocablo general aplicado a todas las normativas, disposiciones y requisitos, relativos a la ejecución de la obra.

Especificaciones Especiales – Complemento y/o revisión de las Especificaciones Generales, que abarcan las condiciones peculiares de una obra individual.

Especificaciones Generales – Las especificaciones contenidas en este manual.

Especificaciones Suplementarias – Las adiciones y revisiones a las especificaciones normales, que son acogidas como estándares posteriormente a su publicación.

Estación – (1) La medida de distancia utilizada en carreteras y ferrocarriles. (2) La ubicación puntual en una línea topográfica.

Estimación final – La estimación aprobada por el Contratante para el pago final adeudado al Contratista de conformidad con el contrato, después de efectuados todos los ajustes y deducciones legales y equitativos.

Estructura del pavimento – La combinación de la subbase, base y superficie de rodamiento, colocadas sobre una subrasante para soportar y distribuir las cargas del tránsito a la subrasante de la carretera.

Estructuras – Los puentes, alcantarillas, tomas y cabezales, muros de retención, pozos de inspección, casetas, cloacas, tuberías de servicio, subdrenajes, drenajes y otros elementos similares que pueden ser necesarios en el trabajo.

Fiador o Garante – La entidad financiera o aseguradora que se responsabiliza mediante la garantía de cumplimiento del contrato con y por el Contratista, para el completo y satisfactorio cumplimiento del contrato y de todas las obligaciones derivadas de este cumplimiento.

Formaleta – Las estructuras de encofrado temporales o moldes, utilizados para retener al hormigón fluido con la forma en que fue diseñado hasta que se endurezca. Los encofrados deben tener suficiente resistencia para resistir la presión ejercida por el concreto plástico y las presiones adicionales generadas por la vibración.

Formularios de la propuesta – Los formularios suministrados por el Contratante para preparar y presentar una oferta.

Garantía de cumplimiento – La garantía entregada por el Contratista y su garante al Contratante para asegurar la capacidad del contratista en la ejecución de las obras, de acuerdo con los planos, las especificaciones y los términos del contrato.

Garantía de pago – La garantía presentada al Contratante por el Contratista y el asegurador para asegurar los pagos, según lo establezca la normativa, a todas las personas que suministran mano de obra o materiales conforme al contrato.

Garantía de participación – La fianza entregada al Contratante, junto con la oferta, para garantizar que el licitante aceptará el contrato en caso de ser aprobada su oferta.

Gobierno – Gobierno de la República. Se denomina también como Contratante

Ingeniero – El representante, debidamente autorizado, en quien se ha delegado la responsabilidad de la supervisión de ingeniería sobre la construcción. Se denomina también como Contratante cuando actúa como su representante.

Inspector – Un representante del Contratante, autorizado por él para hacer las inspecciones necesarias de los trabajos en ejecución, y de los materiales y equipo suministrados por el Contratista para asegurar el fiel cumplimiento del contrato.

Laboratorio – Un laboratorio de materiales de capacidad reconocida, aprobado por el Contratante.

Láminas de detalle – Las hojas de diseño, fabricación, erección, o detalles de construcción, sometidas al Contratante por el Contratista para su conocimiento y

aprobación.

Límite de la construcción – El límite a ambos lados del proyecto que establece el área que puede ser disturbada durante las operaciones de construcción, más allá del cual no se permiten alteraciones del terreno.

Lista de cantidades – El listado de cantidades, incluido en los formularios de la oferta, que contiene las cantidades estimadas para los diferentes renglones de pago y para los cuales se está solicitando cotización de precios.

Material – Cualquier sustancia especificada o necesaria para completar satisfactoriamente el trabajo objeto del contrato.

Material insatisfactorio – El material, que puede ser tierra, grava o arena, no adecuados (p.e. estabilidad, drenaje, etc.) para su uso en la construcción de fundaciones, rellenos o subrasantes.

Material satisfactorio – El material de roca o tierra que permite obtener una fundación adecuada, relleno o firme, que esté razonablemente libre de materia orgánica, raíces, estiércol, césped u otros materiales perjudiciales.

Medición – El proceso de identificar las dimensiones, cantidades o tonelaje de un renglón de pago. (ver la Sección 109 métodos de medición, términos y definiciones).

Ministerio – El ministerio encargado del sector transporte. Se denomina también como el Contratante.

Modificación del contrato – Cualquier cambio ordenado por escrito dentro de los términos del contrato. Las modificaciones de los contratos son de las siguientes formas:

- a. **Orden de Servicio.** Un instrucción escrita unilateral girada por el Contratante al Contratista, dentro de los términos del contrato, que no afecta los derechos sustantivos de las partes.
- b. **Orden de Cambio.** Una orden por escrito, firmada por el representante del Contratante, ordenando al contratista hacer un cambio sin que sea necesario su consentimiento.
- c. **Acuerdo Suplementario.** Una modificación que es engendrada por iniciativa mutua de las partes.

Obra falsa – Cualquier construcción temporal en la obra, usada para soportar una estructura permanente hasta que llega a ser auto soportante. Las obras falsas incluyen vigas de acero o de madera, columnas, pilotes, fundaciones y cualquier equipo propiedad del contratista, incluyendo marcos modulares de apuntalamiento, postes y puntales horizontales ajustables.

Oferte – Cualquier individuo, sociedad, empresa o corporación que actúe directamente o por medio de un representante debidamente autorizado, que someta una oferta para los trabajos proyectados. Las palabras licitante, oferente o postor son considerados sinónimos para este efecto.

Oferta – La oferta escrita del postor, presentada en el formulario de oferta suministrado por el Contratante, para ejecutar los trabajos proyectados y suministrar los materiales necesarios, de acuerdo con los requisitos indicados en los planos y las estipulaciones de estas especificaciones.

Orden de inicio – La comunicación por escrito dirigida al contratista notificándole la fecha en que deberá iniciar la obra que ha contratado.

Orilla del camino – Todas las áreas dentro del derecho de vía, excluyendo los carriles de tránsito y los espaldones.

Pasada de rodillo – El viaje de un rodillo en una dirección sobre cualquier área.

Planos – Todos los planos, o reproducción de ellos, relativos a la construcción de la obra.

Planos estándar – Los planos de detalles aprobados para uso repetitivo e incluidos como parte del conjunto de planos.

Plazo del contrato – El número de días laborables o de días calendario definidos para el cumplimiento del contrato, incluyendo las ampliaciones que fuesen autorizadas. Cuando en la oferta se fije una fecha para completar la obra en lugar de días laborables o días calendario, el contrato deberá estar terminado en esa fecha.

Prisma de la carretera – El volumen definido por el área comprendida entre la sección transversal del terreno original y la sección transversal final, multiplicada por la distancia horizontal a lo largo de la línea de centro de la carretera.

Proyecto – La sección específica de la carretera o calle, incluyendo sus obras de arte, taludes, zanjas, canales y cauces, necesarios para la construcción satisfactoria, y que deban ejecutarse bajo los términos del contrato y contratos subsidiarios.

Puente – Una estructura mayor de 6 metros de longitud, incluyendo todos sus tramos y apoyos, que facilita el paso sobre una depresión, cauce, línea férrea, carretera u otra obra que signifique obstrucción.

Relleno – El material usado para reemplazar, o el acto de reemplazar material removido durante la construcción. Material colocado o el acto de colocar material

adyacente a las estructuras.

Renglón de pago – Un renglón específico de la obra para el cual se incluye un precio unitario en el contrato.

Requisitos especiales del contrato – Las adiciones y revisiones a las especificaciones generales y suplementarias aplicables a un proyecto individual.

Sección transversal – La sección vertical del terreno o estructura en ángulo recto respecto a la línea de centro o línea base del firme u otro elemento de la obra.

Subbase – La capa o capas de material colocado sobre una subrasante para soportar la base.

Subcontratista – La persona jurídica o individual con la cual el contratista subcontrata parte del trabajo.

Subcontrato – El acuerdo escrito entre el contratista y una persona jurídica o individual conviniendo la realización de una porción específica de la obra.

Subestructura – La parte de un puente comprendida debajo de los soportes de las vigas simples o continuas, o de los apoyos de los arcos del puente, y la parte superior de los cimientos.

Superficie de rodamiento – La capa superior de la estructura de un pavimento, diseñada para soportar las cargas del tránsito y resistir el deslizamiento de los vehículos y la abrasión que ellos producen, así como el intemperismo.

Superintendente – El representante autorizado del contratista en un cargo de responsabilidad del contratista.

Término del contrato – El tiempo especificado como permisible para completar todo el trabajo del contrato.

Terreno soportante – La sección conformada del prisma de una carretera, preparada como fundación para soportar la estructura del pavimento y los espaldones.

Trabajo – La ejecución de todo el trabajo, el suministro de materiales y equipo, incluyendo los imprevistos necesarios para completar el proyecto satisfactoriamente, de acuerdo con el contrato.

Unidad de pago – Unidad de medida establecida para un renglón determinado del contrato, con base a la cual se hace la medición para proceder al pago del trabajo realizado por el Contratista en ese apartado.

En general, cuando se consigne la anotación AASHTO ésta se refiere a las especificaciones o métodos de pruebas que estén en vigor cuando el cartel de licitación proyecto es publicado, salvo que se haga referencia a otra designación determinada.

Cuando se usen en estas especificaciones, o en los planos, las palabras "instruido" o expresiones de similar significado, se entenderá que se necesita la instrucción, requerimiento, permiso, orden, designación o prescripción de parte del Contratante. Asimismo, cuando se consignent las palabras "aprobado", "aceptable", "satisfactorio" u otras de similar significado, se entenderá que se hace referencia al Contratante.

Cualquier relación que se haga a un párrafo o subdivisión de éste, que sea parte de una sección, deberá incluir las provisiones generales de dicha sección o sección y párrafo a que pertenecen.

Sección 102.) OFERTA, ADJUDICACIÓN Y EJECUCIÓN DEL CONTRATO

102.01 Información general para los proponentes. Los formularios de la oferta especificarán a dónde ésta debe ser remitida; la fecha, hora y lugar de su apertura, contendrán la descripción del proyecto que será construido, e indicarán las cantidades aproximadas de trabajo por ejecutarse, los materiales que se deben suministrar, el plazo para la terminación de la obra, el monto de las garantías de participación y de cumplimiento, así como los requerimientos especiales con relación a una obra determinada, que varíen o que no estén incluidos en las especificaciones generales. Todos los documentos consignados en el formulario son partes necesarias de la oferta, y ellos serán suministrados, previa solicitud escrita, por el Contratante.

102.02 Competencia de los proponentes. Únicamente podrán retirar documentos de licitación y presentar ofertas las empresas que estén previamente calificadas por el Contratante, que estén al día y no tengan juicios o pagos pendientes con el estado o terceras personas, de cualquier país centroamericano. Si después de la precalificación, un grupo de firmas calificadas forma un consorcio, deberá solicitar al Contratante la aprobación respectiva para poder participar como un solo postor.

102.03 Interpretación del presupuesto aproximado de cantidades. El presupuesto de cantidades de trabajo por ejecutarse y de materiales que deben ser suministrados bajo estas especificaciones, tal como se indica en el formulario de oferta y en el contrato, es aproximado y servirá solo como base para adjudicar el concurso. El Contratante no asume ninguna responsabilidad sobre la garantía de las cantidades de la construcción del proyecto ni el contratista podrá argüir mal entendido o engaño debido a este presupuesto de cantidades, clase de trabajo, ubicación y otras condiciones relacionadas con éste. El Contratante se reserva el derecho de aumentar o disminuir cualquiera o todas las cantidades de trabajo anteriormente mencionadas, o el de omitir cualquiera de ellas según considere necesario. Tales aumentos o disminuciones de las cantidades se regirán por las disposiciones especiales.

102.04 Familiaridad con la obra propuesta. El proponente deberá visitar, previamente a presentar su propuesta, el lugar de la obra y examinar cuidadosamente las condiciones locales, planos, especificaciones y formularios de contrato para los trabajos contemplados y será responsable de tomar las medidas para familiarizarse y cerciorarse sobre la clase, calidad y cantidades de trabajo por realizar y sobre los materiales y equipo que tenga que proveer, así como de considerar las exigencias de estas especificaciones y del contrato. El

contratante no lo exonerará de su responsabilidad, si no da cumplimiento a lo anterior ni hará concesiones ni bonificaciones por insuficiente información de parte del Contratista.

102.05 Examen de los planos. El Contratante preparará planos y especificaciones para el trabajo que será llevado a cabo por el Contratista. Cuando se hubiesen efectuado investigaciones del subsuelo, el cartel de concurso indicará el lugar en que los licitantes podrán examinar los informes sobre tales investigaciones.

Esos informes sobre investigaciones del subsuelo no son parte del contrato y se facilitan a los licitantes sólo con fines informativos. Aún cuando tales investigaciones del subsuelo hubieran sido efectuadas con cuidado razonable, no existe garantía ni respaldo, expresado ni sobrentendido, en cuanto a que esas exploraciones revelen las condiciones reales que se presentarán durante el progreso del trabajo. Cuando en el registro de las investigaciones del subsuelo se consigne información de los sondeos, los datos que muestre el registro individual de cada uno de ellos no deben aplicarse como concluyentes en cuanto a la índole del material entre o alrededor de dicho sondeo. Cualquier interpretación hecha por el licitante sobre el registro del Contratante en cuanto al subsuelo en relación con los tipos, características, cantidad y calidad de algún material del subsuelo, o sobre su condición, será de riesgo exclusivo del licitante.

102.06 Forma y plazo para la presentación de ofertas. Todas las ofertas deberán ser hechas en los formularios especiales que el Contratante suministrará al postor. Todas las cotizaciones de las ofertas deberán ser impresas, en palabras y números, en los espacios que se dejan libres para tal objeto. En caso de discrepancia, se tomarán como válidas las palabras escritas para efectos de la cotización.

Las operaciones aritméticas y la suma total son solamente una información para el Contratante y no se considerarán como parte de la oferta. Para ser tomadas en cuenta, las ofertas deben ser presentadas en sobre cerrado y sellado. Las ofertas deberán presentarse en la sede del Contratante, según se establezca en el cartel, en la fecha y antes de la hora indicada como límite.

No se permitirá la presentación de más de una oferta para la misma obra por parte de un individuo, firma, compañía o corporación, ya sea bajo el mismo nombre o bajo otros distintos, y si se presentan, ellas serán rechazadas.

Dentro de la oferta el Contratante podrá, en casos especiales, solicitar cotización para detalles alternativos. Estas ofertas condicionadas sólo serán tomadas en cuenta cuando así se indique en las disposiciones especiales.

102.07 Garantía de participación. Cuando la garantía de participación de una oferta sea uno de los requisitos en el concurso, la omisión de proporcionarla en la forma y cantidad correspondientes, para la fecha fijada para la apertura de las ofertas, será causa para que ella sea rechazada.

La garantía de los proponentes deberá ser un compromiso en firme, tales como una fianza bancaria, un giro postal, un cheque certificado, un cheque de caja o una carta de crédito irrevocable. Las garantías de los licitantes serán devueltas: a) a los concursantes que no tuvieron éxito en el concurso, tan pronto como sea posible después de haber sido abiertas las ofertas y b) al licitante aceptable cuando legalice los documentos contractuales y deposite satisfactoriamente las Garantías exigidas en el cartel.

Si el proponente favorecido en el concurso con la adjudicación dejase de formalizar los documentos contractuales dentro del periodo especificado y no entregara la fianza o fianzas de acuerdo con lo que se requiera en las condiciones de la licitación, dentro del período especificado, su contrato puede darse por cancelado a causa del incumplimiento. En tal caso, el licitante será responsable de cualquier costo adicional en la contratación del trabajo que exceda el monto consignado en su licitación y la garantía se ejecutará para compensar la diferencia.

102.08 Devolución de las garantías de participación. Las garantías de participación, excepto la de la oferta más baja, podrán ser devueltas inmediatamente después de la adjudicación y formalización del contrato. Al proponente favorecido se le devolverás después de que haya entregado una garantía satisfactoria de cumplimiento y de que el contrato haya sido formalizado.

102.09 Presentación de las ofertas. Las ofertas deberán ser presentadas en los formularios suministrados por el Contratante, debiendo firmarse a mano tanto los formularios de la propuesta, como las declaraciones juradas y los demás documentos en donde se solicite la firma. Todas las demás páginas de la oferta deberán llevar las iniciales (firma corta) de la persona que suscribe la propuesta.

La oferta del proyecto deberá hacerse en los “Cuadros de Cantidades y Precios Unitarios” contenidos en los formularios, en los tipos de moneda y en las proporciones que en él se señalan.

Si la información mostrada en los “Cuadros de Cantidades y Precios Unitarios” presentara borrones, correcciones o cambios, cada borrón, corrección o cambio, deberá tener la firma de la persona que suscribe la oferta.

La oferta y toda la correspondencia y documentos relacionados con ella, que sean intercambiados entre el oferente y la oficina contratante, o presentados a ésta, deben ser escritos en idioma español.

No serán aceptadas ofertas alternativas, a menos que en el cartel de la licitación así se solicite.

La persona que firma la oferta, deberá presentar, debidamente legalizado, un poder emitido por un notario público, en el cual conste su capacidad legal para representar a su empresa y para presentar la oferta.

La oferta deberá ser presentada en la fecha y hora establecidos en la invitación. No obstante, el Contratante puede, a su discreción, extender la fecha límite de recepción de las ofertas mediante comunicación escrita previa a los posibles licitantes que retiraron los documentos del concurso y por la publicación de un aviso en un diario de circulación nacional y en el diario oficial, con no menos de una semana de antelación.

102.10 Ofertas tardías y retiro de ofertas. Cualquier oferta recibida por la oficina contratante después de la fecha y hora límites estipuladas no será aceptada y se devolverá en el mismo momento de su presentación.

Los documentos para ofertas pueden ser retirados personalmente por el representante autorizado del proponente o por su solicitud escrita, siempre y cuando tal comunicación sea recibida por parte de los licitadores antes de la hora fijada para la apertura.

La negligencia o errores por parte del proponente al preparar la oferta, no le confieren derecho a retirarla después de haber sido abierta. De hacerlo así, se hará efectiva la garantía de participación establecida en los documentos de la licitación.

Cualquier modificación presentada a tiempo prevalecerá sobre la oferta original, si ambas entraren en conflicto.

102.11 Apertura de las ofertas. A la hora fijada en la convocatoria para la recepción y apertura de las ofertas, el delegado de la oficina contratante anunciará a los presentes que están en el acto de término de recepción de ofertas. Acto seguido, cada uno de los interesados, que no lo hubiera hecho con antelación, entregará al delegado el sobre que contiene su oferta. Se recibirán ofertas solamente de quienes hayan sido calificados, registrados y hubieran retirado previamente los “Documentos de Licitación” respectivos, en la forma establecida en la convocatoria.

Seguidamente, las ofertas serán abiertas en público y sus contenidos serán dados a conocer a los asistentes al acto, para información de los proponentes y otros interesados que pudieran estar presentes, ya sea en persona, o por medio de representantes.

Se levantará un acta de apertura de las ofertas, en la que se dejará constancia de los proponentes que participaron en la licitación, del monto de cada una de las ofertas y de detalles como la presencia o ausencia de documentos, etc., que el delegado de la oficina contratante o los proponentes estimen conveniente. El acta podrá ser firmada por los participantes en la licitación que estuvieran presentes y por los funcionarios que el Contratante haya designado para el caso.

102.12 Confidenciabilidad del proceso. La información relacionada con el análisis, aclaración, evaluación y comparación de las ofertas y recomendaciones para la adjudicación del contrato, no podrá ser revelada a los proponentes o a cualquier otra persona relacionada oficialmente con el proceso, hasta que la adjudicación al ofertante seleccionado haya sido oficializada. Cualquier intento de un proponente para influir en el proceso, o en las decisiones relacionadas con el procesamiento de las ofertas, o en las decisiones de la oficina contratante en lo que respecta a la adjudicación, puede justificar el rechazo de la oferta de dicho proponente.

102.13 Ofertas irregulares. Una oferta será considerada irregular y será rechazada por alguna o varias de las siguientes razones:

- (a) Si no consigna claramente los precios por concepto de pago para los diferentes renglones de la obra, indicándolos en el cuadro de cantidades y precios unitarios.
- (b) Si los precios de los materiales ofrecidos están evidentemente fuera de la realidad con respecto a los que privan en el comercio.
- (c) Si su propuesta contiene adiciones, condiciones o alternativas no autorizadas por la convocatoria, o bien, irregularidades de cualquier clase que tiendan a hacer la oferta incompleta, indefinida o ambigua en cuanto a su significado.
- (d) Si el proponente agrega cualquier provisión por la cual se reserva el derecho de aceptar o rechazar la adjudicación, o condicionar su oferta a un cambio en los documentos de la licitación.
- (e) Si el proponente presenta más de una oferta para el mismo trabajo, ya sea como individuo o dentro de una sociedad o corporación bajo el mismo o bajo diferentes nombres.

- (f) Si hay evidencia de colusión o convenios dolosos entre los proponentes. Los participantes en tales arreglos quedarán descalificados para futuras licitaciones.
- (g) Si la oferta no está acompañada de la correspondiente garantía de participación. En este caso la oferta será inmediatamente devuelta.
- (h) Si la propuesta no está presentada en la forma solicitada por el Contratante.
- (i) Si tiene borriones, correcciones o cambios que no lleven la firma de la persona que suscribe la oferta.
- (j) Si los precios unitarios o globales mostrados en el pliego de la licitación, están evidentemente desbalanceados, ya en exceso, ya en defecto de lo que arroja el análisis de costos.
- (k) Si existe incumplimiento de cualquiera de las disposiciones de este documento.

El Contratante se reserva el derecho de dispensar cualquier irregularidad, sólo de forma, en las ofertas, siempre que convenga a sus intereses. Asimismo, se reserva el derecho de revisar las operaciones aritméticas que comprenda la oferta y hacer las correcciones del caso.

102.14 Oferta más favorable. La comisión evaluadora encargada del análisis de las ofertas, debe dejar clara constancia en su dictamen de adjudicación, del o los proponentes que recomienda como ganadores, para los efectos de adjudicación de cada proyecto, por haber sido presentada la oferta evaluada como la más favorable para los intereses del Contratante. En el mismo dictamen, deberá dejar constancia de cuál o cuáles proponentes, en orden de méritos, podrán ser consideradas "suplentes de adjudicación", para el caso en que el proponente aceptado como ganador no cumpliera con algún requisito establecido en los documentos de la licitación.

A los proponentes designados como "primer suplente de adjudicación" y "segundo suplente de adjudicación", se les retendrá la garantía de participación por el tiempo que dure la legalización del contrato de construcción con el o los proponentes ganadores. De ser necesario, se requerirá de los "suplentes de adjudicación" una renovación o ampliación en el plazo de sus garantías de participación hasta tanto no se finiquite la contratación.

102.15 Aclaraciones de las ofertas. Para facilidad en el análisis, evaluación y comparación de las ofertas, el Contratante puede a su discreción, solicitar al proponente aclaraciones de su propuesta. La solicitud de aclaración y la respuesta deben ser por escrito, pero ningún cambio en los precios o el contenido principal

de la oferta podrá ser ejecutado, ofrecido o permitido, excepto como requisito de confirmación de la corrección de errores matemáticos descubiertos por el Contratante en la evaluación de las ofertas, de acuerdo con el párrafo siguiente.

102.16 Corrección de errores. Las ofertas que sean consideradas elegibles, serán examinadas para revisar errores matemáticos, los que serán corregidos por el Contratante de la siguiente manera:

- (a) Donde exista discrepancia entre las cantidades en números y en letras, prevalecerá la cantidad en letras.
- (b) Donde exista discrepancia entre el precio unitario y el total del ítem de la línea, resultante de multiplicar el precio unitario por la cantidad, prevalecerá el precio unitario tal como está escrito, excepto cuando en la opinión del Contratante haya un error de colocación demasiado obvio del punto decimal en el precio unitario, en cuyo caso el total del ítem, tal y como está citado, prevalecerá y el precio unitario será corregido.

La cantidad total establecida en el formulario de presentación de la oferta será ajustada por el Contratante de acuerdo con el procedimiento descrito para la corrección de errores. Si el ofertante no acepta las correcciones realizadas a la oferta, ésta será rechazada y la garantía de participación será hecha efectiva.

102.17 Licitación desierta. La entidad licitadora puede declarar desierta la licitación cuando ninguna de las ofertas cumpla con los requisitos exigidos en el cartel de la licitación o cuando sea evidente una colusión. Además, previa aprobación del organismo que financia, se podrán rechazar todas las ofertas si son sustancialmente superiores al presupuesto base debidamente autorizado.

102.18 Oferta única. Si a la licitación de un proyecto se presentase una sola propuesta, el Contratante podrá adjudicar el contrato al proponente, previo consentimiento del organismo financiero, si conviene a sus intereses.

102.19 Transferencia de Ofertas. Ningún postor podrá transferir a un tercero su oferta, licitación o cualesquiera de sus derechos o intereses en el concurso.

Sección 103.) ADJUDICACIÓN Y FORMALIZACIÓN DEL CONTRATO

103.01 Adjudicación del contrato. Cuando una oferta sea calificada por la oficina contratante como satisfactoria y la más favorable a los intereses del Contratante, se adjudicará el contrato al proponente que la haya presentado. La oficina contratante basará la adjudicación en el análisis de las ofertas, tomando en cuenta el precio y otros factores. Las garantías de participación serán devueltas, como se establece en el Artículo 1.2.07.

103.02 Competencia del postor. Se adjudicará el contrato al proponente que haya demostrado completamente su competencia, como se especifica en el Artículo 1.2.02.

103.03 Cancelación de la adjudicación. El Contratante se reserva el derecho de cancelar la adjudicación de cualquier contrato en cualquier tiempo antes de que sea formalizado y legalizado, sin que por ello exista compromiso alguno de indemnizar a ningún licitante, pues se entiende que su participación es enteramente bajo su cuenta y riesgo, y que de ninguna forma se crean vínculos contractuales o compromisos previos entre el Contratante y los postores.

103.04 Suscripción del contrato. El proponente a quién se hiciera la adjudicación deberá suscribir el contrato dentro de los quince días hábiles siguientes a la notificación para firmar que emita el Contratante.

Las fianzas a que se refiere el Artículo 1.3.5 deberán presentarse dentro de los quince días posteriores a la notificación del acuerdo de aprobación del contrato.

Si el proponente a quien se hiciera la adjudicación la rechaza, no firma el contrato o no presenta las fianzas como aquí se dispone, se le anulará la adjudicación y la garantía de participación pasará a ser propiedad del Contratante, como compensación por daños y perjuicios derivados de tal negligencia o denegación.

Ninguna oferta constituirá obligación para el Contratante hasta que se formalice el contrato y sea aprobado por las instancias correspondientes en cuanto a su forma y legalidad. Si cualquier oferta incluye trabajo que deba convenirse con más de una entidad pública, se harán los contratos como se estipula en la oferta. Si el proponente firma el contrato como aquí se establece y el contrato no es firmado y aprobado por el Contratante dentro de los 90 días siguientes, a solicitud escrita del Contratista éste le devolverá la garantía de participación.

103.05 Garantía de cumplimiento. Al proponente que resulte adjudicatario del contrato se le exigirá la presentación de una “Garantía de Cumplimiento” que cubra la ejecución satisfactoria del trabajo contratado y, adicionalmente cuando se indique en el cartel, una “Garantía por Mano de Obra y Materiales” para garantizar el total y pronto pago de la mano de obra, alquiler de equipo, objetos incorporados, materiales y otras obligaciones y servicios, provistos o suministrados al contratista durante la ejecución del trabajo. Los montos de estas garantías serán fijados por el Contratante, conforme a la normativa vigente. Ambas garantías podrán ser garantías reales o fianzas extendidas por un banco, corporación financiera o compañía aseguradora, a satisfacción del Contratante.

103.06 Rescisión del contrato. A la brevedad posible, después de la aprobación de los contratos y Garantías por parte del Contratante, se extenderá la orden de inicio del trabajo. Si el proponente no acata la orden de inicio conforme al plazo fijado por el contrato, el Contratante podrá tramitar su rescisión.

Si tal orden no fuere dada dentro de los tres (3) meses siguientes a la aprobación del contrato y Garantía, y siempre que la demora no fuere atribuible al proponente o al estado del tiempo, el contrato podrá ser declarado rescindido y sin efecto por cualquiera de las partes contratantes.

Si después de haberse dado la orden de inicio, o en cualquier momento durante el transcurso de la obra, todo el trabajo, o las principales operaciones que lo controlan fueran paralizadas o demoradas en forma continua durante más de 90 días consecutivos, por cualquier causa no atribuible al Contratista, el Contratante y el Contratista podrán entrar en un “acuerdo de separación”, en el que se cubra todo el trabajo ejecutado y aprobado hasta ese momento. Este “acuerdo de separación” será firmado por el Contratista y aprobado por el garante.

Cuando se celebre un “acuerdo de separación”, se redactarán los términos necesarios para que el Contratista reciba pago completo por el trabajo terminado de acuerdo a estas especificaciones. Asimismo, para que reciba un pago razonable por los trabajos parcialmente realizados, según determine el Contratante.

El Contratista no recibirá pago por pérdida de ganancias o utilidades anticipadas por trabajos no realizados ni terminados. Nada de lo contenido aquí se interpretará como derogatorio de cualquiera de los derechos o recursos establecidos por la ley, a que tiene derecho el Contratante según los términos del contrato.

Si el Contratista realizara cualquier trabajo o incurriese en cualquier gasto anticipado para la obra, antes de recibir la "Orden de Inicio", tal acción será de su exclusiva responsabilidad.

Sección 104.) ALCANCE DEL TRABAJO

104.01 Trabajo por ejecutar. La labor cubierta por estas especificaciones comprende la ejecución y terminación total de la obra objeto del contrato, incluyendo el suministro de todos los materiales, equipo, transporte, mano de obra y todo lo demás que sea necesario e imprevisto, así como la limpieza final del sitio del proyecto, el pago de todas las obligaciones y el reemplazo del trabajo y materiales defectuosos, todo de acuerdo con los planos, especificaciones y demás documentos contractuales.

104.02 Otros contratos. El Contratante puede encargarse directamente, o mediante la adjudicación de otros contratos, de la ejecución de trabajo adicional. El Contratista deberá cooperar plenamente con el Contratante o con los demás Contratistas y disponer cuidadosamente su propio trabajo para que sea compatible con estas otras labores, conforme a las instrucciones que de el Contratante. El Contratista no deberá cometer, ni permitir, actos que interfieran con la ejecución del trabajo realizado por otro Contratista o por el Contratante.

104.03 Señalización y mantenimiento del tránsito. El contratista, además de estar obligado a mantener por su cuenta señales permanentes, aprobadas por el supervisor, tanto de día como de noche para indicar cualquier peligro o dificultad para el tránsito. También se obliga a colocar por lo menos dos (2) rótulos informativos del proyecto, cuyas dimensiones mínimas serán de 4,50 m. por 2,50 m. con la leyenda y tamaño de letra o logotipo que le indique el Contratante. El lugar de colocación de estos rótulos deberá ser aprobado por el supervisor de la obra.

Excepto cuando se disponga lo contrario, el Contratista deberá mantener en servicio para todo tránsito cualquier camino existente al cual le esté haciendo mejoras. Cuando así fuese previsto en los planos o en las disposiciones especiales, el Contratista podrá desviar el tránsito por una ruta alterna autorizada, o canalizarlo debidamente en un carril de la misma vía, colocando el señalamiento necesario y el personal suficiente para la conducción del tránsito.

El Contratista deberá conservar en buenas condiciones de ruedo la parte del proyecto que esté siendo utilizada por el tránsito para cuyo efecto dará en todo momento un mantenimiento satisfactorio a la superficie de ruedo. También proporcionará y mantendrá en condiciones de seguridad los accesos, cruces e intersecciones con veredas, caminos, calles, comercios, estacionamientos para vehículos, residencias, garajes y fincas. Cuando se produzca polvo como consecuencia de las labores de construcción, deberá aplicar riegos de agua o emplear otros medios satisfactorios para su control.

Serán por cuenta del Contratista todos los gastos relacionados con el mantenimiento del tránsito sobre la sección del camino existente que se esté reparando o mejorando y de la construcción y mantenimiento de las vías de acceso antes mencionadas, cruceros, intersecciones y otros en lo que sea necesario, sin compensación directa, excepto si en las Disposiciones Especiales se prevé otra modalidad.

104.04 Limpieza final. Antes de la aceptación final del proyecto, el Contratista retirará todo el equipo, instalaciones provisionales, materiales no usados o inservibles, escombros, etc., y reparará o reemplazará de manera aceptable las cercas u otras propiedades públicas o privadas que hayan sido dañadas o destruidas debido a la realización del trabajo. Asimismo, conformará a satisfacción del Contratante todas las irregularidades en el terreno que sean producto de la construcción del proyecto, tanto en propiedades públicas como en privadas. Limpiará las obstrucciones causadas por el trabajo en los cauces; limpiará los desagües y acequias dentro de los límites del proyecto y en sus lugares adyacentes, ya sea en propiedad pública como en privada, de manera precisa y en condición presentable.

104.05 Oficinas de campo. Las oficinas, laboratorios e instalaciones especiales necesarias para la supervisión, serán construidos por el Contratista conforme al diseño aprobado por el Contratante. El costo de estos servicios será por cuenta del Contratista, salvo que dispongan otra cosa las Especificaciones Especiales del proyecto.

104.06 Estipulaciones sanitarias. El Contratista proporcionará y mantendrá facilidades para sus empleados en condición de limpieza y sanidad de acuerdo con la normativa nacional existente y de las entidades que tengan jurisdicción. El costo de estos servicios será por cuenta del Contratista.

104.07 Materiales. Todos los materiales para el proyecto serán suministrados por el Contratista, salvo disposición contraria en las Especificaciones Especiales, y deberán provenir de fuentes de suministro aprobadas por el Contratante. La solicitud para la aprobación de la fuente de materiales deberá indicar claramente la ubicación del sitio, o el nombre y dirección del proveedor según sea el caso, el sistema de despacho, la fecha propuesta del primer envío y el uso que se dará al material. Los materiales podrán ser inspeccionados en el lugar de origen y aprobados antes de su envío. Para todos los materiales importados, el Contratista presentará al Contratante informes certificados de los ensayos, realizados por un laboratorio aprobado, que cubran todos los requerimientos de las especificaciones para cada lote o envío. Los materiales no podrán ser usados hasta después de su aprobación por el Contratante. La aprobación mediante muestras será aplicable

sólo y cuando el material a proveer sea igual a las muestras aprobadas y que pueda ser provisto en el tiempo y cantidades requeridas, conservando los materiales su calidad y composición uniforme. La aprobación para un caso o uso determinado no implica aprobación para otros casos o usos.

Los materiales aprobados que aparenten ser defectuosos cuando se reciban, o los que hubiesen sufrido deterioro durante su transporte y almacenamiento, no podrán ser utilizados hasta que nuevamente hayan sido ensayados y aprobados por el Contratante. Los pedidos de materiales deberán contener la descripción detallada de éstos y del uso que se les dará, así como la designación oficial del proyecto donde serán usados. Se entregarán al Contratante copias de los pedidos en el momento en que éstos se llevan a cabo.

Salvo especificación contraria en las Disposiciones Especiales, las pruebas de los materiales se harán a costa del Contratante. Sin embargo, el Contratista debe proporcionar las facilidades necesarias para la toma de muestras, proveerá las muestras que se le soliciten y las entregará donde se lo ordene el Contratante. Cuando se establezca el sistema de "autocontrol", el Contratista deberá tomar y preparar las muestras para las pruebas requeridas. Los gastos en que incurra el Contratista con relación a las pruebas anteriormente indicadas, serán incluidos en los precios de los distintos renglones de la oferta. Salvo especificación contraria, se harán las pruebas de los materiales de acuerdo con los métodos de la AASHTO.

Los vehículos y recipientes usados para el transporte de materiales deberán estar en buen estado, ser resistentes, fuertes y limpios. De otro modo, los materiales transportados podrán ser rechazados.

Los recipientes deberán estar claramente marcados con el nombre del fabricante, peso neto, calidad, número del lote del material aprobado a que corresponda y la fecha de aprobación. Los materiales susceptibles de ser dañados por causa de los elementos naturales deberán ser almacenados en construcciones apropiadas o de otra manera aceptable para su protección contra deterioro.

Los materiales deberán mantenerse limpios y libres de materias extrañas antes, durante y después de haber sido colocados en la obra, para lo cual el Contratista cumplirá las recomendaciones del Contratante. Los materiales, en el momento de ser usados en la obra, deberán estar en buenas condiciones y de acuerdo en todo con los requerimientos de las especificaciones. Los materiales sucios, dañados o de otra forma defectuosos, no deberán usarse en la obra aunque hayan sido previamente aceptados.

104.08 Superintendente en la obra. El Contratista dirigirá el trabajo por medio de un superintendente competente, que hable el idioma y español, con autoridad para recibir y cumplir instrucciones. Los trabajadores deberán ser competentes y

ejecutarán su labor de manera esmerada. Cualquier persona que no sea debidamente calificada para su trabajo, o quien lo efectúe de manera no satisfactoria o contraria a las especificaciones o instrucciones del Contratante, deberá ser despedido si así lo solicita el Contratante, no pudiendo nuevamente ser contratado para el proyecto salvo aprobación del Contratante. La superintendencia y el número de trabajadores deberán ser suficientes, en opinión del Contratante, para asegurar la terminación del proyecto en el plazo estipulado.

104.09 Equipo. Se usará solamente equipo adecuado, que deberá estar en buenas condiciones de trabajo. Se utilizará suficiente cantidad de equipo en la obra para asegurar la terminación del proyecto dentro del plazo estipulado. Se operará el equipo de manera tal que no cause daño a la propiedad pública y privada. Cuando se estipule un equipo de tipo y clase especial, éste debe ser provisto y usado por el Contratista. Todo el equipo está sujeto a la aprobación del Contratante. Si el Contratista o Sub-contratistas no son propietarios de todo o parte del equipo requerido, deberán presentar una declaración escrita con el nombre y dirección del dueño o dueños, la que se acompañará con una manifestación de dicho propietario o propietarios de haber llegado a un acuerdo de alquiler del equipo, así como del término de vigencia del mismo.

104.10 Local del trabajo. Cualquier espacio que el Contratista necesite para la ubicación de plantas, equipo, almacenaje u otros fines, fuera del disponible en el sitio de la obra, deberá ser procurado por el Contratista y el costo de ello se incluirá en los precios de los distintos renglones de la oferta. En caso de incumplimiento del contrato, el Contratante tiene el derecho de tomar posesión y ocupar tal espacio directo o indirectamente para la terminación del proyecto. Si estuviese en arriendo, la escritura de arrendamiento contendrá una cláusula que exprese que en caso de incumplimiento del Contratista, el arrendamiento podrá ser transferido al Contratante o a quien designe éste. El Contratista acepta que, en caso de dicho incumplimiento, él tramitará tal transferencia.

104.11 Organización del contratista. El personal, equipo y local de trabajo provisto por el Contratista para el proyecto, deberán ser adecuados y suficientes para la terminación del proyecto dentro del plazo estipulado. Cuando en opinión del Contratante, parte o la totalidad de ellos sean inadecuados o insuficientes para terminar el proyecto dentro del plazo estipulado, aquel podrá ordenar al Contratista corregir la deficiencia y éste deberá acatar la orden.

Cuando el Contratista no cumpla con el requisito de suministrar equipos adecuados y en suficiente cantidad para la prosecución correcta de la obra, el Contratante podrá proceder a la retención de los pagos de los certificados por obra ejecutada, que se originan en tal concepto, o suspender la obra hasta tanto se suministre el equipo adecuado.

Sección 105.) CONTROL DEL TRABAJO

105.01 Autoridad del contratante. El Contratante delegará la autoridad en sus representantes para decidir en cuanto a la aceptabilidad, progreso y suspensión del trabajo, así como a la interpretación y aprobación de lo concerniente al cumplimiento del contrato. El término "OC" comprende a todos los representantes autorizados, incluyendo los inspectores que actúan dentro de los límites de su autoridad, tal como fue delegado por la OC.

105.02 Autoridad de los inspectores gubernamentales. Los inspectores están autorizados para supervisar todo el trabajo, incluyendo la preparación, fabricación, o elaboración de los materiales para el proyecto. El inspector no está autorizado para alterar o renunciar a los requerimientos del contrato, emitir instrucciones contrarias al contrato, actuar como supervisor o dirigir las operaciones del contratista. El inspector tiene autoridad para suspender el trabajo hasta que su decisión pueda ser referida a la OC para la resolución definitiva.

105.03 Especificaciones, planos y dibujos. Las cláusulas del contrato relativas a especificaciones, planos y dibujos para la construcción, se complementan de la siguiente manera:

(a) General. El Contratista debe preparar planos y dibujos adicionales, según sea necesario, para la adecuada ejecución del trabajo. Esto incluye, pero no se limita a, dibujos para el control del tráfico, obra falsa, diagramas de esfuerzos, esquemas de anclajes, planos de erección y listas del equipo.

Las láminas de los dibujos se ceñirán a un tamaño máximo de 610 por 920 milímetros. En cada lámina u hoja del cálculo, debe incluirse el número del proyecto, nombre, y cualquier otra identificación que se estipule en el contrato.

El Contratista debe suministrar 5 juegos de los planos, dibujos y cálculos de soporte para la debida aceptación, antes de ejecutar el trabajo cubierto por ellos. Si los documentos son devueltos por el Ingeniero para una revisión, una vez corregidos deben reenviarse para la aprobación correspondiente. El Ingeniero tendrá un plazo de 40 días para la devolución de estos documentos cuando se trate de estructuras de ferrocarril y 30 días para las demás estructuras. Si los documentos deben ser reenviados, el tiempo para la aprobación comienza a contarse de nuevo. El Contratista debe obtener aprobación escrita previa para realizar cambios o desviaciones en los planos aceptados.

(b) Requisitos específicos para estructuras de concreto y misceláneas. El Contratista debe suministrar diseños y/o esquemas para fundaciones, obras

falsas, trabajos de erección, sistemas de soporte temporales, encofrados, estructuras de desvío y otras obras transitorias, así como para métodos de construcción propuestos. Éstos deben proporcionarse con el sello y firma de un profesional con destreza en el campo de diseño respectivo.

105.04 Coordinación de los documentos del contrato. Las especificaciones especiales del contrato, los planos, las especificaciones suplementarias y las especificaciones generales son documentos del contrato. Cuando se solicita un requisito en uno de ellos es como si lo fuera en todos. Se entiende que los documentos del contrato son complementarios y que describen y proporcionan la información requerida para el contrato en su totalidad. En caso de discrepancia entre ellos, las dimensiones calculadas y mostradas gobiernan sobre las dimensiones medidas. Los documentos del contrato prevalecen en el orden siguiente:

- (a) Regulaciones legales vigentes
- (b) Especificaciones especiales del contrato
- (c) Planos
- (d) Especificaciones suplementarias
- (e) Especificaciones generales

105.05 Restricciones de carga. Cuando se transporte material y equipo en caminos públicos desde o hacia el sitio del proyecto, deben cumplirse todas las restricciones legales de carga existentes. La emisión de un permiso especial no releva al Contratista de la responsabilidad por daños resultantes del transporte de material o equipo.

A menos que sea permitido específicamente en algún documento del contrato, no deben operarse equipos o vehículos que excedan los límites de carga legales sobre estructuras nuevas o existentes dentro del proyecto. Todos los daños, resultantes del uso de tales equipos o vehículos, deben repararse o reemplazarse de manera aceptable, sin ningún costo para el Contratante.

En las secciones del proyecto usadas para acomodar público viajero, debe operarse el equipo de construcción y vehículos de manera que no haya conflicto con el flujo del tráfico y que se minimicen los retrasos al público que circula por la vía.

Sección 106.) CONTROL DEL MATERIAL

106.01 Fuentes de suministro y requisitos de calidad. El Contratista debe seleccionar fuentes y proporcionar material aceptable. Antes de usarlas en el proyecto, debe informar al Contratante sobre todas las fuentes de materiales propuestas, a efectos de facilitar la inspección y ensayos del material. No debe incorporarse el material propuesto a la obra hasta tanto sea aprobado.

El material debe ser aprobado en la fuente antes de ser llevado al proyecto. Esta aprobación no constituye aceptación. Si una fuente aprobada no continúa suministrando material aceptable durante la vida del proyecto, el uso posterior de esa fuente será prohibida.

106.02 Fuentes locales de materiales. Las fuentes de piedra, arena, grava, tierra u otro material natural localizados por el Contratante en la vecindad del proyecto, pueden ser mencionadas en los documentos del contrato. Estas fuentes identificadas podrán ser definidas por el Contratante como aptas para el proyecto o sólo enlistadas como información de ayuda al Contratista para su localización. La decisión de usar o no una fuente identificada por el Contratante es solamente del Contratista.

(a) Fuentes suministradas por el Contratante. El Contratante, a su conveniencia, podrá adquirir permisos y derechos para obtener material de las fuentes identificadas en el contrato y para usar el terreno de esas fuentes para un sitio de planta y/o apilamientos. Los informes disponibles de pruebas y de datos históricos del comportamiento del material, que verifiquen su aceptabilidad, deben ser suministrados por el Contratista.

No deben ejecutarse trabajos dentro de una fuente suministrada por el Contratante hasta que sea aceptado un plan de operación para su desarrollo. Deben ejecutarse todas las obras necesarias para producir material aceptable, incluyendo el desarrollo del sitio, la preparación, el control de la erosión y la restauración del lugar.

En general, la calidad de las fuentes provistas es aceptable, pero pueden contener capas o bolsas de material inaceptable. No es factible determinar sólo con algunas muestras la calidad del material del depósito entero, por lo que pueden esperarse variaciones. El Contratista debe determinar la cantidad y tipo de equipo y trabajo necesario para seleccionar y producir material aceptable.

(b) Fuentes indicadas por el Contratante. El Contratante puede señalar posibles fuentes de materiales. Las indicaciones del Contratante no son demostrativas de la calidad o cantidad de material, o del derecho al uso de material de estas fuentes.

Estas fuentes serán consideradas como fuentes localizadas por el Contratista conforme al punto (c) siguiente:

(c) Fuentes localizadas por el Contratista. El Contratista es responsable por estas fuentes, incluyendo los suministros comerciales establecidos. Deben usarse fuentes que cumplan con la cantidad y requisitos de calidad del contrato. Deben determinarse la cantidad y tipos de equipo y trabajo necesarios para seleccionar y producir material aceptable. Deben obtenerse todos los permisos para el uso de la fuente y entregar copias de todos los documentos.

Deben entregarse informes de los ensayos de laboratorio y datos del comportamiento histórico disponibles que indiquen la aceptabilidad del material de la fuente. No debe usarse material de una fuente inaceptable para el Contratante. Debe desecharse el material inaceptable y localizar otra fuente, sin ningún costo para el Contratante.

106.03 Manejo de la fuente de material. El Contratista debe notificar al Contratante catorce (14) días antes de iniciar las operaciones en una fuente. El Contratista debe desarrollar y operar la fuente de material de acuerdo con el plan de funcionamiento, o con acuerdo escrito aceptado por el Ingeniero para su explotación.

Debe cumplirse con los siguientes requerimientos según sean aplicables:

(a) Antes de desarrollar una fuente de material, debe medirse el contenido de sedimento de la corriente de agua aledaña al sitio, que recibirá el desagüe al área de operaciones. Debe controlarse toda erosión de manera que el nivel de sedimento en la corriente de agua que recibe el desagüe no aumente.

(b) Después de que la operación de la fuente se termine, debe retornarse al área de la fuente toda el material de cubierta que existía en sitio antes de comenzar la explotación. Debe nivelarse el área cuidadosamente, conformado los taludes en la extensión correspondiente. El material almacenado de la cubierta debe esparcirse uniformemente sobre los lados y base del área explotada. Debe colocarse una cobertura vegetal en el sitio y en el área circundante.

106.04 Acopio y manejo del material. El material debe almacenarse y manejarse de manera de preservar su calidad y aptitud para el trabajo. Después de almacenado, el material aprobado puede ser de nuevo inspeccionado antes de su uso en la obra. El material almacenado debe identificarse debidamente para facilitar su pronta inspección.

Para acopiar materiales y colocar plantas y equipo, deben utilizarse sólo áreas aprobadas del derecho de vía. El Contratista debe proporcionar todo el espacio adicional requerido. No debe usarse propiedad privada para almacenamiento de materiales sin permiso escrito del dueño o arrendatario. El Contratista debe suministrar copias de éstos acuerdos. Todos los sitios de almacenamiento provistos por el Contratante deben restaurarse y quedar en su condición original. El contratista es responsable por la seguridad y el manejo de todo el material almacenado.

106.05 Uso de materiales encontrados en la obra. El material que aparezca en las excavaciones, tal como piedra, grava o arena, puede ser usado para otro renglón de pago cuando sea aceptable. Cuando aparezca un material aplicable según el cartel, tal material se pagará en ambos renglones: como excavación y como parte del otro renglón de pago en que esté siendo utilizado. Este material debe ser reemplazado con otro material aceptable, si es necesario para ejecutar un terraplén o relleno, sin ningún costo para el Contratante. El material sólo debe ser excavado o removido dentro de los límites de la gradiente, tal como se indique en los perfiles, secciones y taludes.

El derecho a usar y procesar materiales encontrados en la obra no incluye el trabajo en obras no gubernamentales, salvo que resulte de deshacerse de material de desperdicio.

Si el contratista produce o procesa material de terrenos del Estado en exceso de las cantidades requeridas por el contrato, el Contratante puede:

- (a) Tomar posesión del exceso de material pagando al Contratista sólo el costo de producción, o
- (b) Requerir la remoción del material y la restauración del terreno hasta una condición satisfactoria, sin ningún costo para el Contratante.

Como una alternativa a la remoción y reemplazo, el contratista puede solicitar por escrito que:

- (a) Se tenga el trabajo por aceptado a un precio reducido, o
- (b) Se de permiso para ejecutar medidas correctivas que lleven el trabajo a estar conforme.

La solicitud contendrá argumentos y documentación de apoyo. Deben incluirse referencias o datos que justifiquen la propuesta, basados en una evaluación de resultados de pruebas, efecto en la vida de servicio, valor del material o del trabajo, calidad y otras datos útiles de ingeniería. La OC tomará la decisión relativa al trabajo no conforme.

Cuando se especifiquen partidas manufacturadas bajo normas (tales como cercas, alambres, láminas, tuberías, etc.), éstas deben ser identificadas mediante medidas, unidades de masa, dimensiones de sección, etc; la identificación será considerada referida a masas o dimensiones nominales. A menos que se especifiquen tolerancias específicas del contrato, solamente se aceptarán tolerancias industriales establecidas.

106.06 Pago de derechos de explotación y gestión de las fuentes. El Contratista proporcionará fuentes de materiales aceptables para el Contratante. Deberá asumir toda responsabilidad de legislación de las fuentes, conforme a la legislación vigente, así como el pago relacionado con la adquisición del derecho de explotación del material, incluyendo el pago de cualquier tasa u otros cargos inherentes.

SECCIÓN 107.) ACEPTACION DEL TRABAJO

107.01 Conformidad con los Requisitos del Contrato. Las alusiones a los métodos estándares de prueba AASHTO, ASTM y otras autoridades de normalización reconocidas, se refieren a los métodos vigentes en la fecha de la solicitud de las ofertas.

El trabajo debe ejecutarse según los requerimientos del contrato y realizarse conforme alineamientos, gradientes, secciones transversales, dimensiones, procesos y materiales requeridos, según se muestre en los planos o se especifique en el contrato.

Las dimensiones que aparecen en los planos y los montos señalados en las especificaciones del contrato son valores que deben lograrse para cumplir el diseño dentro de las desviaciones permitidas. El trabajo ejecutado y los materiales usados deben ser uniformes en carácter y razonablemente cercanos a los valores prescritos dentro del rango de tolerancia. El propósito de un rango de tolerancia es conciliar variaciones ocasionales de la medida, que resulten inevitables por razones prácticas.

El Contratante puede inspeccionar, muestrear o probar todo el trabajo en ejecución en cualquier momento antes de la aceptación final del proyecto. Cuando el Contratante haga ensayos en la obra, los resultados de las pruebas se entregarán al contratista a su solicitud. Las pruebas por el Contratante pueden o no ser ejecutadas en el sitio del trabajo. Si los resultados de los ensayos del Contratista son confirmados por los del Contratante, tales resultados pueden ser usados por el Contratante para evaluar el trabajo como medio de aceptación. El Contratista no puede disponer de los resultados de los ensayos hechos por el Contratante para el control del proceso.

El trabajo aceptable conforme al contrato se pagará por medio del renglón unitario de precio consignado en la oferta. Para determinar la conformidad y aceptabilidad del trabajo realizado por el Contratista, se describen cuatro métodos en las Subdivisiones 106.02 a 106.05 inclusive. El método primario de aceptación se especifica en cada Sección del trabajo. Sin embargo, el trabajo puede ser rechazado en cualquier momento cuando se determine, por cualesquiera de los métodos, que no cumple con las normas del contrato.

Debe rehacerse el trabajo que no esté conforme con el contrato, o con las normas prevalecientes en la industria, cuando no se puntualicen requisitos específicos en el contrato, sin ningún costo para el Contratante.

107.02 Inspección Visual. La aceptación se basa en la inspección visual del trabajo realizado para efectos de cumplimiento con las normas del contrato y las prevalecientes en la industria.

107.03 Certificación. Para el suministro de material manufacturados fuera del retiro del proyecto, deben usarse fabricantes certificados bajo la norma ISO 9000, o que resulten aptos en un procedimiento de inspección y ensayo efectivos, a juicio del Ingeniero. Asimismo, se debe pedir al fabricante que identifique claramente el material, o el empaque, con una identificación única para ese producto y para la especificación estándar bajo la cual se elabora.

El material aceptado mediante certificación puede ser muestreado y ensayado en cualquier momento. Si se encuentra que no está conforme con el contrato, se rechazará en el lugar en que se encuentre.

Puede ser requerida alguna de las certificaciones siguientes:

(a) Certificación de Producción. Los materiales que requieren certificación de producción se indican en la Subsección de Aceptación de cada Sección de las especificaciones. En tales casos, se debe notificar al Contratista que el fabricante se obliga a suministrar una certificación de la producción para cada embarque del material. Ésta certificación debe incluir lo siguiente:

- (1) Fecha y lugar de manufactura.
- (2) Resultados de los ensayos del material del mismo lote y documentación emitida por el sistema de inspección y ensayo sobre el respecto.
- (3) Número del lote u otros medios de referencia cruzada de la inspección del fabricante con el sistema de ensayos de la obra.
- (4) Declaración del fabricante de que el material cumple con todos los requisitos del contrato.
- (5) Manifestación firmada por el fabricante, u otros medios aceptables, que demuestren el cumplimiento con la certificación.

(b) Certificación Comercial. Cuando se requiere un testimonio, pero no una certificación de la producción, debe suministrarse una certificación comercial para todo el material similar del mismo fabricante.

Una certificación comercial es una demostración del fabricante o contratista de que el material cumple con todos los requisitos del contrato. La demostración puede consistir en etiquetas que claramente indiquen el cumplimiento de los requisitos, datos de catálogos, normas de la especificación impresas en el material, o certificaciones del proveedor

indicando que el material es producido conforme a una especificación comercial estándar.

107.04 Conformidad determinada o ensayada. Debe proporcionarse toda la información necesaria del avance, del proceso del trabajo y del control del comportamiento de la obra, de manera de poder comprobar que se cumple de manera cabal con los requisitos del contrato.

Los resultados de la inspección o ensayos deberán mostrar valores dentro de los límites de tolerancia especificados. Cuando no se indique ningún valor de tolerancia en el contrato, el trabajo será aceptado con base en lo acostumbrado en la manufactura de materiales y en las tolerancias de la construcción.

107.05 Evaluación Estadística del Trabajo y Determinación del Factor de Pago (Valor del Trabajo). La evaluación estadística del trabajo es un método para analizar la inspección, o los resultados de las pruebas de laboratorio, con el fin de determinar la conformidad del trabajo con los requisitos del contrato. El proceso de aceptación del trabajo es el siguiente:

(a) General. Para el trabajo valorado con base en la evaluación estadística, tanto el Contratante como el Contratista, asumen ciertos riesgos.

El riesgo del Contratante es la probabilidad de que un trabajo con un nivel de calidad no aceptable sea recibido. El riesgo del contratista es la probabilidad de que el trabajo producido con un nivel de calidad aceptable (NCA) sea rechazado, o aceptado a un precio reducido.

El nivel de calidad aceptable es el porcentaje máximo de trabajo que quede fuera de los límites de la especificación que se considera admisible para pago al precio del contrato. Para este caso se determinan 2 categorías: Categoría 1, que se basa en un NCA del 5 por ciento. Categoría II, que se basa en un NCA de 10 por ciento. En ambos casos el riesgo del Contratista es del 5 por ciento.

Como un incentivo para producir trabajo de calidad uniforme y para compensar el riesgo del Contratista, puede concederse un pago final mayor que el precio del contrato bajo ciertas condiciones.

Las características de la calidad que se evalúe, el tamaño del lote, la frecuencia del muestreo, la localización de las muestras, los métodos de ensayo, los límites de las especificaciones y la categorización se definen como se indica a continuación:

(1) Características de Calidad. Las características de calidad que se evalúen se enumeran en la Subsección de Aceptación de cada Sección de estas especificaciones.

(2) Tamaño del lote de muestras. Un lote de muestras representa una cantidad determinada de trabajo, al que se le aplica el procedimiento de evaluación estadística. Un lote de muestras normalmente representa la cantidad total del trabajo producido en una jornada. Puede requerirse el análisis de más de un lote si ocurren cambios en los valores fijados en las fuentes de materiales, o si se piden por escrito cambios en la fórmula de trabajo de la mezcla o ajustes en ella, tal como se indica en el párrafo (b).

(3) Frecuencia de Muestreo. La frecuencia de muestreo se indica en la Subsección de Aceptación de cada Sección de estas especificaciones. El lote normalmente señala resultados adecuados cuando se efectúa un mínimo de 5 muestras, que es el número límite requerido para llevar a cabo una evaluación estadística. El factor de pago máximo obtenible con 5 muestras es 1,01. Se requiere un mínimo de 8 muestras para obtener un 1,05 como factor de pago.

Si la frecuencia del muestreo, y la cantidad de trabajo realizado por otra parte, dan como resultado la obtención de menos de 8 muestras, se debe enviar un pedido por escrito para aumentar la frecuencia del muestreo a efecto de obtener tal mínimo de 8 muestras. La orden para aumentar la frecuencia del muestreo debe remitirse por lo menos 48 horas antes del inicio de la siguiente producción. Un incremento en la frecuencia del muestreo puede resultar en un factor de pago reducido.

(4) Localización de la muestra. El sitio de muestreo se enumera en la Subsección de Aceptación de cada Sección de estas especificaciones. La localización exacta del muestreo será especificada por la OC, basada en números al azar.

(5) Métodos de Prueba. Los métodos de prueba que se usan para examinar las muestras se señalan en la Subsección de Aceptación de cada Sección de estas especificaciones.

(6) Límites de la Especificación. Los límites de la especificación para las características de calidad están indicadas en las especificaciones generales del contrato.

(7) Categorización. La categorización de las características de calidad se indican en la Subsección de Aceptación de cada Sección de estas especificaciones.

(b) Aceptación. El trabajo en el lote será pagado mediante un factor de pago final, cuando toda la inspección o el resultado de las pruebas estén completas y evaluadas.

El trabajo debe estar incorporado en el proyecto antes de que se determine el factor final de pago, previniéndose al Contratista de que el factor de pago normal no debe caer por debajo de 0.90. Si un lote se constituye con menos de 5 muestras, el material se evaluará bajo la Subdivisión 106.04.

Si el factor de pago normal de un lote cae por debajo de 0.90, se debe suspender de inmediato la producción. Ésta puede reiniciarse después de que el contratista haya tomado acciones eficaces y aceptables para mejorar la calidad de la producción. Si se determina que la reanudación de la producción envuelve un cambio significativo en el proceso, el lote en ejecución será terminado y se comenzará un nuevo lote.

Un lote que contenga un porcentaje insatisfactorio de material no especificado (menos que 1.00 de factor de pago) se acepta con tal de que el factor de pago más bajo no haya caído en la porción rechazada en la Tabla 106-2. Un lote que contenga un porcentaje insatisfactorio de material no especificado, con el factor de pago más bajo cayendo en la porción objetada de la Tabla 106-2, debe ser rechazado. Debe removerse de la obra todo el material rechazado.

Cuando sea aceptable, es permitido voluntariamente remover el material defectuoso y reemplazarlo con material nuevo para evitar o minimizar un factor de pago menor que 1.00. El material nuevo será muestreado, ensayado y evaluado de acuerdo con esta Subdivisión.

Cualquier cantidad de material que se definirá defectuoso, puede ser rechazado con base en una inspección visual o en los resultados de los ensayos. No deberá incorporarse material rechazado en el trabajo. Los resultados de los ensayos llevados a cabo en el material rechazado se excluirán del lote.

(c) Evaluación Estadística. El Método de Variabilidad-Desconocida/ Desviación Estándar será usado para determinar el porcentaje estimado del lote que está fuera de los límites de las especificaciones.

La cantidad de números significativos usada en los cálculos estará de acuerdo con AASHTO R 11, método absoluto.

El porcentaje estimado de trabajo que está fuera de los límites de las especificaciones para cada característica de la calidad, se determina como sigue:

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

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

Donde:

\sum = Suma de

x = valores de los ensayos individuales

n = número total de valores

(2) Calcular la desviación estándar (s):

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

en donde: $\sum(x^2)$ = sumatoria de los cuadrados de los valores de los ensayos individuales

$(\sum x)^2$ = sumatoria de los valores al cuadrado de los ensayos individuales

(3) Calcular el índice superior de calidad (Q_U): $Q_U = \frac{USL - \bar{X}}{s}$

En donde: USL = límite superior de la especificación

Nota: USL es igual al límite de la especificación del contrato o el valor meta más la desviación permisible.

(4) Calcular el índice inferior de calidad (Q_L):
$$Q_L = \frac{\bar{X} - LSL}{s}$$

En donde: LSL = límite inferior de la especificación

Nota: LSL es igual al límite de la especificación del contrato o al valor meta menos la desviación permisible.

(5) De la Tabla 106-1, determinar P_U (porcentaje estimado del trabajo fuera del USL). P_U corresponde a una Q_U dada. Si no se especifica un USL , P_U es igual a 0.

(6) De la Tabla 106-1, determinar P_L (porcentaje estimado del trabajo dentro del lote que está fuera del LSL). P_L corresponde a un Q_L dado. Si no se especifica un LSL , P_L es 0.

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

$$P_U + P_L$$

(8) Repetir los pasos 1 a 7 en cada característica de calidad enumerada para la evaluación estadística.

(d) **Determinación del factor de pago (valor del trabajo).** El factor de pago para un lote será determinado como sigue:

(1) De la Tabla 106-2, se determina el factor de pago para cada una de las características de calidad usando el número total de los valores de los ensayos y el porcentaje total estimado fuera de los límites de las especificaciones, tomado del paso (7).

(2) Cuando todas las características de calidad para un lote están en la Categoría I, el factor de pago del lote estará basado en el factor de pago individual más bajo para cualquier característica de calidad de la Categoría I. El factor de pago máximo obtenible es 1.05 (con un mínimo de 8 ensayos).

(3) Cuando las características de calidad para un lote están en ambas categorías I y II, el factor de pago del lote resulta de lo siguiente:

(a) Cuando todas las características de calidad de categoría II sean 1.00, el pago del lote estará basado en el factor de pago individual

menor para todas las características de Categoría I. El factor de pago máximo obtenible es 1.05 (con un mínimo de 8 valores de ensayos).

(b) Cuando cualquier característica de calidad Categoría II sea menor que 1.00, el pago del lote estará basado en el factor de pago individual menor para cualquier característica de calidad.

(4) Cuando todas las características de calidad para un lote sean de la Categoría II, el factor de pago del lote estará basado en el factor de pago individual más bajo para cualquier característica de calidad Categoría II.

(5) Debe ajustarse el pago para todo el material de un lote a un precio determinado, multiplicando el precio unitario de contrato por el factor de pago, tal como se determina en la explicación detallada anteriormente.

107.06 Inspección en la planta. El trabajo puede ser inspeccionado en el punto de producción o de fabricación. Las plantas de manufactura pueden ser inspeccionadas para verificar el cumplimiento de los métodos especificados de manufactura. Pueden obtenerse muestras de material para las pruebas de laboratorio relativas al cumplimiento de los requisitos de calidad. Debe permitirse la entrada durante todo el tiempo a las partes de la planta en donde se realiza el trabajo.

107.07 Aceptación Parcial y Final. El Contratista debe dar al trabajo contratado, el debido mantenimiento durante la construcción y hasta que el proyecto sea aceptado.

(a) **Aceptación parcial.** Cuando una porción separada del proyecto se completa, puede solicitarse una inspección final de esa parte. Si esa inspección está terminada y cumple con las normas del contrato, será aceptada y el Contratista será relevado de la responsabilidad futura del mantenimiento de la sección terminada. La aceptación parcial no anula ni altera ningún término del contrato.

Cuando el público deba movilizarse a través de la construcción, empezando a utilizar las secciones de la carretera que han sido terminadas, el mantenimiento de tales tramos continuará hasta la aceptación final de la obra.

(b) **Aceptación final.** Cuando el Contratista notifica que la totalidad del proyecto está terminado, debe programarse una inspección. Si se comprueba que todo el trabajo ha sido completado, esta inspección constituirá la inspección final y el Contratista será notificado por escrito de la aceptación a partir de la fecha de esa inspección final. La aceptación

final releva al Contratista de la responsabilidad futura de mantenimiento del proyecto.

Si la inspección determina trabajos insatisfactorios, el Contratista recibirá una lista de tales trabajos incompletos o que requieren corrección. Tan pronto complete o corrija el trabajo, el Contratista deberá notificar de nuevo al Contratante, para programar y efectuar una nueva inspección y resolución.

Tabla 106-1
Porcentaje Estimado de Trabajo Fuera de los Límites de las Especificaciones

Porcentaje estimado fuera de los límites de las especificaciones (P _U y/o P _L)	Índice de calidad superior Q _U o Índice de Calidad Inferior Q _L						
	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	1.71	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 no corresponde al valor en la tabla, use el siguiente valor Q más bajo.
Si Q_U o Q_L son valores negativos, P_U o P_L es igual a 100 menos el valor de la tabla para P_U o P_L.

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

Porcentaje estimado fuera de los límites de las especificaciones (P _U y/o P _L)	Índice de calidad superior Q _U o Índice de Calidad Inferior Q _L					
	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 ∞
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	1.69	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	1.43	1.43	1.43
8	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36
9	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30
10	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25
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	0.80
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 no corresponde al valor en th^e tabla, use el siguiente valor Q más bajo.
 Si Q_U o Q_L son valores negativos, P_U o P_L es igual a 100 menos el valor de la tabla para P_U o P_L.

Tabla 106-2 Factores de Pago

FACTOR DE PAGO		Porcentaje máximo permisible de trabajo fuera de los límites de las especificaciones para un Factor de Pago dado (P + P)												
Categoría		n=5	n=6	n=7	n=8	n=9	n=10 a n=11	n=12 a n=14	n=15 a n=17	n=18 a n=22	n=23 a n=29	n=30 a n=42	n=43 a n=66	n=67 a ∞
I	II													
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

Nota: Para obtener el factor de pago cuando el valor (P_U y/o P_L) de la Tabla 106-1 no corresponde al valor ($P_U + P_L$) de esta tabla, debe usarse el valor mayor siguiente de ($P_U + P_L$).

(continúa)

Tabla 106-2 Factores de Pago (continuación)

FACTOR DE PAGO		Porcentaje máximo permisible de trabajo fuera de los límites de las especificaciones para un Factor de Pago dado (P + P)												
Categoría		n=5	n=6	n=7	n=8	n=9	n=10 a n=11	n=12 a n=14	n=15 a n=17	n=18 a n=22	n=23 a n=29	n=30 a n=42	n=43 a n=66	n=67 a ∞
I	II													
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	3	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
Rechazar	0.79	60	57	55	53	52	51	48	47	45	43	41	40	37
	0.78	61	58	56	55	53	52	50	48	46	44	43	41	38
	0.77	62	59	57	56	54	53	51	49	47	45	44	42	39
	0.76	63	61	58	57	55	54	52	50	48	47	45	43	40
	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 el factor de pago cuando el valor (P_U y/o P_L) de la Tabla 106-1 no corresponde al valor ($P_U + P_L$) de esta tabla, debe usarse el valor mayor siguiente de ($P_U + P_L$).

Sección 108.) RELACIONES LEGALES Y RESPONSABILIDAD RESPECTO AL PUBLICO

108.01 Leyes que deben ser cumplidas. Durante el desarrollo del proyecto debe cumplirse con todas las leyes, ordenanzas, códigos de seguridad, reglamentos, órdenes y decretos aplicables. Debe protegerse e indemnizarse al Contratante, y a sus representantes, si se produce cualquier demanda u obligación a consecuencia de, o basada en, una alegada violación de los cuerpos normativos mismos.

Todos los permisos y acuerdos obtenidos previamente por el Contratante para ejecutar el trabajo están incluidos en el contrato. El Contratista debe conseguir todos los permisos o acuerdos adicionales, así como efectuar las modificaciones que sean necesarias de los permisos y acuerdos obtenidos originalmente por el Contratante, cuando esto sea necesario a consecuencia de sus métodos de operación. El Contratista deberá conseguir todos los permisos y documentos adicionales que se precisen para el normal desarrollo del trabajo.

108.02 Protección y restauración de la propiedad y del paisaje. Debe preservarse la propiedad pública y privada y protegerse los hitos establecidos para perpetuar las referencias topográficas establecidas para el control horizontal, vertical, catastral o de los límites del proyecto.

Cuando sea necesario destruir un hito topográfico debe reconstruirse lo antes posible, en conformidad con los estatutos gubernamentales aplicables o siguiendo las indicaciones de la institución que lo erigió.

No debe perturbarse el área más allá de los límites de la construcción.

No se debe excavar, quitar, dañar, alterar o borrar los restos o especímenes arqueológicos o paleontológicos. Deben controlarse las acciones de los empleados y subcontratistas dentro del proyecto para asegurar que esos sitios protegidos no se perturben o dañen. Cuando se encuentren en el terreno cualesquiera de estos artículos, deben suspenderse de inmediato las operaciones en el sitio del descubrimiento y notificar al Contratante y a la oficina que corresponda, de acuerdo con la naturaleza del hallazgo, y conforme a la legislación nacional. La Oficina Contratante informará al contratista cuando puede reasumir las operaciones en el sitio del descubrimiento.

Cuando deban ser relocalizadas o ajustadas elementos públicos, el Contratante notificará a las instituciones afectadas sobre las relocalizaciones o ajustes necesarios. Las relocalizaciones o ajustes serán ejecutados por los entes competentes dentro del tiempo señalado y tan pronto como sea factible.

Antes de comenzar a trabajar en un área, el Contratista deberá localizar los elementos de utilidad pública que estén ubicados en ella, así como avisar a las instituciones responsables de ellos. Deben protegerse estos elementos contra las operaciones de la construcción. El Contratista deberá cooperar con las instituciones responsables de esos elementos para facilitar su reubicación o ajuste a fin de minimizar la interrupción de los servicios y evitar la duplicación del trabajo.

Si el acondicionamiento del elemento de utilidad pública se interrumpe como resultado de un daño provocado por la construcción, inmediatamente debe notificarse a la institución responsable de ese elemento y a cualquier otra autoridad relacionada con él.

Debe cooperarse con ellas hasta que se restaure el servicio.

El Contratista no debe trabajar alrededor de un hidrante mientras no haga las provisiones necesarias para mantener la continuidad del servicio, conforme al plan de contingencia aprobado por la Central de Bomberos local.

Si se hace necesario el trabajo de adecuación de un elemento de utilidad pública y no está incluido en el contrato, deberá pagarse al Contratista la compensación adecuada por el trabajo que se realice, con base en las cláusulas aplicables del contrato.

Si se produce un daño en algún servicio público o privado, debido a falta o negligencia del contratista, éste debe repararlo por su cuenta sin cargar ningún costo al Contratante.

La reparación de los daños que se ocasionen a elementos de servicio público ubicadas en el subsuelo, que no se mostraron en los planes o que no fueron identificadas con anterioridad a la construcción, y en las que en su ocurrencia no medió falta o negligencia del Contratista, será pagada por el Contratante.

108.03 Pizarra de anuncios. Debe colocarse una pizarra para anuncios, a prueba de intemperie, de tamaño satisfactorio y construcción sólida para el despliegue continuo de avisos y de cualquier otro tipo de información relativa al proyecto. La pizarra de anuncios debe instalarse y mantenerse de manera visible, en un sitio accesible dentro del proyecto, prevista para ser fácilmente retirada después de que el proyecto haya sido finalmente aceptado.

108.04 Protección de los Ferrocarriles. El Contratante obtendrá los permisos y acuerdos requeridos con los ferrocarriles para cualquier trabajo especificado en el contrato para la relocalización de vías, o para cualquier trabajo que sea necesario realizar en los cruces de ferrocarril. Deben entregarse al Contratista copias de todos los permisos y acuerdos.

El trabajo cubierto por un acuerdo o permiso con el ferrocarril, debe llevarse a cabo de manera satisfactoria para éste y no debe interferir con el funcionamiento de los trenes. Si la construcción daña propiedad de la empresa ferroviaria, debe reembolsarse a ésta todos los daños y perjuicios ocasionados o, a opción de ella, debe llevar a cabo la reparación del daño por el Contratista sin ningún costo para el Contratante.

El Contratista no debe cruzar las líneas del ferrocarril con vehículos o equipo en el desarrollo de sus operaciones, excepto en los cruces existentes abiertos al público o en los cruces temporales aprobados de previo por el ferrocarril a petición del Contratista.

Si se produce la necesidad de construir un cruce temporal de la vía, deben hacerse los arreglos pertinentes con el ferrocarril para su construcción, protección y posterior remoción.

El Contratista debe rembolsar a la empresa ferrocarrilera el costo de todo cruce temporal o, a opción de ésta, ejecutar el trabajo por sus propios medios, de manera satisfactoria para la empresa.

108.05 Responsabilidad por demandas de daño. El Contratista debe resarcir y mantener indemne al Contratante, a sus empleados y consultores, por reclamos, acciones o demandas presentadas por terceros, por concepto de lesiones o daños recibidos o argumentados por cualquier persona, o por cualquier propiedad, resultantes de las operaciones de construcción o producto de ejecución negligente del contrato.

El Contratista debe obtener, y mantener vigente hasta la aceptación final del contrato, una póliza de seguro de los tipos y límites más adelante especificados. El seguro cubrirá todas las operaciones ejecutadas bajo el contrato, ya sean éstas llevadas a cabo directamente por el Contratista o por sus subcontratistas.

Antes de comenzar el trabajo, el Contratista debe entregar copias de las pólizas de seguro suscritas, en las que se debe certificar que no cambiarán las políticas de la empresa aseguradora durante su vigencia, así como que el seguro se mantendrá hasta 30 días después de que el Contratante emita la comunicación de que la obra ya fue objeto de aceptación final. La cobertura del seguro, en los renglones y cantidades mínimas fijadas más adelante, no relevará al contratista de eventuales obligaciones que se presenten y que excedan la cobertura de la póliza.

En la reunión de pre-construcción el contratista deberá la existencia de los seguros conforme a lo establecido en el cartel de licitación y a las leyes correspondientes.

108.06 Responsabilidad del Contratista por el Trabajo. El Contratista debe asumir la responsabilidad por todo el trabajo hasta su aceptación final, excepto lo que se prevé en la Subdivisión 106.07. Esta responsabilidad incluye los períodos en que el trabajo esté suspendido.

El Contratista debe proteger la obra contra perjuicios, pérdidas o daños, consecuencia de cualquier causa que provenga de la ejecución o no ejecución del trabajo.

Debe mantenerse el tráfico abierto al público conforme a lo establecido en la Sección 156. Para este propósito deben tomarse las acciones necesarias para reconstruir, reparar, restaurar y hacer lo necesario para evitar o corregir las pérdidas, afectaciones, daños o perjuicios en cualquier lugar del trabajo. Se incluyen los daños causados por vandalismo, robo, paso del tráfico público y efectos del clima, que ocurran durante el tiempo del contrato.

El Contratante sólo será responsable por pérdidas, afectaciones, daños y perjuicios causados por enemigos declarados del Contratante o terroristas, así como por cataclismos producidos por fenómenos naturales tales como tornados, terremotos, diluvios mayores, y derivados declaratorias oficiales de desastres naturales.

108.07 Obtención de derechos de vía. El Contratante obtendrá todos los derechos de vía requeridos por la obra.

108.08 Sanidad, salud y seguridad. Deben observarse los reglamentos oficiales de salud. No debe permitirse que los operarios trabajen en un ambiente o condiciones que antihigiénicas, arriesgadas, o peligrosas.

Debe permitirse la actuación de cualquier inspector del Contratante involucrado en la seguridad y administración de la salud, para desempeño de sus funciones en el sitio del proyecto, sujeto a la presentación de las credenciales que lo identifiquen.

Debe informarse de inmediato al Contratante la ocurrencia de accidentes, por medio de formularios suministrados por el Contratante o, con previa aprobación, en formularios usados para informar de accidentes a empresas aseguradoras. Debe mantenerse en el Proyecto un "Registro de Lesiones Profesionales y Enfermedades," disponible para su inspección en cualquier momento.

108.09 Relación legal entre las partes. Para la ejecución del contrato el Contratista es una persona física o jurídica independiente y ni él, ni nadie contratado o empleado por él, podrá ser agente, empleado o representante del Contratante. El estatus de independencia del contratista no limita los derechos

generales del Contratante bajo el contrato, incluyendo la inspección, la especificación de medidas de seguridad y la facultad para detener el trabajo.

108.10 Protección del ambiente. El Contratista no debe operar equipo mecanizado, o descargar material, dentro del área de captación de cualquier sistema de aguas, conforme a la normativa vigente. En el evento de que se produzca una descarga accidental, el Contratista debe tomar las siguientes acciones:

- a) De inmediato, prevenir una mayor contaminación.
- b) Lo antes posible, notificar el accidente a las autoridades apropiadas.
- c) Mitigar los daños según sea necesario.

El Contratista debe cumplir con los términos y condiciones establecidas en cualquier permiso para la ejecución del trabajo. Deben aislarse las áreas de trabajo, incluyendo las fuentes de materiales, mediante la construcción de diques u otras barreras satisfactorias que prevengan la contaminación con sedimentos, productos del petróleo, sustancias químicas, u otros materiales líquidos o sólidos, de cualquier fuente de agua usada para suministro público. Debe tenerse cuidado al construir y quitar las barreras, de evitar cualquier descarga de material dentro del agua. Debe quitarse y disponerse apropiadamente el sedimento u otro material retenido por la barrera construida.

108.11 Protección de bosques, parques y terrenos públicos. Deben cumplirse todas los reglamentos de los cuerpos de bomberos, comisiones de conservación, Servicio Forestal, Parques Nacionales y de cualquier otra autoridad que tenga jurisdicción o administre la protección del terreno del Proyecto o adyacente a él.

Sección 109.) EJECUCION Y PROGRESO

109.01 Inicio y ejecución del Trabajo. Después de formalizado el contrato y antes de la entrega de la orden de proceder, se llevará a cabo una Reunión de Preconstrucción. Siete días antes de esa reunión el Contratista debe suministrar tres copias del programa preliminar de trabajo.

El propósito de dicha reunión es analizar y discutir los planos y especificaciones del Proyecto, condiciones especiales existentes en el campo, programa y plan de ejecución propuestos por el Contratista, tipo, cantidad y ubicación del equipo propuesto, relación de documentos contractuales, fuentes y requerimientos de personal, programa de mantenimiento del tráfico, seguridad del público y los trabajadores, canales de comunicación y cualquier otro tópico que el Contratante o el Contratista consideren conveniente de analizar para un mejor entendimiento entre ambas partes. Los acuerdos a que se llegue en la Reunión de Preconstrucción se asentarán en un documento escrito al cual se le dará el carácter de Addendum, con lo que pasará a formar parte del Contrato.

Después de una suspensión de obra, debe entregarse al Contratista la orden de reasumir el trabajo con por lo menos 24 horas de antelación.

109.02 Subcontratos. El Contratista no podrá subcontratar trabajos sin aprobación escrita del Contratante. Antes de que sea dada la conformidad para subcontratar alguna parte de la obra, el Contratista deberá presentar pruebas de que el subcontratista propuesto está completamente capacitado para ejecutar el trabajo.

Los Subcontratos no relevan al contratista de las obligaciones y responsabilidades estipuladas en el contrato y no crear ninguna relación contractual entre subcontratistas y Contratante. El contratista es responsable, por cualquier acción o falta de acción de los subcontratistas.

El Contratista deberá ejecutar con su propia organización obras contractuales por un valor no menor del 50 por ciento del Valor Original del Contrato. Cuando es subcontratado un rubro total de obra, por ejemplo, puentes, el valor total del trabajo subcontratado será computado usando los precios unitarios contractuales involucrados. Cuando el trabajo subcontratado solo es una parte de un renglón de pago, su valoración se basa en un porcentaje estimado del valor de dicho renglón, computado con la información que suministre el Contratista, sujeta a la aprobación del Contratante.

109.03 Determinación y extensión del tiempo del contrato. El número de días acordados para la construcción de la obra será el indicado en la Oferta y el Contrato. Este plazo incluirá un cierto número de días, señalado en las Especificaciones Especiales del Contrato, previsto para suspensiones del trabajo por causa de mal tiempo.

Durante la ejecución del Contrato el Contratante podrá conceder ampliaciones del plazo según se estipula a continuación:

1.- Ampliaciones por Concepto de Aumento de Cantidades. El plazo de entrega indicado en el Contrato tiene su fundamento en las cantidades originales. Si el cumplimiento satisfactorio del Contrato requiriese efectuar trabajos en mayores cantidades que las que se indicaron en el Cartel, el plazo del contrato concedido originalmente podrá ser aumentado en proporción a la cantidad del trabajo adicional, a la dificultad de su ejecución y a las disminuciones que puedan haber ocurrido en otros conceptos de trabajo.

En caso de que el Contratista encontrase imposible, por motivos fuera de su control, completar la obra dentro del plazo especificado en el Contrato o modificado de acuerdo con las disposiciones de este artículo, podrá en cualquier momento, antes del vencimiento del término vigente del Contrato, presentar al Ingeniero un escrito en que solicite la extensión del plazo, dando a conocer las razones y aportando las pruebas que, a su criterio, justifican esa extensión. No será válido como justificación el argumento de que el plazo contractual es muy corto.

Si el Contratante comprobase que una demora en el trabajo fue debida a condiciones fuera del control del Contratista, podrá ampliar el plazo hasta donde las circunstancias lo justifiquen. En este caso, el plazo extendido deberá quedar por completo en vigor y efecto como si fuese el plazo original.

En las extensiones del plazo sólo serán consideradas las demoras o modificaciones que afecten a las actividades críticas del Programa de Trabajo o que causen que ciertas actividades no críticas pasen a serlo. No se concederán extensiones de tiempo por demoras o modificaciones que hagan uso de las holguras disponibles en el tiempo de ejecución, según aparezcan en la lista de actividades del programa de trabajo requerido como parte del Contrato.

Para solicitar una extensión en el plazo de ejecución, el Contratista citará los artículos y cláusulas aplicables del Contrato. La solicitud será por escrito y deberá incluir, por lo menos, lo siguiente:

- a) Artículos y cláusulas del Contrato con base en las cuales se hace la solicitud.

- b) Descripción detallada de las razones para pedir el ajuste en el Plazo Contractual, incluyendo las siguientes:
- 1) Causa del aumento en el plazo de ejecución.
 - 2) Fecha en que se inició el atraso.
 - 3) Duración del atraso.
 - 4) Actividades afectadas.
 - 5) Métodos que se emplearán para compensar el atraso.
- c) Sugerencia de una nueva fecha para completar la obra o indicación del número de días adicionales, basados en los programas de construcción original y modificado.

Toda extensión en el plazo del contrato será formalizada por medio de una Orden de Cambio, en la cual se expondrán las razones que argumentadas por el Contratista y que el Contratante haya comprobado. Dicha Orden será firmada por el Contratista, el Ingeniero y el Director de la Unidad Ejecutora (o Coordinadora) del Proyecto, según corresponda.

Cuando la obra quede terminada y aceptada, cesará el cómputo diario del tiempo.

2.- Extensiones por Concepto de Lluvia. El Contratista no tendrá derecho a reclamar aumento del plazo contractual a causa de suspensiones ordenadas u obligadas por concepto de lluvia, si el número de días de atraso está dentro del margen previsto para esa causa de demora. El Contratante podrá extender el plazo si comprueba, por medio de registros de precipitación y la bitácora del proyecto, que el tiempo lluvioso excedió al estimado en las Especificaciones Especiales del Contrato. Para los fines de una extensión de esta naturaleza, se considerará como día de lluvia aquél en que, por razones de la precipitación pluvial o de humedad de los materiales, haya necesidad de suspender el trabajo, por lo menos, el 60% del personal y para más de cinco (5) horas normales de trabajo del equipo.

109.04. Incumplimiento para completar el trabajo dentro del tiempo. El Contratista indemnizará al Contratante los costos de los daños y perjuicios por cada día de demora que transcurra hasta que la obra quede terminada. El monto total por daños será liquidado en conformidad a la legislación vigente de cada país o conforme a las especificaciones especiales de cada proyecto, ante la ausencia de legislación nacional, o de su señalamiento en las especificaciones especiales, se aplicarán las sumas diarias indicadas en el siguiente cuadro:

Cuadro 109-1
Monto de la Indemnización por Daños y Perjuicios que pagará
el Contratista por cada día de demora en la terminación del Proyecto

Monto original del contrato		Multa diaria
De más de	Hasta e inclusive	
\$0	\$250.000	\$300
250.000	1.000.000	500
1.000.000	2.000.000	800
2.000.000	5.000.000	1.000
5.000.000	10.000.000	1.400
10.000.000	y más	2.100

La deducción de multa por daños y perjuicios será hecha, sin previo aviso, a partir de la fecha en que expire el plazo contractual original o ampliado.

Permitir al Contratista continuar y completar la obra o cualquier parte de ella, después de que el plazo contractual haya expirado, en modo alguno constituirá una dispensa al Contratante de cualesquiera de los derechos que le corresponden de acuerdo con el Contrato. La deducción que el Contratante haga al Contratista de las sumas por daños y perjuicios, no eliminará la posibilidad de aplicarle también las demás sanciones previstas en el Contrato.

109.05 Rescisión del Contrato.

109.05.01 Rescisión del Contrato por Incumplimiento del Contratista.

1.1) El Contratista viola el Contrato si:

- 1.1.1) No inicia los trabajos dentro del tiempo especificado en la orden de inicio;
- 1.1.2) No suministra suficientes trabajadores, equipo o materiales para garantizar una construcción satisfactoria dentro del plazo contractual;
- 1.1.3) Ejecuta el trabajo insatisfactoriamente o descuidadamente o rehusa remover y luego volver a construir obras o remover y reemplazar materiales rechazados por el Ingeniero como inacceptables;
- 1.1.4) Interrumpe el trabajo sin una orden de suspensión de parte del Ingeniero;

- 1.1.5) No reinicia el trabajo que haya sido suspendido, dentro de un período razonable de tiempo, después de recibir la orden del Ingeniero para hacerlo;
 - 1.1.6) No logra hacer avanzar las obras en conformidad con el Programa de Trabajo aprobado;
 - 1.1.7) Rehusa aceptar cualquier Orden de Cambio, emitida en conformidad con las disposiciones de estas Especificaciones;
 - 1.1.8) No cumple con todas las estipulaciones consignadas en estas Especificaciones;
 - 1.1.9) No obedece las órdenes del Ingeniero;
 - 1.1.10) Se transforma en insolvente o se declara en quiebra; y
 - 1.1.11) Efectúa cualquier acto que evidencie estado de quiebra o insolvencia.
- 1.2)** Si ocurre una violación del Contrato por parte del Contratista, el Contratante dará aviso por escrito a éste y a su Fiador o garante acerca de esa violación, especificando las razones y dando instrucciones sobre las acciones que deben ser tomadas. El Contratista y su garante tendrán diez (10) días, después del recibo de dicha notificación, para tomar las medidas correctivas de las condiciones que dieron lugar a la violación.
- 1.3)** Si el Contratista o su Fiador o garante, no procede dentro de ese plazo a efectuar las correcciones mencionadas, el Contratante tendrá plenos poderes y autoridad para efectuar cualquiera de las siguientes acciones.
- 1.3.1) Rescindir el Contrato y hacer efectiva la Fianza o Garantía de Cumplimiento (y de Pago, si hubieran reclamos de los proveedores); El Contratante tendrá la opción de tomar posesión y utilizar en la conclusión de la obra, los materiales, equipos, herramientas, dispositivos, campamentos e instalaciones existentes en el lugar de la obra, a los precios de Contrato y, en desconocimiento de éstos, a los precios que se convengan entre ambas partes. El Contratante podrá también tomar las acciones legales apropiadas en contra del Contratista.
 - 1.3.2) Eliminar al Contratista del Registro de Contratistas Precalificados por el período que el Contratante determine

1.3.3) Encargarse de continuar la construcción de toda o parte de la obra, sin la intervención del Contratista y sin que signifique violación o perjuicio del Contrato, siguiendo alguno de los siguientes procedimientos que más convenga a sus intereses:

a) Ejecutar el trabajo directamente o por contrato con un tercero. En este caso el Contratista podrá dejar a su personal y equipo en la obra y observar la ejecución, pero no tendrá derecho a impedir a nadie que obedezca las órdenes del Ingeniero. El Contratante podrá tomar posesión y hacer uso de parte o de todos los materiales existentes en el sitio de la obra y del equipo, campamento e instalaciones necesarias para la ejecución del trabajo o tomar las medidas que en opinión del Ingeniero, sean requeridas para concluirlo de una manera aceptable.

El tiempo seguirá siendo computable al Contratista durante todo período en que éste se encuentre en condiciones de violación del Contrato y la continuación de los trabajos esté a cargo directo del Contratante o de un segundo contratista. En este caso, si el tiempo resultante para la conclusión de la obra excede al plazo contractual, el Contratista original, o su fiador o garante, estará obligado a pagar los daños y perjuicios correspondientes. Durante tales períodos no se harán pagos al Contratista Original por el trabajo realizado, fuera de los que correspondan a materiales previamente existentes en el sitio de la obra y que fueran incorporados a ella.

La continuación del trabajo por parte del Contratante podrá ser detenida si el Contratista mostrara evidencias concluyentes de que está preparado y dispuesto a rectificar respecto a las causas que lo hicieron caer en violación, y de que está provisto de todos los medios necesarios para continuar los trabajos y completar la obra satisfactoriamente. El Contratista no tendrá derecho o fundamentos para reclamar por este procedimiento;

b) Entrar en arreglos con el Contratista para que , por medio de un Acuerdo Suplementario, se concluya cualquier parte de la obra en conformidad con los mismos términos y condiciones. En este caso, el Contrato Original quedará rescindido con respecto a los conceptos de obra que se incluyan en el Acuerdo Suplementario. El Contratista no recibirá ningún pago más sobre estos y tampoco ningún ajuste en sus precios unitarios. El Plazo Contractual para la conclusión de estos trabajos restantes será ajustado según las órdenes del Contratante. El Contratista no tendrá derecho o fundamentos para reclamar por este procedimiento.

Si la conclusión de la obra hecha directamente por el Contratante o por un tercero, mediante Acuerdo Suplementario, produjera un aumento en los costos establecidos en el Contrato Original, se hará la

deducción total de cualquier pago pendiente de hacer o dinero que se le llegue a deber al Contratista Original. Si dichos costos excedieran la suma que pueda debérsele al Contratista Original, éste y su fiador o garante deberán pagar al Contratante la diferencia. Si la ejecución de los trabajos por parte del Contratante condujera a una reducción en los costos, el Contratista no tendrá derecho a reclamar ninguna utilidad como resultado de dicha reducción;

- 1.4)** El Contrato será rescindido sin que el Contratista tenga derecho a reclamo alguno por daños y perjuicios, si:
- 1.4.1) Quiebra o llega a un estado de suspensión de pagos, a menos que el Contratante aprobara la resolución de un Funcionario Judicial que autorize al Contratista para continuar su contrato;
 - 1.4.2) El Contratista queda bajo liquidación judicial y sin autorización para continuar sus actividades empresariales;
 - 1.4.3) El Contratista muere, excepto si el Contratante aprueba una solicitud de sus herederos legales para continuar los trabajos.
- 1.5)** Sea que el derecho del Contratista a continuar con la obra sea rescindido o no, él y sus fiadores o garantes serán responsables y estarán sujetos al pago de los daños y perjuicios que sufra el Contratante como resultado de la negativa o incapacidad del Contratista para completar satisfactoriamente el trabajo dentro del Plazo Contractual.
- 1.6)** En caso de que Contratante suspendiera al Contratista el derecho de proseguir con la ejecución de la obra, la liquidación del Contrato será hecha conforme a lo establecido en este mismo artículo, Cláusula 2, incisos del 2.1 al 2.9.
- 1.7)** El derecho del Contratista a continuar los trabajos no será rescindido ni se le cobrarán daños y perjuicios, si:
- 1.7.1) La demora en la terminación de las obras proviene de causas imprevisibles, fuera del control del Contratista, y sin culpa ni negligencia de su parte, incluyendo entre ellas, casos fortuitos, fuerza mayor y actos del Contratante, ya en el ejercicio de su soberanía o en la de su capacidad contractual; y
 - 1.7.2) El Contratista, dentro de los 10 días de iniciada una interrupción de esta naturaleza (a menos que el Ingeniero conceda un período adicional que debe concluir antes de la fecha del pago final del Contrato), notificara por escrito al Ingeniero las causas de tal interrupción.

El Ingeniero investigará los hechos, determinará la magnitud de la demora y concederá la extensión del Plazo del Contrato cuando, a su juicio, los resultados de la investigación de los hechos la justifiquen. El resultado de su investigación será final y concluyente para ambas partes, sujeto a apelación solamente en lo previsto en el Artículo 106.18 de estas CGC.

109.05.02 Rescisión del contrato por conveniencia del contratante.

2.1) El Contratante se reserva el derecho de rescindir el Contrato, o parte de él, en cualquier oportunidad, mediante notificación escrita dirigida al Contratista, indicando los motivos de dicha rescisión, que podrá provenir de una emergencia nacional o por fuerza mayor.

La rescisión se hará en la forma y de acuerdo con la información que se dé en la notificación y no invalidará ningún reclamo anterior que el Contratante tuviere contra el Contratista.

2.2) Al recibir dicha notificación, a menos que el Contratante se lo indique de otra manera, el Contratista deberá:

2.2.1) Suspender los trabajos bajo contrato, o la parte de ellos objeto de la rescisión, en la fecha indicada en la notificación;

2.2.2) Anular pedidos de materiales, maquinarias, herramientas y otros suministros hechos en relación con las obras suspendidas;

2.2.3) Rescindir todos los subcontratos y arreglos por servicios para las obras suspendidas;

2.2.4) Transferir al Contratante, de la manera, en la oportunidad y en el grado que éste indique, todos los derechos, títulos e intereses del Contratista sobre los pedidos, subcontratos y arreglos así anulados, en cuyo caso el Contratante tendrá el derecho, a su propia discreción, de arreglar o pagar algunos o todos los reclamos que resultaren de dichas anulaciones;

2.2.5) Liquidar todas las obligaciones pendientes y todos los reclamos resultantes de la anulación de pedidos, subcontratos y arreglos, con la aprobación o ratificación del Contratante, hasta el grado en que éste lo requiera. Esta ratificación será definitiva para todos los propósitos de este artículo;

2.2.6) Transferir títulos al Contratante y entregarle, en la forma, fecha y grado, si los hubiere, indicados por el Contratante, de: (a) elementos fabricados o no fabricados, trabajos concluidos, suministros y otros materiales producidos como partes del trabajo suspendido por la nota de rescisión

del Contrato o relacionados con dicho trabajo, y (b) planos, dibujos, información y toda obra acabada, o parcialmente acabada que, de haber sido concluidas todas las obras bajo contrato, habrían sido propiedad del Contratante;

- 2.2.7) Esforzarse para vender, en la forma, oportunidad y al grado y precio indicados o autorizados por el Contratante, todo elemento de los tipos a que se refiere el inciso 2.2.6), siempre y cuando el Contratista (a) no sea obligado a conceder crédito a ningún comprador y (b) pueda adquirir cualquiera de dichos elementos bajo las condiciones prescritas y a precios aprobados por el Contratante. El producto de tal transferencia o adquisición deberá ser aplicado a cuenta de pagos que el Contratante tuviera que hacer al Contratista con fundamento en este Contrato o transferido en cualquier otra forma que indique el Contratista.
 - 2.2.8) Completar los trabajos que no hubiesen sido incluidos en la nota de rescisión del Contrato;
 - 2.2.9) Tomar todas las medidas necesarias, o que el Contratante indique, para proteger y conservar la propiedad relacionada con el Contrato, que esté en posesión del Contratista y sobre la cual el Contratante tenga o pueda adquirir algún derecho.
- 2.3)** Al ser rescindido el Contrato por conveniencia del Contratante, éste reembolsará al Contratista todos los gastos en que razonablemente y de buena fe haya incurrido en la ejecución de los trabajos considerados en el Contrato y que no hayan sido reembolsados dentro de algunos de los conceptos de pago. La misma disposición se aplicará a los gastos en que incurra el Contratista después de la fecha de rescisión del Contrato como consecuencia de la rescisión.

Las compensaciones a que tenga derecho el Contratista, de acuerdo con este artículo, serán liquidadas de la siguiente manera:

- 2.3.1) Con el monto de las obras terminadas satisfactoriamente en la fecha en que fue efectiva la rescisión, pagadas a los precios unitarios del Contrato, incluyendo el diez por ciento (10%) de retención;
- 2.3.2) Si el Contrato incluye pago de gastos de Movilización, no le será pagado el total de estos gastos sino lo que corresponde a transporte del equipo al sitio del trabajo y a desmovilización hasta guardarlo en su propio plantel. Además, se pagarán al Contratista los gastos en que haya realmente incurrido en materiales y mano de obra para la instalación de campamentos, talleres y demás instalaciones requeridas para la construcción de las obras. Estas instalaciones pasarán a ser propiedad del Contratante. Todos los gastos deberán ser justificados satisfactoriamente mediante documentación aceptable. En caso de que

ellos excedan al monto establecido para el concepto de Movilización, se pagará, como máximo, el que aparece en el Pliego de Licitación y, de la diferencia en exceso, se abonará al Contratista la fracción que corresponda proporcionalmente a la parte no ejecutada del Contrato;

- 2.3.3) El costo de los materiales comprados u ordenados por el Contratista antes de recibir la nota de rescisión, para ser incorporados en la obra o utilizados en la construcción, previa presentación de las facturas y gastos de transporte y la compensación de los reclamos resultantes de la rescisión que hayan sido aceptados;
- 2.3.4) Los costos inevitables en que haya incurrido el Contratista por el retiro del personal a partir de la fecha de la rescisión del Contrato. Para el personal local, se reconocerán las indemnizaciones a que tenga derecho según la Ley. Para el personal extranjero serán reconocidas las indemnizaciones fijadas por la Ley más los gastos de repatriación, si hay evidencia documental de que estos últimos fueron costeados por el Contratista;
- 2.3.5) Los trabajos preparatorios ya realizados, serán compensados de acuerdo con lo ya convenido entre el Contratante y el Contratista;
- 2.3.6) El pago de salario, prestaciones e indemnizaciones legales para el personal directivo y personal auxiliar necesario para preparar las cuentas finales del Proyecto;
- 2.3.7) No será reconocido ni se efectuarán pagos por lucro cesante.

109.06 Rescisión del contrato por conveniencia del contratista. El Contratista podrá solicitar por escrito la rescisión del Contrato por cualquiera de las siguientes razones:

- 3.1) Atraso de noventa (90) días en el pago del avance mensual después de su fecha de aprobación por el Contratante; y.
- 3.2) Como consecuencia de la suspensión de los trabajos por el Contratante, por más de seis (6) meses.

La liquidación final será hecha en conformidad a las estipulaciones de la Cláusula 2 de este mismo artículo.

109.07 Orden de suspensión de los trabajos.

- 1) El Ingeniero podrá ordenar al Contratista, por escrito, la suspensión, aplazamiento o interrupción de toda o de una parte de las operaciones

constructivas durante el período de tiempo que él considere pertinente, si así conviene, con las limitaciones estipuladas en estas Especificaciones.

2) En caso de que la ejecución de toda o alguna parte de la obra fuese suspendida, demorada o interrumpida durante un período excesivo de tiempo, por indicación directa del Contratante, o por lentitud o falta de actuación de éste dentro del tiempo estipulado o, en su defecto, dentro de un lapso razonable, se podrá hacer un ajuste en los precios unitarios contractuales (sin incluir utilidad) o en el Plazo Contractual, o en ambos, si el Contratista demuestra que, por causa de la suspensión, hubo un aumento en el costo o en el tiempo de ejecución o en ambos. No obstante, no se hará ajuste alguno si :

2.1) El trabajo hubiera sido suspendido, demorado o interrumpido por culpabilidad o negligencia del Contratista; o

2.2) Se hubiera estipulado un arreglo equitativo que estuviera incluido bajo alguna otra disposición del Contrato.

3) Ningún reclamo podrá ser presentado o aceptado según este artículo, que resultase de alguna de las siguientes razones:

3.1) Por gastos que se hayan producido antes de 15 días de la fecha de presentación por escrito de la comunicación correspondiente, por parte del Contratista, al Ingeniero, sobre la acción u omisión objeto de reclamo;

3.2) Si el reclamo, que debe presentarse tan pronto como sea posible después de la terminación de tal suspensión, atraso o interrupción, es presentado con posterioridad a la fecha del pago final a que se refiere el Artículo 110.08 de estas CGC.

3.3) Si el reclamo tiene su origen en una orden de suspensión debidamente fundamentada.

4) Además, el Contratante podrá, por orden escrita (Directiva), suspender la ejecución de la obra, total o parcialmente, por los períodos que juzgue necesarios, por las razones siguientes:

4.1) A causa de condiciones de tiempo o la aparición de suelos que considere inapropiados para la continuación de la obra; o

4.2) Porque el Contratista:

4.2.1) No haya corregido condiciones que inseguras para los obreros o el público; o

4.2.2) No haya cumplido con alguna otra disposición del Contrato.

El cese de trabajo en algunos de los conceptos del Proyecto, será considerado como "Suspensión Parcial". El cese de trabajo en todos los conceptos será considerado como "Suspensión Total". Durante el período de suspensión total podrán ser efectuados trabajos de emergencia que fueren ordenados por el Ingeniero para dar facilidades a la circulación del tráfico y operaciones menores que no sean afectadas por la suspensión o no estén relacionadas con ella, si lo permite el Ingeniero.

Todo ajuste en el Plazo del Contrato por suspensión del trabajo será efectuado conforme a las Secciones correspondientes de estas Especificaciones.

No se hará ningún ajuste en el Valor del Contrato por suspensiones de trabajo ordenadas con fundamento en los inciso (4.1) y (4.2) de este artículo.

5) En todo caso de suspensión por conveniencia del Contratante, y no por otra causa, el ajuste por aumento en los costos del Contratista en la ejecución de las obras consideradas en este Contrato, será avaluado en la forma siguiente:

5.1) El Contratante pagará al Contratista el valor de los salarios del personal que permanezca sin trabajar por causa exclusiva de la orden de suspensión y que haya sido contratado específicamente para la operación afectada por dicha suspensión, más el valor de las prestaciones sociales legales. Además, el Contratista recibirá una suma igual al 20% de la compensación total por mano de obra, calculada como se acaba de indicar;

5.2) El Contratante pagará al Contratista por toda maquinaria o equipo especial, exceptuando herramientas pequeñas, cuyo uso haya sido autorizado por el Ingeniero para ese trabajo en particular y esté en el lugar de la obra en buenas condiciones de operación el 12% de las tarifas detalladas en la oferta.

5.3) En caso de que la suspensión por conveniencia del Contratante se extienda por más de 30 días, el Contratante, a su discreción, podrá ordenar al Contratista el retiro de la cantidad de personal que estime conveniente y permitirle el uso en otros trabajos, del personal restante y de la maquinaria y equipo, si esto fuera factible, en cuyo caso no se le reconocerá al Contratista pago adicional alguno por el personal y equipo usados en esos otros trabajos. El Contratista tendrá derecho a que se le reconozcan los costos del retiro de personal, de acuerdo con la Ley.

109.08 Fuerza Mayor.- Se entenderá como fuerza mayor, todo evento cuya ocurrencia esté fuera del control y responsabilidad del Contratista o sus empleados, entre los cuales, sin limitarse a ellos están los desastres naturales como terremotos, erupciones volcánicas, marejadas, inundaciones, tornados, huracanes e incendios; los actos de enemigos públicos, acciones de guerra, rebelión, insurrección, motines, asonadas, huelgas, embargos de carga,

epidemias, restricciones por cuarentenas, suspensiones del transporte de materiales, condiciones climatológicas excepcionalmente rigurosas, y acciones del Contratante en el ejercicio de su soberanía o en el de su capacidad contractual.

Cuando en opinión del Contratista existan condiciones de fuerza mayor, deberá notificar por escrito al Ingeniero dentro de los diez (10) días siguientes a la ocurrencia de las causas de tales condiciones. El Ingeniero hará las investigaciones y contestará por escrito, informando al Contratista si está de acuerdo o no sobre la existencia de tales condiciones de fuerza mayor.

Si el Contratante no está de acuerdo con que se han producido condiciones de fuerza mayor, dará a conocer al Contratista, por escrito y con todos los detalles, las razones que respaldan tal decisión y le ordenará continuar los trabajos de acuerdo con los términos y condiciones del Contrato.

Si el Contratante concuerda con el Contratista en la ocurrencia de condiciones de fuerza mayor, los trabajos serán inmediatamente suspendidos y serán aplicables las disposiciones pertinentes de estas Especificaciones, mientras duren dichas condiciones.

En este caso:

- a) El Contratista podrá remover su personal, herramientas, equipo y materiales del lugar de la obra y llevarlos a lugar seguro;
- b) El Contratista no será responsable por los daños que sufra la obra, a menos que ellos sean el resultado de descuido o falta de supervisión y control adecuados;
- c) El Contratista quedará libre de la responsabilidad del mantenimiento de la obra, mientras duren las condiciones mencionadas.

109.09 Finiquito del contrato.

Se considerará que el Contratista ha cumplido con el Contrato cuando toda la obra haya sido completada y aceptada de acuerdo con las disposiciones de la Sección 109.09 de estas Especificaciones. La fecha de aprobación por parte de la OC del Pago Final, será considerada como la fecha de liquidación del Contrato. Este acto no excluye que se tome en consideración algún reclamo que el Contratista presente en el futuro, si el Contratista hubiera dejado a salvo ese derecho en constancia asentada en la estimación del Pago Final.

Sección 110.) MEDICIÓN Y PAGO

110.01 Métodos de medición. Todas las mediciones del contrato deben ser hechas en conformidad con el Sistema Internacional de Unidades, ASTM E 380.

A menos que fuera especificado de otra manera, la medición debe hacerse cuando el trabajo haya sido terminado y aceptado. Debe medirse el trabajo realmente ejecutado, con la excepción de que no debe tomarse en cuenta, para efectos de pago, el trabajo hecho fuera de los límites del diseño, o de otros límites fijados por el Ingeniero (límites señalados con estacas). Las estructuras deben medirse conforme a las líneas netas mostradas en los planos o ajustadas a las condiciones del terreno con la aceptación del Ingeniero.

La subdivisión de medición de cada sección puntualiza los detalles y excepciones para el cálculo del trabajo a pagar bajo cada renglón.

La oficina contratante verificará las medidas tomadas por el contratista.

110.02 Unidades de medición y definiciones. A menos de que en otra parte sea indicado de manera diferente, las definiciones de estos términos son:

(a) Cantidades del Contrato. Las cantidades a ser pagadas bajo los renglones del contrato son las indicadas en el formulario de la propuesta. Las cantidades que aparecen en el contrato serán ajustadas si se producen cambios autorizados que las afecten, o debido a errores incurridos en el cálculo de tales cantidades. Si hay evidencia de que una cantidad del contrato es incorrecta, deben realizarse cálculos, dibujos u otras acciones, que demuestren que la cantidad es errónea y ajustarse ésta por escrito, conforme a las estipulaciones del contrato.

(b) La siguiente es una relación de las unidades de obra que se someten a medición

(1) Metro Cúbico Medido en Sitio. Los volúmenes sólidos deben medirse por un método aprobado por la Oficina Contratante o por el método del área final promedio, como sigue:

(a) Deben tomarse secciones transversales del terreno original a efecto de compararlas con la plantilla de diseño, o la señalada por las estacas, para determinar las áreas finales. No debe medirse el trabajo realizado fuera de las líneas o taludes establecidos.

(b) Si cualquier porción del trabajo es aceptable pero no está terminada de conformidad con las líneas y taludes fijados, deben volverse a tomar secciones transversales de esa porción del trabajo para hacer los ajustes de cantidades procedentes. Debe restarse cualquier cantidad fuera de los límites del diseño o del terreno.

(c) Deben calcularse los volúmenes usando el promedio de las áreas extremas multiplicado por la distancia horizontal a lo largo de la línea centro, o de la línea de referencia entre las áreas extremas. Debe deducirse cualquier cantidad fuera de los límites del diseño o de las estacas.

(2) **Metro Cúbico Medido en el Vehículo de Acarreo.** El volumen en metros cúbicos en el vehículo de acarreo debe medirse tomando dimensiones tridimensionales en el punto de entrega. Debe estamparse en la carrocería de los vehículos una marca legible que establezca la capacidad de los vehículos, de manera que los volúmenes reales sean comprobados prontamente y con precisión. Antes de usarse en el proyecto, el Ingeniero y el Contratista deben ponerse de acuerdo por escrito en cuanto al volumen de material que acarrea cada vehículo. Vehículos que lleven menos material que el volumen acordado, se rechazarán o se aceptarán con el volumen reducido.

Deben nivelarse cargas seleccionadas. Si la nivelación revela que el vehículo acarrea menos material que el volumen aceptado, debe reducirse la cantidad de todo el material recibido desde la última carga nivelada en la misma proporción en que el volumen real de la carga nivelada es al volumen acordado. No se hará pago por material en exceso al volumen acordado.

El material que contiene el vehículo de acarreo puede ser pesado y convertido a metros cúbicos para propósitos de pago si ambas partes están de acuerdo por escrito en el factor de conversión.

(3) **Metro Cúbico Medido en la Estructura.** Medido según las líneas netas de la estructura mostradas en los planos, excepto los ajustes hechas por la OC como consecuencia de las condiciones encontradas en el campo. No debe hacerse ninguna deducción por el volumen ocupado por el acero de refuerzo, anclajes, agujeros de drenaje o ductos menores de 200 milímetros en diámetro.

(4) **Metro Cúbico Medido con Cinta.** Debe usarse un sistema de medición aceptado.

(a) **Cada Uno.** Se determinará el número real de unidades completadas y aceptadas.

(b) Hectárea (ha). 10 000 metros cuadrados. Las medidas longitudinales y transversales para el cálculo de áreas deben hacerse horizontalmente a menos que se especifique que se harán sobre la superficie del terreno. No deben hacerse deducciones del cálculo del área por detalles individuales que tengan una área de 50 metros cuadrados o menos.

(c) Tiempo. La medición se hará por el número real de horas ordenadas por el Ingeniero y ejecutadas por el Contratista.

(d) Kilogramo (kg). 1000 gramos. La medida debe hacerse en conformidad con la Subdivisión 109.03. Si se suministra material ensacado o empaquetado, puede usarse el peso neto tal como fue empacado por el fabricante.

(e) Kilómetro (km). 1000 metros. La medida debe hacerse a lo largo de la línea de centro de la carretera, camino de acceso o rampa.

(f) Litro (L). La cantidad debe ser medida por cualquier de los métodos siguientes:

- (1) Recipiente del volumen comprobado.
- (2) Volumen medido, usando un sistema de medición aceptado.
- (3) Volúmenes empacados comercialmente.

Los volúmenes de material asfáltico serán medidos a 15,6°C (60°F), o corregidos al volumen equivalente a esa temperatura, usando el método ASTM D 1250, por medio de la siguiente fórmula:

$$\frac{\text{Litros a } A^{\circ}\text{C}}{\text{Litros a } 15,6^{\circ}\text{C}} = \frac{\text{Litros a } 15,6^{\circ}\text{C}}{1 + 0.0045 (A^{\circ}\text{C} - 15,6^{\circ}\text{C})}$$

en donde A°C es la temperatura del material en el momento de ser medido su volumen.

(g) Suma Global. No es necesario hacer una medición directa. La cantidad indicada en la oferta corresponde al pago total por todo el trabajo descrito en el contrato, necesario para completar ese renglón. Se designa la cantidad como "total." Las cantidades estimadas para el trabajo a "suma global", mostradas en el contrato, son aproximadas.

(h) Metro. Medición de extremo a extremo paralela a la base o fundación que está siendo medida.

(i) Tonelada Métrica (t). 1000 kilogramos. Medida de acuerdo con la Subdivisión 109.03.

(j) No se hará ningún ajuste a un precio unitario del contrato como consecuencia de variaciones en las cantidades debidas a diferencias en la gravedad específica o contenido de humedad.

(k) Los pesos netos medidos en la báscula de despacho, o los pesos determinados con base en volúmenes certificados en caso de embarques de ferrocarril, serán usados como base de medición, sujetos a corrección por pérdida del material bituminoso en el furgón o distribuidor, desperdiciado en el transporte o trasiego, o de alguna otra forma dejado de usarse en la obra.

(l) Cuando el asfalto emulsificado se convierte de volumen a peso, debe usarse un factor de 1000 litros por tonelada métrica, sin importar la temperatura.

(m) Cuando el cemento asfáltico para pavimentos de concreto asfáltico es almacenado en tanques dedicados exclusivamente al proyecto, las cantidades base serán las consignadas en las facturas. Cuando este cemento no es almacenado en tanques dedicados exclusivamente al proyecto, o cuando la validez de la cantidad requerida para pago está en duda, las cantidades base para el contenido de asfalto serán determinadas mediante ensayos de laboratorio.

(n) Metro Cuadrado (m²). Medida hecha en un plano paralelo a la superficie sujeta a medición. No debe hacerse ninguna deducción en el área calculada debido a existencia de instalaciones individuales que tengan un área de 1 metro cuadrado o menos.

110.03 Procedimientos y Aparatos de Pesado. Cuando se suministre o mida material que es pagado por peso, el contratista debe suplir lo siguiente:

Sistema de Pesaje Comercial. Para los suministros de los proveedores, deben usarse balanzas comerciales certificadas, instaladas permanentemente en los lugares de despacho de los materiales.

(a) Facturas. Si material a granel es enviado por camión o ferrocarril, y no se procesa en una planta de mezclado del contratista, éste debe suministrar la factura del proveedor con el peso neto, o el volumen convertido a peso. Se requerirá un chequeo periódico del peso.

(b) Sistema de Pesaje del Proyecto. Deben suministrarse, instalarse y mantenerse balanzas automáticas digitales aceptables. Deben

proporcionarse balanzas que registren el peso (masa) por lo menos con una precisión de 50 kilogramos. Debe mantenerse la exactitud de la balanza dentro del 0,5 por ciento del peso correcto en todo el rango de uso.

No deben usarse balanzas de resorte.

Deben instalarse y mantenerse balanzas de plataforma el nivel de la plataforma nivelado con cabezas rígidas en cada extremo. La plataforma debe ser de longitud suficiente para permitir el pesaje simultáneo de todos los ejes cargados del vehículo de acarreo. Los vehículos de acople pueden ser pesados separadamente o juntos, conforme a la Sección 2.20 párrafo UR 3.3 del manual NIST 44.

Si se instalan y mantienen balanzas de faja transportadora deben estar conformes a lo establecido en la Sección 2.21 del manual NIST 44.

Antes del inicio de la producción en el proyecto, después de una reubicación del equipo y por lo menos una vez por año, debe certificarse el sistema de pesado por la Oficina Estatal de Pesos y Medidas o por un servicio de balanzas privado certificado por el mismo ente. El sistema debe sellarse una vez calibrado para prevenir manipulaciones u otros ajustes después de la certificación.

Debe instalarse una impresor automática a las balanza en el momento de su programación, o equiparse de otra manera satisfactoria, para prevenir errores manuales en la información de los pesos consignados. Para las cantidades por peso a pagar, debe programarse la impresora a efecto de que proporcione en cada pesada la información siguiente:

- (1) Número del proyecto
- (2) Número del renglón de pago y descripción del mismo
- (3) Fecha
- (4) Hora
- (5) Número de comprobante
- (6) Número de la unidad de acarreo
- (7) Peso neto de la carga, con una precisión de por lo menos 50 kilogramos
- (8) Subtotal del peso neto para cada unidad de acarreo desde el inicio del turno
- (9) Peso neto total acumulado para todas las unidades de acarreo desde el inicio del turno

Si funciona mal o sale de operación la impresora de la balanza, el contratista puede registrar manualmente las pesadas por un término de hasta 48 horas, asegurándose que el método de pesado cumple con todos los otros requisitos del contrato.

Deben suministrarse operadores competentes para operar el sistema de pesaje.

Cuando se usan balanzas de plataforma, deben pesarse al azar unidades de acarreo vacías por lo menos dos veces por turno.

Debe utilizarse un formato aprobado para los registros del peso. Al final de cada turno debe suministrarse el registro original y una certificación escrita relativa a la exactitud de las pesadas.

El peso de una tanda de mezcla puede ser aceptable para la determinación de las cantidades a pagar cuando existe un sistema automático aprobado de pesado, mezclado y monitoreo, incluido como parte de la planta productora de mezcla.

Cuando se determina que un mecanismo de pesado indica una cantidad menor que el peso verdadero, no se hará ningún pago adicional por material previamente pesado y registrado. Cuando se determine que un dispositivo de pesaje indica un peso mayor al verdadero, todo el material recibido después del último peso correctamente medido conforme a un ensayo de exactitud, será reducido por el porcentaje de error cuando exceda el 0,5 por ciento.

110.04 Procedimientos de Recepción. Cuando el método de medición requiere pesada o medida del volumen en el vehículo de acarreo, debe suplirse una persona para dirigir la extensión y distribución del material y registrar la localización y colocación del material en el proyecto. Durante la colocación debe mantenerse un registro de cada entrega y documentarla en una manera aceptable. Debe incluirse la información siguiente como sea aplicable:

- (a) Identificación del Proyecto
- (b) Renglón de pago del contrato y descripción
- (c) Lugar donde fue colocado
- (d) Fecha
- (e) Número de la boleta
- (f) Identificación del vehículo de acarreo
- (g) Tiempo de llegada
- (h) Peso o volumen
- (i) Firma de la persona que recibe

Debe usarse un formato aprobado para el registro de las entrega(s). Debe suministrarse el registro original (s) y una certificación escrita de las entregas del material al final de cada turno.

110.05 Alcance del pago. El pago por todo el trabajo del contrato es efectuado, directamente o indirectamente, mediante los renglones que se indican en el Cartel de la Licitación, como sigue:

- (a) **Pago Directo.** Se realiza pago directamente dentro de un renglón de pago mostrado en el Cartel en los siguientes casos:

- (1) Si la medición del trabajo se lleva a cabo de acuerdo con la subdivisión de medida de la sección mediante la cual se ordenó este trabajo y el cartel de la oferta contiene un renglón de pago para él en la sección correspondiente.
- (2) Si la subdivisión de medida de la sección según la cual se ordenó el trabajo hace referencia a otra Sección para efectos de medir el trabajo, y el Cartel contiene un renglón de pago para el trabajo de la sección referida.

(b) Pago Indirecto. El trabajo para el que no se prevé pago directo es una obligación subsidiaria del contratista. La retribución por tal labor se incluye indirectamente bajo otros artículos de pago mostrados en el Cartel. Esto incluye casos en que la sección mediante la cual se ordena el trabajo hace referencia a otra sección para su ejecución y éste no es señalado para pago en la subdivisión de medida en esta sección.

La compensación proporcionada por los artículos de pago incluidos en el contrato corresponde al pago total para todo el trabajo por realizar según aquel, de una manera completa y aceptable. Todo riesgo, pérdida, daño o gasto que sobrevengan fuera de la naturaleza o ejecución del trabajo, está incluido en la compensación otorgada para los renglones de pago del contrato.

El trabajo medido y pagado bajo un renglón de pago determinado no se pagará bajo ningún otro renglón.

Las cantidades incluidas en el Cartel son aproximadas, a menos de que hayan sido designadas como una cantidad fija del contrato. Las cantidades de pago están limitadas a las cantidades señaladas por estacas, ordenadas o por otro medio autorizado antes de la ejecución del trabajo. El pago será realizado para las cantidades reales del contrato realizadas y aceptadas, o para el material suministrado de acuerdo al contrato. No se efectuará pago por trabajo llevado a cabo en exceso sobre el indicado por las estacas, o el ordenado o autorizado.

110.06 Compensación por cantidades modificadas, por condiciones que difieran en el terreno y por cambios. En este caso se harán ajustes de precios por cambios, a los precios acordados en la Orden de Modificación del contrato que autoriza el cambio en la obra. Si no se puede llegar a acuerdo en los precios, el Contratante puede: 1) emitir una Orden de Modificación que ordene al contratista proceder con el trabajo, ya sea con pago y/o extensión de tiempo razonables, con un ajuste equitativo a ser determinado mas tarde, o 2) ordenar que se realice la labor sobre una base de trabajo a costo más porcentaje, de acuerdo con las provisiones siguientes dentro de las cuales el pago por trabajo realizado y mano de obra o materiales suministrados, retribuidos con base en costo más porcentaje, se hará de la siguiente forma:

(a) Mano de Obra.

- (1) Salarios. Por cada uno de los obreros y capataces empleados en operaciones específicas, el contratista recibirá el pago correspondiente del salario, más los gastos de subsistencia y costos de viaje que se acuerden por escrito antes de comenzar la obra, por todo el tiempo que dichos obreros y capataces estén efectivamente ocupados en tal trabajo y requieren ser pagados específicamente para ese propósito. Las tarifas de salarios acordadas no serán superiores a las tarifas que se paguen por trabajos dentro de la obra.
- (2) Costos de Nómina. El Contratista recibirá compensación por todos los cargos sobre su nómina, primas por seguros y beneficios de empleo, generalmente aplicables a los empleados en proporción a los salarios pagados anteriormente. Cuando se establece un porcentaje fijo en las especificaciones especiales del contrato, la cantidad de compensación será la resultante del porcentaje fijo y el costo real de los salarios que se paguen, excluyendo los beneficios marginales. Los beneficios marginales serán reembolsados por separado y en adición al porcentaje fijo. Cuando no se establece un porcentaje fijo en las especificaciones especiales del contrato, la compensación será la cantidad real pagada por el Contratista por estas partidas.
- (3) Compensación Adicional: El Contratista también recibirá una compensación adicional equivalente al 25 por ciento de los salarios y costos de nómina estipulados anteriormente en (1) y (2).

(b) Materiales. Por los materiales entregados y aceptados en la obra, el Contratista recibirá el costo efectivo de dichos materiales, incluyendo los gastos de transporte y excluyendo el alquiler de maquinaria según lo expuesto más adelante, a cuyo costo se añadirá un 15 por ciento.

(c) Equipo. Por cualquier maquinaria o equipo especial (excepto herramientas pequeñas), cuyo uso haya sido autorizado, se pagarán al Contratista las tarifas de alquiler, gastos generales y ganancia que se hubiesen acordado por escrito antes de comenzar tal trabajo, excepto cuando las tarifas de alquiler de equipo estén establecidas en las disposiciones especiales del contrato. Se efectuará el pago por el número real de horas que el equipo esté en operación en la obra, incluyendo costo de combustible y lubricantes.

Los gastos de transporte de equipo, hasta y desde el lugar de la obra, le serán pagados al Contratante sujetos a que, (1) el equipo sea obtenido del lugar más cercano aprobado, (2) los gastos por la devolución no sean mayores que los de la recepción, (3) las tarifas de acarreo no excedan las

tarifas establecidas por transportadores autorizados, y (4) que tales gastos estén restringidos a las unidades de equipo que no se encuentren ya disponibles en o cerca del proyecto.

Cuando el equipo haya sido pedido para que permanezca en la obra en calidad de espera, se pagarán tarifas de medio tiempo por la espera durante las horas normales de trabajo, sin exceder 8 horas en un período de 24.

Todo el equipo usado deberá encontrarse en buenas condiciones de funcionamiento. No se añadirá ningún porcentaje a las tarifas de ni se pagará compensación adicional por reparaciones que el equipo pudiera requerir.

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

(e) Subcontratación. Como compensación de gastos administrativos relacionados con trabajos subcontratados aprobados, el Contratista recibirá un 5 por ciento del costo total de dichos trabajos, calculado como se establece anteriormente.

(f) Registros. Cuando se ordene un trabajo con base en costo más porcentaje, el Contratista y el Contratante deberán comparar sus registros al final de cada día. Se harán copias de dichos registros en formularios adecuados proporcionados por el Contratante para este propósito, y serán firmadas por ambos, el Ingeniero y el representante del Contratista, guardando cada parte su copia correspondiente.

(g) Informes. No se hará ningún pago por concepto de trabajos realizados con base en costo más porcentaje mientras los registros firmados, exigidos en detalle como sigue, no hayan sido preparados:

- (1)** Nombre, clasificación, fecha, horas diarias, total de horas, tarifa y cálculo para cada obrero y supervisor.
- (2)** Designación, fechas, horas diarias, total de horas, tarifa de alquiler y cálculo, para cada unidad de maquinaria y equipo.
- (3)** Cantidades de materiales con sus precios y cálculos.
- (4)** Costo de transporte de materiales.
- (5)** Costo de impuestos sobre la mano de obra, primas por seguros y beneficios a los empleados, si no se ha señalado un porcentaje fijo en los requisitos especiales del contrato.

Los informes deberán ser acompañados y justificados por facturas de todos los materiales usados y los costos de acarreo. Sin embargo, si los materiales usados con base en costo más porcentaje, no son adquiridos

específicamente para dicho trabajo, sino tomados de las existencias del Contratista, en lugar de facturas el Contratista presentará una declaración jurada en que declare que dichos materiales fueron obtenidos de su almacén, que la cantidad declarada se usó efectivamente, y que el precio y flete reclamados representan su costo verdadero.

(h) Pago. El pago por trabajo autorizado realizado de acuerdo con esta Subsección, será incluido en los pagos regulares en progreso. Las cantidades a ser pagadas se basarán en los registros diarios autorizados del trabajo realizado y en los informes del Contratista sobre costos, según se requiere en los puntos (f) y (g) arriba mencionados.

El pago adicional, basado en el porcentaje establecido en los puntos (a) y (b), constituirá la compensación total por todas las partidas de gastos no indicados específicamente.

110.07 Partidas eliminadas. Cuando partidas incluidas en el contrato resulten innecesarias para la debida terminación de la obra, el Ingeniero podrá eliminarlas mediante orden escrita. Tal acción no invalidará en ninguna forma el contrato vigente.

Cuando esas partidas individuales de pago sean eliminadas, el Contratista será compensado por todos los costos directos ocurridos antes de la fecha de cancelación de ese trabajo. La utilidad y los gastos generales de esos costos directos serán incluidos en la compensación, pero el pago no incluirá ninguna asignación por ganancias y gastos generales anticipados. Tampoco se harán ajustes en la duración del contrato cuando esas partidas individuales sean eliminadas.

110.08 Pagos de avance. Los pagos de avance se harán mensualmente, de acuerdo a las cláusulas correspondientes del contrato, excepto que ningún pago será hecho por menos de \$1,000. Se podrán efectuar pagos más frecuentes cuando el Ingeniero determine que el valor del trabajo realizado es de suficiente magnitud como para justificar el cobro.

A menos que se especifique de otra forma en el contrato, los pagos por avance se harán en total, sin ninguna retención cuando el avance sea considerado satisfactorio y se pueda suponer razonablemente que el trabajo se terminará dentro de la duración del contrato. Sin embargo, si el Contratista no cumple, de manera puntual el programa de progreso requerido, y la entrega de certificados de seguros, certificaciones de subcontratos, nóminas e informes de mano de obra; u otros requisitos contractuales, el incumplimiento será justificación para retener los pagos por avance, total o parcialmente.

Podrán hacerse pagos parciales por materiales para ser incorporados en la obra, siempre que esos materiales cumplan los requisitos del contrato y sean entregados en o en las inmediaciones del lugar del proyecto o almacenados en lugares aceptables.

Estos pagos parciales no excederán el 85 por ciento del precio de oferta del contrato para cada partida o la cantidad justificada con copias de facturas, notas de flete u otros documentos de apoyo requeridos por el Ingeniero, incluyendo una certificación de pago debidamente efectuada, en lugar de las facturas de pago. La cantidad pagada no excederá la cantidad correspondiente estimada en el contrato.

La aprobación de pago parcial por materiales almacenados no constituirá una aceptación final de dichos materiales para su uso la obra.

No se efectuará pago alguno por plantas vivientes o perecederas hasta que hayan sido sembradas según se especifica en el contrato.

110.09 Pago Final. Todas las estimaciones y pagos de progreso previos estarán sujetos a ser corregidos en cualquier estimado subsiguiente, (incluyendo la estimación y pago finales).

El Contratante, luego de la aceptación final del proyecto y la verificación de los registros finales de pago, enviará al Contratista, los siguientes documentos debidamente certificados:

- (a) Una estimación última de cantidades que autorice el pago final.
- (b) Una declaración que establezca la exoneración por parte del contratista de toda reclamación contra el Contratante que surja en virtud del contrato.

El Contratista firmará ambos documentos y los devolverá al Contratante para que éste realice el pago final. La fecha de aprobación por parte del Contratante de la estimación final para pago, constituye la fecha final de liquidación del contrato.

Sección 111.) DISPOSICIONES AMBIENTALES GENERALES

111.01 Aspectos Generales. La presente sección contiene disposiciones ambientales generales válidas para todo contrato de obra que celebre el Contratante, cualquiera que sea su naturaleza.

El objetivo de las disposiciones ambientales generales es minimizar el impacto ambiental que las labores propias de la construcción o conservación de las obras viales ocasionan a las condiciones del espacio físico, tanto natural como artificial, que circunda la obra. Con ello se evitan modificaciones innecesarias del medio, contaminación con residuos derivados de la construcción y otros efectos que atenten contra el ambiente.

Son aplicables al contrato todas las disposiciones que correspondan de la legislación nacional vigente y sus reglamentos. Estos cuerpos legales establecen una serie de exigencias para un determinado grupo de proyectos y sus actividades relacionadas. En este contexto, las presentes disposiciones ambientales generales regulan todas las obras viales, sin exclusión alguna, y conforman un cuerpo normativo específico complementario a la legislación ambiental existente y a sus reglamentos.

El Contratista, al margen de su propia responsabilidad legal y contractual, deberá acatar las instrucciones que imparta el Contratante con relación a la protección del medio ambiente, instrucciones que se efectuarán siempre por escrito y conforme a los términos y condiciones del Contrato.

Al igual que el resto de las exigencias del proyecto, el cumplimiento de las disposiciones ambientales generales será controlado por el Contratante. Cuando se requieran autorizaciones de otros organismos técnicos, el Contratista deberá, antes de iniciar cualquier actividad, obtener dichas autorizaciones y presentarlas al Contratante.

Las obras que requieran de protección ambiental, según se indica en las presentes disposiciones ambientales generales, o en especificaciones ambientales especiales si las hubiere, sólo podrán iniciarse una vez aprobadas las acciones necesarias por el Contratante.

El costo en que el Contratista incurra para cumplir con las exigencias establecidas en las especificaciones ambientales, deberá incluirse en los gastos generales del contrato, salvo que en el proyecto se haya contemplado en otra forma.

En caso de incumplimiento de cualquiera de estas disposiciones, el Contratante podrá ordenar su ejecución con cargo a las garantías del Contrato, sin perjuicio de la aplicación de las sanciones que correspondan.

Si persiste el incumplimiento de las especificaciones ambientales, el Contratante podrá ordenar la paralización temporal de las labores de construcción mientras no se dé cumplimiento a ellas.

111.02 Campamentos, plantas y manejo de materiales

a. Campamentos y áreas de trabajo

La ubicación de las áreas destinadas a instalaciones necesarias en la obra, tales como campamentos, talleres, plantas de producción, oficinas, laboratorios u otros, deberá ser estudiada cuidadosamente por el Contratista con el objeto de quedar fuera de aquellos sectores más sensibles ambientalmente, para lo cual restringirá al mínimo la superficie de ocupación.

Antes de hacer uso de lugares para las instalaciones de faenas, el Contratista deberá presentar al Contratante, como mínimo:

- (a)** Fotografías de las áreas de los emplazamientos antes de construir las instalaciones;
- (b)** Planos de planta con la ubicación de las instalaciones proyectadas;
- (c)** Planos complementarios en que se indique claramente donde serán vertidos los desechos sólidos y líquidos, que resultan tanto del campamento como de las instalaciones a lo largo de todo el camino; e
- (d)** Un informe técnico que contenga la siguiente información:
 - Características del medio en que se emplazarán las instalaciones: suelos, geomorfología, hidrología, tipo de vegetación si la hubiere (identificación de especies, valor de especies, cuantificación de especies) y sitios arqueológicos;
 - Valoración de la sensibilidad ambiental de dichas áreas;
 - Descripción de las instalaciones más importantes;
 - Evaluación ambiental;
 - Diseño de medidas de restauración mecánica y paisajística; y
 - Definición del uso posterior que se dará al área, si corresponde.

El área de las instalaciones de obra y en general toda el área de la construcción, deberán conservarse en forma ordenada durante todo el

transcurso de los trabajos. Para ello, deberá asegurarse la eliminación adecuada de desperdicios y basuras, a la vez que disponer de baños químicos, letrinas, fosas sépticas, pozos negros y otros elementos pertinentes.

Una vez terminados los trabajos de construcción, se deberá restituir rigurosamente el lugar a las condiciones previas a la iniciación de los trabajos. A lo menos se deberá:

- (a) Retirar absolutamente todo vestigio de ocupación del lugar, tal como chatarra, escombros, cercos, instalaciones eléctricas y sanitarias, estructuras, pavimentos, plataformas y otros;
- (b) Recuperar o restituir la cubierta vegetal autóctona en caso de que ésta hubiese sido alterada o retirada al instalar las obras temporales;
- (c) Rellenar los pozos que se hubieran excavado, de tal forma que no constituyan un foco de accidentes o un peligro para el ambiente;
- (d) Eliminar en su totalidad las rampas de carga y descarga, de cualquier naturaleza; y
- (e) Dejar en el lugar solamente los elementos que efectivamente signifiquen una mejora para el ambiente o presten utilidad práctica evidente.

b. Plantas de producción de materiales

La ubicación e instalación de las plantas de asfalto, hormigón, trituración, u otras similares, deberán responder a criterios ambientales, escogiéndose preferentemente lugares planos, desprovistos de cubierta vegetal y alejados lo más posible de áreas pobladas. Cuando se trate de obras en áreas urbanas o cercanas a éstas, deberá solicitarse a los organismos correspondientes la autorización respectiva para su ubicación.

Se deberá reducir al mínimo, durante el período de la construcción, la contaminación por ruido, residuos, gases, humo y partículas en suspensión y sedimentables, generados por las plantas de producción.

Para tal efecto, las emisiones se ceñirán a los límites establecidos por los organismos correspondientes y la legislación vigente.

El Contratista deberá especificar los métodos que se usarán para el control de emisiones atmosféricas y de ruido. Estos métodos deberán ser presentados al Contratante antes de iniciar las labores.

Todas las instalaciones deberán contar con dispositivos especialmente diseñados para evitar la contaminación del ambiente, como por ejemplo, la producida por desechos sólidos, derrames de materias tóxicas o peligrosas, emisiones de gases, ruidos y partículas transportables por el viento.

c. Manejo y transporte de materiales peligrosos

El almacenamiento y transporte de materiales y elementos contaminantes, tóxicos o peligrosos, tales como explosivos, combustibles, lubricantes, asfaltos, aguas servidas no tratadas, desechos y basuras, deberán efectuarse respetando la normativa existente. Asimismo, deberán garantizarse las condiciones de seguridad necesarias y razonables, a juicio del Contratante, para prever derrames, pérdidas y daños por lluvia o anegamientos, robos, incendios u otros.

En lo relativo al manipuleo de explosivos, el Contratista, se atenderá a lo dispuesto en las disposiciones de seguridad del proyecto.

111.03 Explotación de sitios de préstamos

a. Disposiciones generales

La responsabilidad de la búsqueda, ubicación, explotación y abandono de los sitios de préstamos como fuente de materiales para la obra, será de entera y total responsabilidad del Contratista. La eventual información sobre préstamos que se entregue en los documentos de la licitación, es meramente informativa y no reviste ningún compromiso o responsabilidad del Contratante.

La explotación de áridos podrá generar efectos negativos ambientales de importancia, como pérdida de cobertura vegetal y suelo orgánico, erosión, alteraciones en el equilibrio erosión-sedimentación y quiebre paisajístico. Es deber del Contratista, restaurar las áreas dañadas por las labores de extracción, para lo cual deberá realizar todas las obras especiales que sean necesarias.

El Contratista sólo podrá hacer uso del material de préstamo que cuente con las autorizaciones pertinentes o de aquel cuyos volúmenes de extracción cumplan con lo establecido en el Estudio de Impacto Ambiental. Si el Contratista desea usar un sitio de préstamo que cumpla con alguna de estas condiciones y no cuenta con el permiso respectivo, no podrá hacer uso de dicho sitio a menos que presente y sea aprobado el Estudio de Impacto Ambiental (EIA).

La elección del o los sitios de préstamo que servirán a la construcción de la obra, deberá ser propuesta por el Contratista y aprobada por el Contratante, antes de que se inicien las labores de extracción.

Para cada sitio, el Contratista deberá presentar al Contratante lo siguiente:

- (a)** Plano de ubicación;
- (b)** Tipo de préstamo: fluvial, cantera, tajo;
- (c)** Distancia desde el inicio del proyecto;
- (d)** Volumen de la extracción: cálculo aproximado incluido el material de rechazo;
- (e)** Descripción del área por explotar y su entorno: suelo, geomorfología, hidrología, tipo de vegetación si la hubiere (identificación de especies, valor de especies, cuantificación de especies), sitios arqueológicos;
- (f)** Plano planimétrico y altimétrico del área en su estado previo a la explotación;
- (g)** Plano planimétrico y altimétrico de como se proyecta dejar el área después de explotada;
- (h)** Perfiles transversales, previos a la explotación, proyectados y, una vez finalizadas las obras, con los resultados de la extracción;
- (i)** Diseño de medidas de restauración mecánica y paisajística;
- (j)** Definición del uso posterior que se dará al área explotada, si corresponde;
- (k)** Permisos de explotación por las instituciones correspondientes, incluyendo el cambio de uso del suelo, si es el caso;
- (l)** Contrato con el propietario del sitio de préstamo; y
- (m)** Fotografías: previa, durante y terminada la explotación.

El Contratista deberá realizar por su cuenta y a su propio cargo las negociaciones para adquirir los terrenos o derechos de las áreas por usar como préstamos. También serán de su cargo la adquisición de los derechos de explotación, la construcción de las instalaciones necesarias para adecuar las áreas a los propósitos señalados y, en general, la ejecución de todas las acciones y la obtención de las autorizaciones que se requieran para explotar préstamos, en conformidad con la legislación vigente y estas disposiciones ambientales generales.

Una vez terminados los trabajos en un sitio de préstamo, se deberán retirar todos los escombros y basuras y desarmarse las instalaciones de trabajo y estructuras,

hasta dejar el área completamente limpia y despejada. Los materiales de desecho deberán trasladarse a botaderos autorizados.

b. En cauces naturales de agua

El uso de cauces naturales para extraer material árido, relleno integral u orgánico, deberá enmarcarse dentro de la normativa legal existente. El Contratista deberá solicitar previamente a las instituciones correspondientes los requisitos técnicos para la explotación de los cauces naturales.

Para la extracción mecanizada de material fluvial, que considere la remoción de un volumen significativo con relación a las condiciones hidráulicas del escurrimiento del cauce, situación que será evaluada por el Contratante, el Contratista deberá presentar necesariamente un plan de extracción del material fluvial. Dicho plan deberá demostrar, mediante procedimientos de hidráulica fluvial aceptables, que la modalidad de extracción y el volumen son compatibles con el normal escurrimiento del cauce. El plan deberá basarse en un levantamiento topográfico del cauce y del área propuesta para la extracción.

No deberán efectuarse excavaciones que profundicen sólo parcialmente un cauce y que dejen depresiones localizadas, o cualquier trabajo que, en alguna forma, pueda impedir, desviar o entorpecer el normal escurrimiento de las aguas. Tampoco deberán usarse sitios de préstamo en las cercanías de puentes, tomas de canales, riberas protegidas u otras estructuras que pudieran verse afectadas por las excavaciones, tanto desde el punto de vista de su estabilidad como de su operación, o debido a incrementos de la turbidez del agua. En lo posible, debe evitarse la introducción de maquinaria en las corrientes de agua para evitar la contaminación por aceites y otras sustancias contaminantes. La extracción no está permitida en una longitud de cauce de 50 metros a ambos lados de los puentes para evitar daños a la estructura o aumentos en su vulnerabilidad. El acceso al sitio de la extracción debe cerrarse al finalizar la obra.

c. En cortes de caminos

No se permitirá la extracción de materiales de los siguientes sitios, salvo que el Contratante lo apruebe expresamente por escrito:

- (a) Ensanche de un corte del camino fuera de los límites definidos por el perfil tipo del proyecto; y
- (b) Explotaciones existentes contiguas a la faja del camino, salvo que no haya otro préstamo alternativo, y que esta extracción genere una mejora definitiva del área (drenaje o paisaje).

En cambio, se podrán utilizar como préstamos los vestigios remanentes de cerros originados en la apertura original de faja, y que generen un impacto visual significativo.

Será de cuenta y cargo del Contratista la adquisición de los terrenos adicionales que se requieran, así como el diseño y construcción de todas las obras derivadas que resulten necesarios para dejar el área perfectamente drenada y para evitar los riesgos de deslizamientos y erosión, mediante plantaciones, drenes, cunetas, escalonamiento del talud u otro tipo de tratamiento. Será también de cuenta del Contratista la instalación de cercos y otras obras de seguridad, una vez terminada la explotación, o la habilitación de miradores o barreras visuales entre otros, como parte del plan de mejoramiento ambiental, si ese fuera el caso.

d. En áreas de préstamo

Cuando el Contratista desee abrir una zona de explotación cercana al camino en construcción o cercana a un camino ya existente, ésta deberá ubicarse a una distancia no inferior a 200 m del eje de la calzada, de tal modo que no pueda ser vista desde el camino, y a una distancia no inferior a 500 m del eje de la calzada, si corresponde a zonas de relieve muy plano, donde no se pueda evitar su visión.

No se aceptará, sin autorización, la explotación de préstamos en áreas especialmente sensibles, tales como suelos agrícolas, bosques y áreas con vegetación autóctona. En estos casos, el Contratista deberá presentar al Contratante, la clasificación del tipo de suelo por explotar junto con la autorización del organismo respectivo.

Será de responsabilidad y cargo del Contratista diseñar y construir todas las obras que permitan, una vez terminados los trabajos de explotación, que el lugar quede con adecuadas condiciones estéticas y de drenaje, de tal modo que no se generen zonas indeseables de aguas estancadas y se evite el riesgo de deslizamiento y erosión de los taludes de la explotación. Asimismo, será de cuenta del Contratista la instalación de obras de seguridad, de modo que las explotaciones no representen peligro para personas y animales.

Al finalizar la obra, no deben dejarse en condición precaria viviendas o terrenos que podrían causar erosión y obstruir el paso de corrientes de agua.

El Contratista debe remover suelo fértil antes de comenzar la extracción y reemplazarlo después de finalizar la obra para facilitar la regeneración natural del área o su uso posterior para cultivos.

El dueño del terreno debe recibir compensación justa por el uso de su propiedad y debe garantizársele el derecho a que el terreno quede en las condiciones que él desea al finalizar el trabajo.

111.04 Botaderos.

Como lugares de botaderos, el Contratista deberá escoger áreas fuera de la vista de los usuarios, a una distancia no inferior a 200 m del eje del camino y preferentemente con mínimo valor edafológico, donde no se altere en forma significativa la fisonomía original del terreno y no se interrumpan o contaminen los cursos de aguas superficiales o subterráneos.

Los botaderos ubicados en propiedades particulares, deberán contar con una autorización previa y expresa por escrito del propietario, la cual deberá ser presentada al Contratante.

Podrán usarse para estos efectos depresiones naturales o artificiales, que se rellenarán en capas de manera ordenada, sin sobrepasar los niveles de los terrenos circundantes y permitiendo el drenaje en forma adecuada.

Al escoger el lugar de botadero, el Contratista deberá procurar que en el sitio no existan procesos evidentes de arrastre por aguas de lluvias y erosión, de tal modo que no se exponga el material depositado a procesos naturales de lixiviación, que puedan afectar cuerpos de agua próximos al lugar.

Los desechos químicos que se descarguen en estas áreas deberán ser previamente envasados en depósitos adecuados a las características propias de cada tipo de sustancia, y enterrados a profundidades y en terrenos adecuados, según lo señale la reglamentación vigente.

Los materiales estériles tales como botones, sobre tamaño y escombros deberán ser recubiertos con suelos orgánicos provenientes de los escarpes, con otra vegetación de crecimiento natural en la zona, tales que permitan superficies razonablemente parejas para favorecer el desarrollo de la vegetación. Este recubrimiento deberá tener un espesor mínimo de 20 cm.

Todos los botaderos que use el Contratista deberán contar con la aprobación del Contratante.

El lugar del botadero será escogido por el Contratista y para su aprobación se presentará al Contratante la siguiente información:

- (a)** Plano de ubicación;
- (b)** Tipo de materiales a depositar;
- (c)** Volumen del depósito;

- (d) Descripción del área por rellenar y su entorno: suelos, geomorfología, hidrología, tipo de vegetación si la hubiere (identificación de especies, valor de especies, cuantificación de especies), sitios arqueológicos;
- (e) Plano planimétrico y altimétrico del área en el estado previo y después del depósito proyectado;
- (f) Pendiente y longitud de las paredes terminadas del depósito;
- (g) Procedimientos de depósito de los materiales;
- (h) Medios de control de erosión hídrica y eólica, derrumbes y deslizamientos;
- (i) Diseño de medidas de restauración mecánica y paisajísticas;
- (j) Definición del uso posterior del área afectada;
- (k) Copia del convenio de autorización para la instalación de los botaderos, detallando las condiciones exigidas por el propietario; y
- (l) Fotografías del área: previo, durante y finalizado el relleno.

111.05 Precauciones durante los trabajos

a. Protección de la Flora y Fauna

Cuando los trabajos se realicen en zonas donde exista peligro potencial de incendio de la vegetación circundante, y en especial cuando las labores estén dentro o cerca de áreas protegidas, áreas ambientalmente sensibles, o bien, cerca de plantaciones naturales o artificiales importantes, el Contratista deberá tener un permanente cuidado y vigilancia, evitando el encendido de fogatas u otra acción que pudiera originar un incendio.

Asimismo, si se descubrieran durante la construcción áreas o ecosistemas biológicos (flora, fauna) sensibles, que estén expuestos a sufrir una modificación directa por las actividades de la obra, se suspenderán de inmediato y temporalmente los trabajos, dando cuenta del hecho a el Contratante.

Todas las áreas destinadas a la construcción de las obras y las áreas restrictivas que señalen las bases, deberán quedar claramente identificadas y delimitadas en un plano, de tal forma que todo el personal que labora en las labores de construcción, cuente desde el inicio de las obras con instrucciones precisas de las restricciones que presenta cada área. Esta información deberá estar en un lugar visible dentro del campamento.

El Contratista deberá adoptar todas las medidas necesarias para evitar que sus empleados efectúen actividades depredativas sobre la vegetación de especies nativas, caza u otros. También deberá dotar todos sus equipos e instalaciones con elementos adecuados para asegurar que se minimice la probabilidad de propagación del fuego.

En particular se deberá evitar:

- (a)** Colocar clavos, cuerdas, cables, cadenas u otros elementos similares en los árboles y arbustos;
- (b)** Encender fuego cerca de árboles y arbustos;
- (c)** Manipular combustibles, aceites y productos químicos en zonas de vegetación;
- (d)** Apilar materiales contra los troncos de los árboles;
- (e)** Almacenar materiales en zonas de vegetación o estacionar maquinaria fuera de los lugares previstos;
- (f)** Cortar ramas y raíces importantes si no se cubren los cortes con material adecuado;
- (g)** Enterrar la base del tronco de árboles;
- (h)** Dejar raíces sin cubrir y sin protección en las zanjas y destronques; y
- (i)** Realizar revestimientos impermeables en zona de raíces.

En aquellos entornos donde se hubiera señalado o detectado la presencia de fauna de valor ecológico, se valorará la necesidad de realizar talas y desbroces en la época invernal a fin de disminuir la pérdida de animales y no interferir con épocas de reproducción y crianza, para permitir la recuperación de las poblaciones animales en plazos más corto.

El desbroce del terreno se ejecutará previamente a la extracción de la tierra vegetal y en toda la zona comprendida en la faja del camino.

El Contratista señalará los árboles y zonas arbustivas existentes dentro de la faja del camino que no vayan a interferir manifiestamente con el buen desarrollo de los trabajos ni con la visibilidad de los usuarios del camino. Estos árboles y masas arbustivas deberán conservarse y someterse a trabajos de limpieza y raleo apropiados a cada caso.

b. Uso y resguardo de cursos de agua

El uso de agua requerida para las diversas faenas de construcción, que sea obtenida de fuentes naturales, deberá ser autorizado por las dependencias correspondientes y el Contratante.

Para usar los recursos de agua existentes en el área del Proyecto, el Contratista deberá presentar a el Contratante una gestión de aprovechamiento de agua que muestre la autorización para usar dichos recursos. Para ello deberá proceder de la siguiente forma:

- (a) Realizar las averiguaciones en la oficina correspondiente, respecto al estado legal de los recursos hídricos, vale decir, si los derechos de aprovechamiento de las aguas que pretende usar el Contratista están legalizados o no. Si así fuera, el Contratista deberá solicitar autorización al dueño de dichos recursos, estableciendo con éste un contrato o convenio de uso.
- (b) Si los recursos que considera el Contratista no estuviesen legalizados, deberá elevar la solicitud de derechos de aprovechamiento a la oficina administrativa correspondiente, quien definirá el caudal disponible para ser usado.

El costo de uso de los recursos de agua estará incluido en los gastos generales del Contrato.

La calidad de las aguas, tanto superficiales como subterráneas, puede ser afectada por derrames de aceite, grasa combustible, asfalto u otras causas. No se permitirá bajo ninguna circunstancia que estos residuos tóxicos o cualquier otro elemento contaminante sea vertido en captaciones de ríos, canales, esteros o embalses, como tampoco en las proximidades de ellos. Asimismo, deberá evitarse el lavado o enjuague de equipos que puedan producir escurrimiento o derrames de contaminantes cerca de los cursos de agua (por ejemplo, hormigoneras o tanques distribuidores de asfalto).

c. Recuperación de la vegetación

Cuando se produzca un daño que afecte a una cubierta vegetal importante en zonas de préstamos, botaderos e instalaciones de trabajo, no contemplado en las obras contratadas, será de cuenta y cargo del Contratista la recuperación de la

cubierta vegetal, creando las condiciones óptimas que posibiliten en corto plazo la plantación de especies herbáceas y en el largo plazo, la recuperación de la vegetación nativa inicial.

La vegetación que sea alterada según lo señalado en el párrafo anterior, será reemplazada con especies nativas, propias de la zona. En este caso la tasa de replantación será dos a una, es decir, por cada árbol o arbusto que se retire se plantarán dos. El lugar adonde se destine cada especie y su tipo deberá ser aprobado por el Contratante.

Cuando el proyecto lo contemple, la vegetación que se use para el recubrimiento vegetal en taludes de cortes y terraplenes deberá ser de rápido crecimiento y regeneración, para así minimizar los efectos indirectos de los procesos de erosión incipientes.

Cuando el proyecto contemple la plantación de especies arbóreas, aquellas que puedan alcanzar gran tamaño serán plantadas a distancias tales que su posible caída no represente un peligro para el tránsito o alguna instalación futura.

No deberán plantarse árboles en áreas de nevadas, en el lado norte de los caminos afectos a heladas, o con permanente humedad.

Con previa autorización del Contratante, los taludes de los terraplenes terminados podrán ser cubiertos con material de escarpe y suelos vegetales extraídos de la obra, con el fin de crear condiciones óptimas para el surgimiento espontáneo de vegetación. En dicho caso, los materiales deberán ser acopiados en forma separada hasta ser usados.

c.1 Restos históricos o arqueológicos

Si durante el transcurso de las operaciones de construcción se descubrieran restos de civilización histórica o arqueológica, el Contratista deberá suspender de inmediato y temporalmente los trabajos en dicha área, y dar cuenta del hecho al Contratante, para que ésta informe a las autoridades competentes.

c.2 Transporte durante las obras y movimiento de maquinarias

Durante la fase de construcción, y especialmente con motivo de los movimientos de tierra que haya que ejecutar para cumplir las condiciones de diseño del Proyecto, ya sea durante las etapas de extracción, carga, transporte o de colocación de materiales, se deberá evitar que estas faenas produzcan contaminación atmosférica por acción de las partículas de polvo, debiendo el Contratista tomar todas las precauciones necesarias para evitar tal efecto (por ejemplo, regar el área afectada o colocar revestimientos asfálticos).

El Contratista deberá tomar todas las precauciones necesarias para evitar el derrame de material durante el transporte, como por ejemplo, contar con lonas de recubrimiento, envases hermético u otros. El Contratante podrá ordenar el retiro de los camiones que no cumplan con esta disposición.

Los trabajos de transporte de materiales para la obra, sean o no producidos por el Contratista, deberán programarse y adecuarse de manera de evitar todo daño a caminos públicos y servicios de utilidad pública.

Cuando para realizar el transporte se deban usar sectores de calles o caminos públicos, el Contratista deberá procurar medios para asegurar que los vehículos no excedan los pesos por eje máximos autorizados. En caso de tener que usar alguna estructura en estado precario de estabilidad, el Contratante podrá exigir la colocación de balanzas, de cargo del Contratista, que permitan verificar el tonelaje total o por eje que se esté transportando. El Contratante ordenará retirar de los trabajos cualquier vehículo que reincida en transportar más peso que el legalmente autorizado, ello sin perjuicio de que el Contratista responda por los daños que fueran causados a ese vehículo.

El Contratista deberá evitar la compactación de suelos debido al tránsito innecesario de maquinaria, sobre todo en aquellas áreas que no formen parte de la infraestructura básica de la obra vial. Para tal efecto, los cuidados deberán apuntar a reducir al mínimo estas superficies y en lo posible seleccionar para el caso de acopios de materiales, las áreas con menor valor edafológico. Una vez terminadas las faenas, estas áreas deberán recuperarse mediante descompactación, despeje de escombros y reforestación.

El Contratante podrá ordenar por cuenta y cargo del Contratista la recuperación de las áreas que hayan sido innecesariamente transitadas.

La señalización de los trabajos deberá regirse por lo dispuesto en las disposiciones de seguridad.

Se deberá hacer un mantenimiento estricto y periódico de toda la maquinaria que sea usada en la construcción. Los residuos, producto de este mantenimiento deberán ser envasados en recipientes adecuados a las características propias de cada tipo de sustancia y, dispuestos según lo señalado en el artículo 110.04 de esta sección.

c.3 Caminos de desvío

Sólo se podrá desviar el tránsito usual del camino hacia rutas alternativas cuando haya sido estipulado previamente en el proyecto, o bien, cuando el Contratante lo autorice. Los desvíos deberán ajustarse a los requisitos señalados en la sección disposiciones de seguridad.

111.06 Precauciones durante la suspensión temporal de los trabajos

Previo a la suspensión temporal de los trabajos por períodos prolongados, el Contratista deberá agotar las medidas conducentes a evitar que la erosión afecte la obra y sus áreas marginales, durante el período de interrupción. Cuidará en especial de dejar todos los rellenos bien compactados y en condiciones adecuadas para facilitar el escurrimiento de las aguas con un mínimo de erosión. En faenas localizadas en suelos muy erosionables y con intensas precipitaciones invernales deberá tomar medidas temporales para controlar la erosión y la sedimentación, tales como la construcción de descargas, cunetas y fosos, formación de pretilles de tierra, construcción de pequeños tranques de sedimentación y otros que el Contratante estime necesarios. Salvo que taxativamente se indique en el proyecto de otro modo, las obras temporales para el control de la erosión y la sedimentación serán de cargo exclusivo del Contratista y su costo deberá estar incluido en los gastos generales del contrato.

111.07 Protección de la propiedad y servicios

El Contratista será responsable de la conservación de toda la propiedad pública o privada que pudiera verse afectada por la construcción, por lo que deberá tomar precauciones para evitar daños innecesarios, tanto en las áreas de emplazamiento de las obras, como en las zonas marginales.

Si por efecto de la construcción se causan daños o perjuicios, directos o indirectos a terceros debido a acción, omisión, descuido o mal manejo en la ejecución de las obras, el Contratista deberá, por cuenta propia, reponer o restaurar el daño para obtener una condición similar a la existente previamente, o deberá indemnizar al propietario por el perjuicio causado.

Una situación similar a la señalada para la propiedad se aplicará, también, al caso de los servicios. En efecto, el Contratista será responsable de cualquier deterioro que se produzca en los servicios existentes, tales como tuberías de agua potable, alcantarillado, desagüe, gas, líneas de teléfonos, electricidad, cables de fibra óptica u otros, como consecuencia de las actividades constructivas desarrolladas. Todos los servicios que se encuentran dentro de los límites de las obras por ejecutar deberán ser buscados, señalizados, afianzados, apuntalados, apoyados o protegidos de manera adecuada, y a satisfacción del propietario o autoridad de quien dependan, con el fin de evitar perjuicios. Cualquier daño ocasionado a los servicios existentes deberá ser subsanado por el Contratista sin cargo adicional para el contrato.

Especial importancia se deberá asignar a la protección y cuidado, durante la construcción, de conductos mayores tales como: acueductos, emisarios de alcantarillado, gasoductos, oleoductos u otros. Para estos efectos, el Contratista

deberá informarse detalladamente de su ubicación y estado con el objeto de evitar daños o accidentes.

111.08 Acabado, aseo y presentación final de la obra

Una vez concluidas las operaciones de construcción, toda el área comprendida dentro del derecho de vía deberá terminarse y limpiarse de manera que presente un aspecto ordenado y limpio.

Para los efectos señalados, se deberán retirar todos los escombros, chatarra, acopios y restos de materiales, instalaciones auxiliares y todo objeto que no haya quedado incorporado a la obra.

Los taludes de cortes y terraplenes deberán ser conformados y terminados de acuerdo con los perfiles indicados en el proyecto. Los fosos, contrafosos, canales y cunetas, dentro de la faja del camino, deberán despejarse de escombros, derrumbes y obstrucciones. Se limpiarán todas las alcantarillas y demás obras de drenaje. Se verificará que toda la señalización y defensas camineras se encuentren en buen estado, limpias y en posición adecuada.

Se retirará toda la señalización provisoria de faenas que hubiere sido colocada durante la construcción

En caminos pavimentados las áreas revestidas deberán quedar completamente libres de materiales extraños, suciedad o polvo.

Todos los materiales desechados que resulten de las operaciones descritas anteriormente deberán trasladarse a escombreras autorizadas, donde se dispondrán de acuerdo con lo señalado en la Sección 111. 04.

Asimismo, los sitios de empréstito y botaderos usados por el Contratista deberán quedar ordenados, limpios y en conformidad con las disposiciones de esta Sección.

En caso de incumplimiento de estas disposiciones, el Contratante ordenará la ejecución de los trabajos necesarios, los que serán pagados con cargo a las garantías del Contrato.

DIVISION 150

Requisitos del proyecto

DIVISION 150.) REQUISITOS DEL PROYECTO

Sección 151.) MOVILIZACIÓN

Descripción.

151.01 Esta Sección incluye la movilización de personal, equipo, materiales y otros elementos al sitio del proyecto y la ejecución de todas las acciones necesarias antes de comenzar los trabajos en el sitio de la obra. La movilización incluye la obtención de permisos, seguros y garantías.

Medición

151.02 La movilización se mide como una suma global.

Pago

151.03 La cantidad global aceptada será pagada al precio de contrato desglosado en los renglones de pago señalados más adelante, cuando así se indica en el cartel. El pago será la compensación total para los trabajos incluidos en esta Sección. Como referencia remítase a la Subsección 109.05 de estas Especificaciones.

La suma global por movilización será pagada de la siguiente manera:

- (a)** El 50% de esa suma global, que no exceda el 5% del monto total del contrato, será pagado una vez que se haya completado el 5% del monto total del contrato, sin incluir la movilización en ese monto.
- (b)** La porción remanente de la suma global y hasta el 10% del monto total del contrato, será pagada una vez que se haya completado el 10% del monto total del contrato, sin incluir la movilización.
- (c)** Cualquier porción de la suma global en exceso sobre el 10% del monto total del contrato será pagada después de la aceptación final.

El pago será hecho bajo el renglón de pago denominado 151.01 Movilización.

Sección 152.) TOPOGRAFIA PARA LA CONSTRUCCIÓN

Descripción

152.01 Este apartado incluye el suministro del personal calificado, equipo y material necesarios para la ejecución de la topografía, colocación de estacas, cálculo y registro de los datos para el control del trabajo.

El personal, equipo y material deberán conformarse a las siguientes condiciones:

(a) Personal. Deberán usarse cuadrillas de topografía técnicamente calificadas, capaces de realizar el trabajo en el tiempo previsto y con la debida precisión. Mientras esté en ejecución la labor de topografía, deberá mantenerse en el proyecto un supervisor de cuadrillas debidamente calificadas.

(b) Equipo. Deberán usarse instrumentos y equipo de soporte aptos para alcanzar las tolerancias especificadas.

(c) Material. Deberán proporcionarse herramientas, suministros y estacas del tipo y calidad normalmente usados en trabajos de topografía y apropiados para el uso específico propuesto. Las estacas deberán ser de suficiente longitud para obtener un empotramiento firme en el terreno, con suficiente largo sobre la superficie para efectuar las anotaciones necesarias de manera legible.

Requerimientos para la construcción.

152.02 El Contratante fijará las líneas de referencia iniciales, establecerá los puntos de control horizontales y verticales y suministrará los datos necesarios para obtener un control adecuado del trabajo. Se entregará toda la información relativa a las alineaciones horizontal y vertical, los puntos teóricos de las estacas de talud, así como cualquier otro detalle del diseño que sea de necesidad para el Contratista.

Antes del inicio de la construcción, debe informarse al Contratante sobre cualquier línea, punto de control o estacas que se hayan perdido. El Contratante restablecerá todos esos elementos antes del inicio.

Deben llevarse a cabo los cálculos adicionales necesarios para el mejor uso de los datos suministrados por el Contratante. En el caso de que se encuentren errores aparentes en el estacado inicial o en la información suministrada, debe notificarse esos hechos de manera inmediata al Contratante.

Deben preservarse todos los puntos de control y de referencia iniciales. Luego del inicio de la construcción, el Contratista debe reemplazar todas las referencias iniciales, o puntos de control necesarios para el trabajo, que hubieran sido destruidos o perturbados.

Antes de iniciar la topografía, debe discutirse y coordinarse con el Contratante lo siguiente:

- (a) Métodos topográficos y de estacado
- (b) Anotaciones que se inscribirán en las estacas
- (c) Control de la gradiente en las diferentes capas de materiales
- (d) Puntos de referencia
- (e) Control de estructuras existentes
- (f) Cualesquiera otros procedimientos y controles necesarios para el trabajo.

La topografía y los controles que se establezcan deberán estar dentro de las tolerancias mostradas en la Tabla 152-1.

Las anotaciones de campo deberán realizarse en el formulario aprobado por el Contratante. Las anotaciones topográficas de campo deben remitirse a la oficina del proyecto al menos una vez a la semana. Asimismo, deben elaborarse los datos necesarios para fundamentar las cantidades de pago. Todas las anotaciones de campo y la documentación de soporte son propiedad del Contratante hasta la conclusión del proyecto.

El trabajo no se podrá iniciar hasta que el estacado haya sido aceptado por el Contratante. La topografía de la construcción y el trabajo de estacado deben ser revisados aleatoriamente para efectos de precisión y las porciones inacceptables del trabajo deben ser rechazadas. El trabajo de topografía rechazado debe ser rehecho dentro de las tolerancias especificadas en la Tabla 152-1 que se muestra más adelante.

La aceptación de las estacas de construcción no releva al Contratista de la responsabilidad de corregir los errores descubiertos durante el trabajo y de cubrir todos los costos adicionales asociados con el error.

Deben removerse y eliminar todas las marcas, cavidades, estacas y cualquier otro material de estacado, inmediatamente después de la conclusión del proyecto y antes de su recepción, con excepción de los monumentos y bancos de marca.

152.03 Requerimientos de la topografía.

(a) Puntos de Control. El Contratista debe relocalizar los puntos de control iniciales, tanto horizontales como verticales, que estén en conflicto con la

construcción, trasladándolos a áreas que no serán perturbadas por las operaciones de construcción. El Contratante debe suministrarle las coordenadas y las elevaciones de los puntos que serán relocalizados, antes de que los puntos iniciales sean eliminados.

(b) Secciones transversales. Las secciones transversales deben ser tomadas normalmente a la línea de centro. El espaciamiento de las secciones transversales en la línea de centro no debe exceder 20 metros. Deben tomarse secciones transversales adicionales en los quiebres topográficos y en los cambios de la sección típica. Para cada sección transversal deben medirse y registrarse todos los quiebres topográficos, al menos cada 5 metros. Deben medirse y registrarse puntos al menos en las pendientes anticipadas y puntos de referencia. Todas las distancias entre las secciones transversales deben reducirse a distancias horizontales de la línea de centro.

(c) Estacas de talud y referencias. Las estacas de talud y las de referencia deben colocarse a ambos lados de la línea de centro, en las mismas ubicaciones de las secciones transversales. Las estacas de talud deben colocarse como el punto real de intersección de la gradiente de diseño de la carretera con la línea del terreno natural. Las referencias de las estacas de talud deben ubicarse fuera de los límites la limpieza del terreno. Toda la información de los puntos de referencia y de las estacas de talud debe anotarse en las estacas de referencia. Cuando se suministren puntos de referencia iniciales, las estacas de talud deben ser establecidas con base en esos puntos, con la respectiva verificación de la ubicación de las éstas respecto a medidas de campo. El Contratista debe reponer las estacas de talud de cualquier sección que no estén acordes con las tolerancias establecidas en la Tabla 152-1. Deben tomarse los datos de las secciones transversales de la vía entre la línea de centro y la nueva estaca de talud. Deben establecerse referencias adicionales aún en el caso de que se hayan dado puntos de referencia iniciales.

(d) Límites de la limpieza, chapeo y destronque. Los límites de limpieza, chapeo y destronque deben señalarse a ambos lados de la línea de centro, en las ubicaciones de las secciones transversales de la vía.

(d) Remarcación de la línea de centro. La línea de centro debe marcarse con instrumento desde los puntos de control. El espaciamiento entre los puntos de la línea de centro no debe de exceder 20 metros. La línea de centro debe ser restablecida tantas veces como sea necesario para la construcción de la obra.

(e) Estacas de acabado. Las estacas de acabado deben colocarse de conformidad con las elevaciones de la gradiente y el alineamiento horizontal, en la línea de centro y en cada espaldón de la carretera, en los mismos sitios en que fueron tomadas las secciones transversales. Estas estacas deben señalar el nivel superior de la subrasante y el de cada una de las capas de agregados.

Cuando se construyan áreas de giro, las estacas se colocarán en la línea de centro, sobre cada uno de los espaldones normales de la vía, y en el espaldón del área de giro. En áreas de parqueo, las estacas deben colocarse en el centro y a lo largo de los bordes del área. Deben colocarse estacas en todas las cunetas que serán revestidas.

El espaciamiento máximo entre estacas en cualquier dirección es de 20 metros. Deben usarse estacas de referencia para cada una de las estacas de trabajo. Las estacas de acabado deben restablecerse tantas veces como sea necesario durante la construcción de la subrasante y de cada una de las capas de agregado.

(g) Estructuras de drenaje. Deben colocarse estacas en las estructuras de drenaje para que se ajusten a las condiciones del campo.

Si la ubicación de las estructuras difiere de los planos se efectuará lo siguiente:

- (1) Levantar y anotar el perfil del terreno a lo largo de la línea de centro de la estructura.
- (2) Establecer la pendiente en los puntos de entrada y salida de la estructura.
- (3) Fijar los puntos de referencia y anotar la información necesaria para determinar el largo de la estructura y las obras que deben ejecutarse al final de ésta.
- (4) Estacar las zanjas o gradientes necesarias para hacer funcional la estructura.
- (5) Trazar el perfil a lo largo de la línea de centro de la estructura para mostrar el terreno natural, la línea de flujo, la sección de la vía y la estructura misma.
- (6) Someter el plano con el diseño de campo de la sección transversal de la estructura a la aprobación del Contratante de la longitud y alineamiento finales.

(h) Puentes. Deben establecerse puntos de control vertical y horizontal, así como referencias adecuadas, para todos los componentes de la subestructura y superestructura de los puentes. Se demarcarán y colocarán referencias para la cuerda o tangente del puente, así como para las líneas de centro de curvas, bastiones y pilas.

(i) Muros de retención. Se anotarán las mediciones del perfil a lo largo de la cara del muro propuesto y a 2 metros frente de la superficie de éste. Cada 5 metros, a lo largo de la longitud del muro y en todos los quiebres mayores del terreno, se tomarán secciones transversales dentro de los límites designados por el contratante. Para cada sección transversal, se medirán y registrarán puntos cada 5 metros, así como para todos los quiebres del terreno. Se establecerán referencias adecuadas y puntos de control horizontal y vertical.

(j) Sitios de préstamo. Se establecerán claramente el estado inicial y los datos topográficos necesarios para la posterior medición del sitio de préstamo. Se demarcarán una línea base referenciada, los linderos del sitio y los límites de la limpieza y desbosque. Se medirán y registrarán secciones transversales iniciales y finales.

(k) Monumentos permanentes y mojones. Se efectuarán todas las mediciones y estacados necesarios para registrar los monumentos y mojones permanentes. Se registrarán los monumentos permanentes de acuerdo con la Sección 621.

(l) Topografía miscelánea y estacado. Se efectuarán todas las mediciones topográficas, estacados y registro de datos esenciales para establecer los esquemas, control y medición de los siguientes elementos, cuando sea aplicable:

- (1) Capa de suelo vegetal que debe removerse.
- (2) Desperdicios.
- (3) Caminos de acceso.
- (4) Cunetas especiales.
- (5) Enzacatados

(m) Mediciones topográficas intermedias y colocación de estacas. Deben llevarse a cabo todas las mediciones, estacados, registro de datos y cálculos necesarios para construir el proyecto, conforme al esquema básico y a los controles establecidos en los puntos (a) al (l) arriba enumerados. Debe realizarse la topografía y el estacado adicionales, según sea necesario, para la ejecución de algunos renglones de trabajo individuales. Debe hacerse una nueva medición de las cantidades correspondientes a excavaciones realizadas en la calzada, si se determina que una porción del trabajo es aceptable pero no se ha terminado en conformidad con las líneas, gradientes y dimensiones mostradas en los planos o establecidas por el Contratante.

Tabla 152-1
Tolerancias en las Mediciones para la Construcción y el Estacado

Fase del estacado	Horizontal	Vertical
Puntos de control	1:10.000	±5 mm
Puntos de la línea de centro ⁽¹⁾ (PC), (PT), (POT) y (POC), incluyendo las referencias	1:5.000	±10 mm
Otros puntos de la línea de centro	±50 mm	±100 mm
Puntos de las secciones transversales y estacas de talud ⁽²⁾	±50 mm	±100 mm
Referencias de las estacas de talud ⁽²⁾	±50 mm	±20 mm
Estructuras de alcantarillas, cunetas y drenaje menor	±50 mm	±20 mm
Muros de retención	±20 mm	±10 mm
Subestructura de puentes	1:5.000 NTE ⁽³⁾ ±20 mm	±10 mm
Superestructura de puentes	1:5.000 NTE ⁽³⁾ ±20 mm	±10 mm
Límites de limpieza y desbosque	±500 mm	-
Estacas de acabado de la subrasante de la carretera	±50 mm	±10 mm
Estacas de acabado de la rasante de la carretera	±50 mm	±10 mm

Nota (1) PC – Puntos de la línea de centro, PT – Punto de curva, POT – Punto de tangente, POC – Punto en la curva.

Nota (2) Tomar las secciones transversales normales a la línea de centro ±1 grado.

Nota (3) No exceder.

152.04 Aceptación. Las mediciones topográficas de la construcción y el estaqueado aparecen evaluadas en las Subsecciones 106.02 y 106.04.

Medición

152.05. La topografía y el estacado de construcción, de puentes y de muros de retención se medirán con base en una suma global. Las estacas de talud, referencias y de demarcación de limpieza, chapeo y destronque se medirán por kilómetro.

El restablecimiento de una línea de centro se medirá por kilómetro, y se realizará una sola vez. La topografía y estacas para las estructuras de drenaje se medirán por unidad.

Las estacas de acabado de la rasante se medirán por kilómetro solo una vez, tanto para la subrasante, como para cada una de las capas de agregados. Los monumentos permanentes y los mojones se medirán por unidad.

La topografía y el estacado misceláneos se medirán por hora de cuadrilla, conforme al trabajo ordenado, o por suma global. El tamaño mínimo de la cuadrilla será de 2 personas. No debe tomarse en cuenta el tiempo gastado en preparativos, viaje a y del sitio del proyecto, ejecución de los cálculos, dibujo de las secciones transversales y otros datos, procesamiento de los datos en computadora y otras labores necesarias para ejecutar con éxito la topografía de construcción y el estacado. La topografía y el estaqueado intermedios no deben medirse para efectos de pago.

Pago

152.06. Las cantidades aceptadas y medidas, serán pagadas a los precios del contrato por unidad de medición, mediante los renglones de pago listados más adelante, según estén indicados en el cartel del proyecto. El pago constituirá compensación plena por el trabajo descrito en esta Sección. (Ver Subsección 109.05).

El renglón global de pago para la topografía de construcción y el estacado será cubierto como sigue:

(a) El 25 por ciento de la suma global, sin exceder el 0.5 por ciento del monto original del contrato, será pagado una vez que se haya completado el 10 por ciento del monto original del contrato, sin incluir movilización y pago por el material apilado.

(b) El pago de la porción remanente de la suma global será prorrateado según la porción del trabajo total completado.

El renglón de suma global por topografía y estacado de puentes y muros de retención será pagado con base en prorrateo, como sea procedente según el progreso del trabajo.

Los pagos serán hechos mediante los siguientes renglones de pago:

Renglón de pago	Unidad de medida
152.01 Topografía de construcción y estacado	Suma global
152.02 Estacas de talud, referencias y limpieza, chapeo y destronque	Kilómetro
152.03 Restablecimiento de la línea de centro	Kilómetro
152.04 Topografía y estaqueado de estructuras de drenaje	Unidad
152.05 Topografía y estaqueado para puentes	Suma global
152.06 Topografía y estaqueado para muros de retención	Suma global
152.07 Estacas de acabado de la rasante	Kilómetro
152.08 Monumentos y mojones permanentes	Unidad
152.09 Topografía y estacado misceláneo	Hora
152.10 Topografía y estacado misceláneo	Suma global

Sección 153.) CONTROL DE CALIDAD DEL PROYECTO

Descripción

153.01 Este trabajo incluye la obtención de muestras y realización de ensayos para el control de calidad del Proyecto, así como el suministro de la inspección y la administración del control, a efectos de asegurar que el trabajo se efectúe según los requerimientos del contrato.

Requerimientos para la Construcción

153.02 Plan de control de calidad. Antes de iniciar el trabajo, el Contratista debe presentar por escrito un plan de control de calidad para la aprobación del Contratante. Previa aprobación de éste, puede ser diferida la remisión del plan de control de calidad para los renglones del trabajo que no están programados inmediatamente al comienzo de las operaciones.

Adjunto al plan de control de calidad el Contratista debe remitir lo siguiente:

(a) Ensayos para control de los procesos. Lista de los materiales que serán ensayados, ensayos por ejecutar, localización de los puntos de muestreo y frecuencia de los ensayos.

(b) Procedimientos de inspección y control. En las diferentes fases de la construcción, deben realizarse las siguientes acciones:

(1) Fase preparatoria.

- (a) Revisar todas las exigencias del contrato.
- (b) Asegurarse de que todos los materiales por usar cumplen con las exigencias del contrato.
- (c) Coordinar todas las entregas de resultados de los ensayos, incluyendo las certificaciones de los materiales, cuando sea procedente.
- (d) Asegurarse de la capacidad del equipo y del personal para cumplir con las exigencias del contrato.
- (e) Asegurarse del cumplimiento de las especificaciones para los ensayos preliminares.
- (f) Coordinar el trabajo de topografía y colocación de estacas.

(2) Fase de inicio.

- (a) Revisar las exigencias del contrato respecto al personal que lo realizará.
- (b) Inspeccionar el trabajo en su inicio.
- (c) Establecer normas para el uso de la mano de obra.
- (d) Suministrar el entrenamiento que sea necesario al personal.
- (e) Establecer un programa de muestreo detallado basado en la producción contemplada en el programa de trabajo.

(3) Fase de producción.

- (a) Conducir la inspección esporádica o continua, durante la construcción, para identificar y corregir deficiencias.
- (b) Inspeccionar las fases terminadas antes de la aceptación programada con el Contratante.
- (c) Proveer retroalimentación y cambios al sistema para prevenir que se repitan deficiencias.

(c) Descripción de registros. Debe elaborarse una lista de los registros que se mantendrán en el proyecto.

(d) Competencia del personal.

(1) Deben documentarse el nombre, autoridad, experiencia relevante y competencia de la persona que tendrá la responsabilidad global del sistema de inspección.

(2) Deben documentarse el nombre, autoridad, experiencia relevante y competencia de todo el personal directamente responsable de la inspección y ensayos.

(e) Subcontratistas. Debe incluirse la labor de todos los subcontratistas. Si un subcontratista efectuará trabajos comprendidos en esta Sección, debe detallarse como éstos se incorporarán a los del Contratista y/o al de otros subcontratistas.

(f) Modificaciones al Plan de Control de Calidad. Pueden requerirse modificaciones en cualquier parte del Plan de Control de Calidad del Contratista por trabajos que no estén adecuadamente cubiertos. La aceptación del plan de control de calidad está basada en la inclusión de toda la información requerida. La aceptación no implica ninguna garantía para el Contratante de que el plan dará como resultado un cumplimiento consistente del contrato. Así, mantiene la responsabilidad del Contratista de demostrar tal cumplimiento.

No deben iniciarse los trabajos hasta que el plan de control de calidad sea aceptado.

El plan debe complementarse a medida de que el trabajo progrese y cada vez que el método de control de calidad o el personal involucrado cambien.

153.03 Ensayos. Los ensayos necesarios deben realizarse de acuerdo con el Plan de Control de Calidad aceptado. Las instalaciones de laboratorio deben mantenerse limpias y todo el equipo en condiciones apropiadas de trabajo. Debe permitirse acceso irrestricto para que el Contratante revise las instalaciones.

153.04 Registros. Los registros completos de los ensayos y de la inspección deben mantenerse accesibles para el personal del Contratante.

Para cada día de trabajo debe prepararse un *"Registro Diario de los Inspectores de las Operaciones de Construcción"* en un formulario aprobado por el Contratante. Debe incluirse la siguiente certificación firmada por la persona que tenga la responsabilidad global del Sistema de Inspección:

"Certifico que la información contenida en este registro es exacta y que todo el trabajo aquí documentado cumple con las exigencias del contrato. Cualquier excepción a esta certificación está documentada como parte de este registro."

El registro y la certificación deben remitirse al Contratante dentro del día laborable siguiente en que se llevó a cabo el trabajo. Si el registro está incompleto, errado, o de otra forma, errónea, una copia de éste debe ser retornada por el Contratante señalando las correcciones. Cuando aparezcan errores u omisiones de manera crónica, deben corregirse los procedimientos involucrados en estos registros.

Deben mantenerse gráficas lineales de control, que identifiquen el número del proyecto, el número del renglón de pago del contrato, el número del ensayo, cada uno de los parámetros de la prueba, los límites superior e inferior de la especificación aplicables a cada uno de ellos y los resultados de los ensayos. Las gráficas de control deben usarse como parte del Sistema de Control de la Calidad para documentar la variabilidad del proceso, para identificar los problemas de la producción y del equipo y para establecer los ajustes potenciales al factor de pago.

Las gráficas de control deben colocarse en un lugar accesible y mantenerse actualizadas a la fecha. Deben evidenciarse los ceses de producción y/o y las correcciones hechas al proceso cuando hayan ocurrido problemas.

153.05 Aceptación. El Sistema de Control de Calidad del Contratista debe ser evaluado según la Subsección 106.02 con base en la habilidad demostrada por éste para realizar un trabajo que cumpla con las exigencias del contrato.

Si los ensayos e inspección del Contratante indican que el Sistema de Control de Calidad del Contratista no es efectivo, éste debe hacer las mejoras necesarias para corregir estas deficiencias. El Contratante remitirá notificación escrita al Contratista sobre las modificaciones y mejoras inmediatas por realizar al sistema.

Medición

153.06. No debe hacerse ninguna medición relativa al control de calidad del Contratista para efectos de pago.

Sección 154.) MUESTREO Y ENSAYOS

Descripción

154.01 Este trabajo consiste en la obtención de muestras para la realización de ensayos. Cuando exista en el contrato un renglón de pago para ensayos realizados por medio del Contratista, este renglón cubre la ejecución y el correspondiente informe. No comprende los ensayos de Control de Calidad por el Contratista requeridos en la Sección 153. Sin embargo, incluye los ensayos pedidos en esta Sección con relación al Plan de Control de Calidad consignado en la Sección 153.

Requerimientos para la Construcción

154.02 Muestreo. El material por ensayar debe ser muestreado. El programa y frecuencia del muestreo deberá ser indicado por el Contratante, usando un sistema numérico aleatorio. En adición, debe muestrearse cualquier material que parezca ser defectuoso o diferente a material similar producido, a menos que éste sea removido previamente por el Contratista y reemplazado o corregido.

El muestreo y el cuarteado del material deben ser hechos en conformidad con las normas AASHTO u otros procedimientos aceptables. Debe permitirse al Contratante su presencia en todos los muestreos. Cuando sea requerido, el cuarteado se efectuará inmediatamente. Deben proporcionarse recipientes adecuados para la porción del Contratante de las muestras cuarteadas. Deben etiquetarse las muestras destinadas al Contratante.

154.03 Ensayos. Cuando exista un renglón de pago del contrato para la ejecución de ensayos por medio del Contratista incluido en él se efectuará toda labor requerida por las Tablas de Muestreo y Ensayo, según sea aplicable. Debe permitirse al Contratante la oportunidad de presenciar todos los ensayos. Para demostrar la bondad de estos ensayos, pueden ser ordenadas pruebas con muestras testigo.

154.04 Registros. El informe de los ensayos debe consignarse en fórmulas aceptables y aprobadas. El resultado de todos los ensayos debe entregarse en el tiempo mínimo razonable necesario para informarlos. Cuando los ensayos correspondan a material que está siendo incorporado a la obra, el informe del resultado de las pruebas debe entregarse dentro de las 24 horas siguientes a su

muestreo. El pago por avance de obra puede ser retenido o el trabajo suspendido, hasta que se suministre el resultado de tales ensayos.

154.05 Aceptación. El muestreo y ensayo a cargo del Contratista deben ser evaluados según las Subsecciones 106.02 y 106.04 con base en verificaciones de los ensayos por parte del Contratante.

Medición

154.06 Los ensayos realizados por el Contratista se miden como suma global.

Pago

154.07 La cantidad medida y aceptada, será pagada a los precios del contrato, por unidad de medida para los renglones de pago listados abajo, que deben aparecer en el cartel de la licitación. El pago será la compensación total por el trabajo prescrito en esta Sección. (Ver la Subsección 109.05).

La suma global será pagada al Contratista como sigue:

(a) El 25 por ciento de la suma global, que no exceda el 0.5 por ciento del monto original del contrato, después de que todos los elementos de ensayo estén en el lugar, haya sido identificado el personal calificado para ejecutar el muestreo, y los ensayos y el trabajo en este renglón hayan comenzado.

(b) El pago de la parte remanente de la suma global será prorrateado con base en las parcialidades de trabajo completadas.

El pago por todo o parte de este renglón puede ser retenido si la verificación que haga el Contratista invalida el resultado de los ensayos efectuados.

El pago será realizado mediante un renglón y en la unidad que se indica:

Renglón de Pago	Unidad de Medida
154.01 Ensayos por el Contratista	Suma global

Sección 155.) PROGRAMAS DE TRABAJO PARA LOS CONTRATOS DE CONSTRUCCIÓN

Descripción

155.01 Esta labor consiste en la programación y monitoreo de todas las actividades de construcción.

Requerimientos para la Construcción

155.02 General. Deben someterse a aprobación por el Contratante 3 copias del programa preliminar de construcción, por lo menos 7 días antes de la conferencia de preconstrucción.

Un programa preliminar de trabajo de construcción es una descripción escrita, con un desglose detallado de todas las actividades del contrato para efectuarse en los primeros 45 días siguientes a la emisión de la orden de proceder. Dentro de los 7 días posteriores a la reunión de preconstrucción, el programa preliminar de construcción será aceptado o rechazado. Si es rechazado, debe someterse a revisión un nuevo programa dentro de los siguientes 3 días. No puede iniciarse la obra, con excepción de la movilización, el control del tránsito y el trabajo establecido en la Sección 637, sin una aprobación preliminar del programa de trabajo de la obra.

Para desarrollar el programa de trabajo total de la obra, puede usarse cualquiera de estos procedimientos:

- Método del Diagrama de Barras (BCM)
- Método de la Ruta Crítica (CPM).

Debe incluirse en cada programa parcial de trabajo la información siguiente:

- (a) Nombre del proyecto
- (b) Número de contrato
- (c) Contratista
- (d) Tiempo total autorizado para ejecutar el contrato y fecha de su conclusión
- (e) Tipo de programa de trabajo (inicial o actualización)
- (f) Fecha efectiva de inicio del programa
- (g) Porcentaje del trabajo completado anteriormente.
- (h) Porcentaje del tiempo utilizado anteriormente.

Deben entregarse 3 copias del programa total de trabajo dentro de los 30 días siguientes a la emisión de la orden de proceder. El plazo para aceptación o

rechazo de este programa, o de sus revisiones, es de 14 días. Si es rechazado, debe someterse a aprobación un programa revisado dentro de los 7 días siguientes. No deben aparecer conflictos entre ninguna de las actividades programadas y el orden de los trabajos, conforme a las exigencias del contrato.

El programa debe mostrar la conclusión del trabajo dentro del tiempo autorizado en el contrato.

155.03 Método del Diagrama de Barras (BCM). El programa de trabajo de la obra presentado mediante este método (BCM) consiste en un diagrama de barras de progreso de las diferentes actividades y una descripción escrita.

(a) Diagrama de barras de progreso. Lo siguiente se aplica a la presentación inicial y a todas las actualizaciones:

(1) Una escala de tiempo que muestre el porcentaje del trabajo programado que será completado dentro del término del contrato.

(2) Definir y relacionar las actividades con los renglones de pago del contrato.

(3) Mostrar todas las actividades en el orden en que se realizará el trabajo, incluyendo fabricación y entregas.

(4) Mostrar todas las actividades críticas (mayores) que constituyan factores que determinan la terminación del trabajo.

(5) Mostrar el lapso necesario para llevar a cabo cada una de las actividades y su relación en el tiempo con las otras actividades.

(6) Mostrar el tiempo total programado para completar todo el trabajo.

(7) Contener suficiente espacio en cada una de las actividades para permitir 2 trazos adicionales, paralelos a la barra originalmente dibujada. Uno de los espacios será usado para la revisión del tiempo programado y el otro para mostrar el tiempo realmente utilizado en las diversas actividades.

(b) Descripción escrita. Debe entregarse una descripción escrita de las actividades mostradas en el diagrama de barras.

155.04 Método de la Ruta Crítica (CPM). El programa de trabajo de la obra CPM consiste de un diagrama, un programa tabulado y una narración escrita.

(a) Diagrama. Se usa el formato "*actividad-en-flecha*" para el diagrama de flechas, o el formato "*actividad-en-nodo*" para los diagramas de precedencia. Lo siguiente se aplica a la emisión inicial y a todas las actualizaciones:

- (1) Utilizar una escala de tiempo que muestre gráficamente el porcentaje del trabajo programado para ser completado en una fecha dada durante el tiempo del contrato.
- (2) Definir y relacionar las actividades con los renglones de pago del contrato.
- (3) Mostrar la secuencia e independencia de todas las actividades incluyendo fabricación y entregas.
- (4) Mostrar todos los nodos de actividad, la descripción de las actividades y las duraciones de cada una.
- (5) Mostrar toda la red de elementos, aún los no operacionales (sólo para diagramas de flechas).
- (6) Identificar la ruta crítica.

(b) Programa Tabulado. Los siguientes requerimientos se aplican al programa tabulado:

En los diagramas de flechas, la actividad mostrada comienza y termina en un nodo numerado. En los diagramas de precedencia, se elabora una lista de las actividades y se muestran los tiempos mínimo y máximo de ejecución de cada una de ellas. En estos diagramas deben mostrarse:

- (1) La duración de cada actividad.
- (2) Descripciones de las actividades.
- (3) Fechas de inicio y conclusión.
- (4) Fechas finales de inicio y conclusión.
- (5) Condición (crítica o no).
- (6) Holgura total.

(c) Descripción escrita. Debe suministrarse una descripción escrita de las actividades mostradas en el diagrama del programa de trabajo.

155.05 Descripción escrita. La descripción escrita debe contener la siguiente información:

- (a) Estimación de las fechas de inicio y conclusión de cada actividad.

- (b) Descripción del trabajo por ser realizado dentro de cada actividad, incluyendo el tipo y la cantidad de equipo, mano de obra y materiales que serán usados.
- (c) Ubicación en el proyecto del sitio en donde ocurre cada actividad.
- (d) Descripción del ritmo de producción planeado para las cantidades de los renglones de pago (p.e., metro cúbico de excavación por día / semana).
- (e) Descripción de los días de trabajo por semana, días feriados, número de turnos por día y número de horas por turno.
- (f) Estimación de cualquier período durante el cual una actividad estará inactiva o parcialmente inactiva; fechas de inicio y finalización para los casos de producción reducida o paralizada.
- (g) Fechas esperadas y críticas para la entrega del equipo o material que puedan afectar el tiempo para la conclusión del proyecto.
- (h) Fechas críticas de ejecución para mantener el programa de construcción.
- (i) Identificación del vendedor, proveedor, o subcontratista que realizarán alguna actividad. Manifieste todos los supuestos hechos en la programación del subcontratista o proveedor del trabajo.

155.06 Actualización del programa. El Programa de Trabajo de la obra debe ser revisado para verificar las fechas de terminación de todas las actividades, la duración remanente de las actividades incompletas y cualquier propuesta lógica y/o revisiones del tiempo estimado. Debe mantenerse informado al Contratante del Programa vigente de Trabajo de la obra y todos los cambios que se efectúen.

Deben entregarse 3 copias del Programa de Construcción actualizados al menos cada 8 semanas o cuando:

- (a) Ocurra un atraso en la conclusión de una actividad crítica (mayor).
- (b) Ocurra un atraso que cause un cambio en la ruta crítica del diagrama CPM o un cambio en una actividad crítica del diagrama BCM.
- (b) El proceso real del trabajo sea diferente al mostrado en el Programa vigente de la Obra.
- (c) Se produzca una adición, disminución o revisión de las actividades a causa de una modificación del contrato.

(d) Se efectúa un cambio lógico en el Programa de Trabajo.

155.07 Aceptación. Los programas de construcción serán evaluados según la Subsección 106.02.

Medición

155.08 Los programas de construcción se pagan como una suma global.

Pago

155.09 La cantidad aceptada, medida como se estableció arriba, será pagada al precio del contrato por unidad de medición para el renglón de pago abajo indicado, el que debe estar incluido en el Cartel de la Licitación. El pago será la compensación total por el trabajo descrito en esta Sección. (Ver la Subsección 109.05).

La suma global de pago por el Programa de Trabajo de la Obra se desglosará como sigue:

- (a) El 25 por ciento de la suma global, no excediendo el 0.5 por ciento del monto original del contrato, después de que el Programa de Construcción inicial sea aprobado.
- (b) El 50 por ciento de la suma global después de que el Programa de Construcción de la Obra sea aceptado.
- (c) El pago de la porción remanente de la suma global será prorrateado sobre la base del trabajo completado, con relación al total.

El pago será hecho mediante un Renglón y Unidad de Medida como sigue:

Renglón de Pago	Unidad de Medida
155.01 Programa de Construcción de la Obra	Suma global

Sección 156.) TRÁNSITO DEL PÚBLICO

Descripción

156.01 Esta actividad se refiere al control y protección del tránsito del público en lugares adyacentes a y dentro del proyecto.

Materiales

156.02 Se pagarán en conformidad al renglón:

- Control del tránsito temporal 635

Requerimientos para la construcción

156.03 Acomodo del tránsito durante el trabajo. El tránsito debe acomodarse de acuerdo con el plan de control del tráfico del contrato, MUTCD, Sección 635, y esta Sección. El Contratista puede someter a aprobación una propuesta alterna para el control del tránsito, de acuerdo a la Subsección 104.03, la que debe ser entregada al menos 30 días antes del uso pretendido.

El tránsito debe efectuarse de manera que asegure la seguridad y conveniencia del público y la protección de los residentes y la propiedad adyacentes al proyecto. El tráfico del público debe acomodarse en caminos adyacentes o dentro del proyecto hasta que éste sea aceptado de acuerdo con la Subsección 106.07(b).

156.04 Mantenimiento de los caminos durante el trabajo. El mantenimiento de los caminos involucrados en la construcción debe realizarse como sigue:

(a) Construir y remover caminos y puentes de desvío según sea requerido por el plan de control del tránsito.

(b) Mantener en adecuadas condiciones de tránsito las intersecciones con ferrocarriles, caminos, calles, negocios, lotes de aparcamiento, residencias, garajes, fincas y otros lugares semejantes.

(b) Mantenerse la vía de paso del tránsito razonablemente libre de polvo.

(d) Remover las acumulaciones de tierra y otros materiales de la vía de paso del tránsito.

Los caminos y los desvíos relacionados con la obra deben mantenerse permanentemente en condición segura y aceptable. Si en alguna de ellos se requiere una acción correctiva perentoria y ésta no es ejecutada inmediatamente por el Contratista, el problema puede ser enmendado directamente por el Contratante y el costo de la operación deducido de los montos adeudados por pagar al Contratista.

156.05 Mantenimiento de los caminos durante los períodos de paralización.

En los períodos en que el trabajo está suspendido, cualquiera que sea la razón, el Contratista debe continuar de igual manera con el mantenimiento de los caminos relacionados con la obra y con el control del tránsito para el público usuario.

156.06 Limitaciones en las operaciones de construcción. Cuando la carretera está abierta al público, las operaciones deben restringirse como sigue:

(a) El Contratista debe maniobrar el equipo únicamente en la dirección del tráfico, cuando esto sea práctico y posible.

(b) El Contratista debe instalar barreras permanentes para el tráfico dentro de los 30 días siguientes a la terminación de la superficie de rodamiento.

(c) Cuando los espaldones estén en proceso de construcción y la calzada se encuentre en servicio, y temporalmente ellos tengan un desnivel que exceda 50 milímetros con relación a la superficie de rodamiento, el Contratista debe colocar señales de alerta que así lo indiquen. Cuando la diferencia sea superior a 100 milímetros, el Contratista debe hacer un relleno en cuña con un talud de 1:3, con las correspondientes señales de advertencia de "*Espaldón bajo*". En todo caso, la construcción de los espaldones adyacentes a los carriles de tránsito en uso debe ser terminada con la misma elevación de la vía, dentro de los 14 días siguientes a la fecha en que ésta fue puesta en servicio.

(d) Deben proporcionarse carriles con un ancho mínimo de 3.0 metros. El Contratista debe utilizar barricadas, barriles u otros dispositivos aceptables, para delimitar los carriles de tránsito a través de las áreas en donde el borde del pavimento, o la ruta proyectada, ha desaparecido como consecuencia de las operaciones de construcción.

(e) El Contratista puede localizar áreas de depósito al menos a 10 metros de la vía usada por el tránsito, o detrás de las barreras protectoras colocadas. Debe obtener aprobación del Contratante para ubicar y acceder a esas áreas. El Contratista debe almacenar en estas áreas los dispositivos para el control del tránsito, cuando no estén en uso.

(f) El estacionamiento del equipo debe ser efectuado por lo menos a 10 metros de la vía de tránsito o detrás de barreras aceptables para el tránsito.

(g) Deben preverse radios de dos vías para la comunicación entre los guarda banderas y entre éstos y los carros pilotos, a menos que los guarda banderas puedan verse uno al otro y comunicarse por otro medio.

(h) Cuando se pase el tránsito de un carril restringido a la vía completa, debe suministrarse previamente personal adecuado para actualizar o relocalizar los dispositivos de control del tráfico.

(i) Las demoras causadas por las actividades de la construcción al tránsito del público por el proyecto, deben limitarse a un máximo de 30 minutos.

156.07 Operaciones nocturnas. Las operaciones de construcción deben llevarse a cabo básicamente durante las horas de luz natural (½ hora después del amanecer a ½ hora antes de la puesta del sol).

Cuando sean permitidas operaciones nocturnas, el Contratista debe someter a aprobación del Contratante un sistema de iluminación. Debe incluir los tipos de luminarias, localización y manera que las luces serán manejadas. El sistema propuesto debe someterse a aprobación al menos con 14 días de antelación al uso pretendido. Debe utilizarse una fuente independiente de iluminación que no sea las luces de los vehículos. No deben usarse luces incandescentes. El sistema de iluminación aprobado debe proveerse e instalarse de manera que cubra el área completa de trabajo. Las luces deben colocarse de manera que no encandilen a los motoristas que transitan en cualquier dirección. Si la operación cambia de lugar, las luces deben moverse al nuevo lugar. Debe proveerse iluminación en cada sitio donde haya un guarda bandera. Todos los equipos deben contar con un domo de luz exterior amarilla destellante.

156.08 Supervisor del tránsito y de la seguridad. El Contratista debe mantener un supervisor de tránsito y seguridad suficientemente calificado, que no debe ser el superintendente de la construcción. En la reunión de preconstrucción el Contratista deberá dar el nombre de éste supervisor, su dirección y el número (s) telefónico donde puede ser localizado durante las 24 horas del día. En todo momento, durante la vigencia del contrato, incluyendo los períodos de suspensión y paros en la obra, debe llevarse a cabo lo siguiente:

(a) Implementar los planes de control del tránsito.

(b) Coordinar las operaciones de control del tránsito, incluyendo las de los contratistas y proveedores.

(c) Asegurar la condición, posición y aplicabilidad de los dispositivos de control del tránsito en uso.

- (d) Corregir inmediatamente las deficiencias en el control del tránsito.
- (e) Coordinar el mantenimiento de las operaciones de control del tránsito con el Contratante.
- (f) Asegurar que los elementos de control de tránsito que no estén en uso, sean manejados y almacenados apropiadamente.
- (g) Conducir reuniones semanales de control del tránsito con los trabajadores de la construcción e invitar a ellas a representantes del Contratante.
- (h) Suministrar una certificación semanal de que las inspecciones y revisiones fueron realizadas y que los implementos de control del tránsito cumplen con las exigencias del contrato, incluir el número y tipos de implementos en uso e informar, todos los cambios o acciones correctivas tomadas para garantizar el paso seguro del público a través del proyecto.

156.09 Aceptación. El trabajo concerniente al tránsito del público será avaluado bajo la Subsección 106.02 y los implementos de control y los servicios, bajo la Sección 635.

156.10 Medición y pago La medición y pago de lo relativo al tránsito se hará como sigue. (Ver Subsección 109.05).

- Medir el control del tránsito según la Sección 635.
- Medir la disminución del polvo según la Sección 158 o 306.
- Medir la construcción de desvíos, cuando es requerido por el contrato, según los renglones de pago aplicables.

Sección 157.) CONTROL DE LA EROSIÓN DEL SUELO

Descripción

157.01 Este trabajo consiste en el suministro, construcción y mantenimiento permanente y temporal de las obras para el control de la erosión y del arrastre de sedimentos.

Materiales

157.02 Deben estar conformes con las siguientes Subsecciones:

Material de relleno	704.03
Empaques	713.13
Tubos de alcantarilla para el control de la erosión	713.15
Fertilizantes	713.03
Geotextiles	714.01
Colchonetas	629.02
Recubrimiento con pajote	713.05
Revestimiento con plástico	725.19
Escolleras	251.02
Sacos de arena	713.14
Semillas	713.04
Valla de obstrucción para cieno	713.16
Agua	725.01

Requerimientos para la construcción

157.03 General. Deben ejecutarse medidas de control permanentes y temporales para minimizar la erosión y sedimentación durante y después de la construcción de acuerdo con el plan de control de la erosión del proyecto, permisos del contrato, Sección 107 y esta Sección. El contrato permite modificaciones a las exigencias de esta Sección. No debe modificarse el tipo, tamaño o localización de cualquier control o práctica sin la aprobación del Contratante. El plan de control de la erosión del contrato debe reflejar especial preocupación y medidas para proteger los recursos naturales. Puede someterse a aprobación del Contratante una propuesta alternativa para el control de la erosión, con todos los permisos necesarios, de acuerdo con la Subsección 104.03. Las propuestas para el control de la erosión deben presentarse al menos 30 días antes de su uso pretendido.

Cuando las medidas y obras para el control de la erosión no funcionan satisfactoriamente, deben tomarse inmediatamente las acciones correctivas.

157.04 Controles y limitaciones en el trabajo. Antes remover la maleza y construir la explanación, deben llevarse a cabo todos los trabajos necesarios para controlar la erosión alrededor del perímetro del proyecto, incluyendo barreras filtrantes, desviaciones y estructuras para asegurar dicho control.

Las operaciones combinadas de remoción de maleza y construcción de la explanación deben limitarse a un área de 30.000 metros cuadrados de suelo expuesto a la vez.

Para la ejecución de las medidas de control de la erosión y de los sedimentos debe procederse como sigue:

- (a) Implementar controles temporales de la erosión en etapas progresivas, conforme progresa la construcción.
- (b) Construir obras temporales como drenajes en las laderas, canales de desvío y bermas de tierra para proteger áreas y pendientes perturbadas.
- (c) a menos que en el contrato se identifique una estación climática para la siembra, coloque césped de manera permanente en los taludes terminados, a las zanjas y cunetas dentro de los 30 días siguientes a su construcción, de acuerdo con las Secciones 624 y 625.
- (d) Colocar recubrimientos temporales, u otras medidas aprobadas, para estabilizar el suelo en áreas alteradas, que vayan a permanecer expuestas por más de 30 días.
- (e) Construir protecciones a la salida de alcantarillas y otras estructuras tan pronto como estén terminadas.
- (f) Construir obras de control permanentes para la erosión, incluyendo revestimiento de canales y tratamientos de las laderas tan pronto como sea practicable o en el momento en que se termine el firme.
- (g) Construir y mantener controles de la erosión en y alrededor de los apilamientos de suelo para prevenir la pérdida de material.
- (h) Como final de las operaciones de excavación de cada día, debe conformarse el área en que se está realizando el movimiento de tierra para minimizar y controlar la erosión a consecuencia de corrientes de agua producto de eventuales tormentas.

157.05 Barreras Filtrantes. Deben construirse barreras para filtrar el sedimento arrastrado por las escorrentías, las que pueden consistir en vallas de cieno, fardos de maleza y ramas de árboles, producto de las operaciones de limpieza, chapeo y destronque, para construir estas barreras.

157.06 Estructuras de retención de sedimentos. Deben construirse estructuras de retención de sedimentos de los siguientes tipos:

(a) Trampas temporales de sedimentos. Deben construirse trampas temporales de sedimentos para detener la escorrentía de áreas alteradas y detener el sedimento. Debe proveerse protección a la salida del agua.

(b) Estanques para sedimentos. En áreas grandes de drenaje, deben construirse estanques para almacenar las escorrentías y asentar los sedimentos. Los estanques para sedimentos deben construirse de conformidad con la Sección 204. Las tuberías necesarias de acuerdo con la Sección 602. A la salida de las aguas debe proveerse la debida protección.

157.07 Protección de la salida de la corriente. Deben construirse recubrimientos de escollera o estanques para reducir la velocidad del agua y prevenir el deterioro del terreno a la salida de la corriente en las estructuras temporales y permanentes de control de la erosión. La escollera debe construirse conforme a la Sección 251.

157.08 Pasos de agua. Deben construirse alcantarillas de tubo provisionales en los sitios en donde los vehículos empleados en la construcción atraviesan temporalmente una vía fluvial.

157.09 Desvíos. Deben construirse canales y alcantarillas temporales, bermas de tierra o colocar sacos de arena para desviar el agua alrededor de áreas perturbadas o taludes. Deben utilizarse canales y alcantarillas temporales, bombas, sacos de arena u otros métodos para desviar el flujo de corrientes a las instalaciones permanentes de alcantarillas y otras obras. Los canales deben estabilizarse de acuerdo a lo establecido en la Subsección 157.10. Debe proveerse protección a la salida del agua.

157.10 Corrientes de agua y Protección y Estabilización de Taludes. Deben utilizarse revestimientos de plástico, escolleras, diques de control, colchonetas y esteras de control de erosión y drenajes temporales de los taludes, de acuerdo a lo siguiente:

(a) Revestimientos de plástico. Deben usarse revestimientos de plástico para proteger el suelo subyacente de la erosión. Colocar el revestimiento de plástico flojamente sobre una superficie de suelo lisa libre de proyecciones o depresiones que puedan causar agujeros o rasgaduras. Las juntas transversales deben traslaparse un mínimo de 1 metro en la dirección del flujo. No deben usarse juntas longitudinales. El revestimiento debe anclarse en el lugar usando escolleras.

(b) Escolleras. Las escolleras para el recubrimiento de los canales deben construirse de acuerdo a la Sección 251.

(c) Diques de control. Deben utilizarse escolleras, sacos de arena o bermas de tierra para presas temporales para reducir la velocidad de la escorrentía en zanjas y cunetas.

(d) Colchonetas y esteras. Deben utilizarse colchonetas y esteras de paja para el control de la erosión, esteras para revegetación, revestimientos con fibra de vidrio y mallas tejidas con paja o material sintético para estabilizar las vías de agua y las pendientes antes o después de que se ha hecho la siembra definitiva de césped u otra vegetación. Debe instalarse de acuerdo con la Sección 629.

(e) Drenaje temporal de taludes. Deben utilizarse tubos drenantes, escolleras o recubrimientos plásticos en las vías de agua para el drenaje temporal de taludes a los canales de conducción de la escorrentía. Canalice el agua al drenaje del talud con una berma de tierra construida en la parte superior del corte o relleno. Los drenajes del talud deben anclarse a la ladera. Debe proveerse protección a la salida del agua.

157.11 Plantación Temporal de Césped. Debe aplicarse semilla, fertilizantes y recubrimiento con pajote para proteger al suelo de la erosión en la proporción mostrada en la Tabla 157-1. Las áreas sembradas deben protegerse y cuidarse, incluyendo el riego de agua, hasta que el césped permanente se establezca en su lugar.

Tabla 157-1

Proporciones de Aplicación para Colocación de Césped Temporal

Material	Proporción de la Aplicación Kg/ha
Semillas	40
Fertilizantes	375
Pajote 40±10 mm profundidad	1500

157.12 Inspección y Reporte. Todas las obras para el control de la erosión deben inspeccionarse al menos cada 7 días, dentro de las 24 horas siguientes a la caída de 50 milímetros de lluvia en un período de 24 horas, y cuando sea requerido por los permisos concedidos a causa del contrato.

Dentro de las 24 horas, entregue los reportes de inspección a la Oficina Contratante, los que deben incluir lo siguiente:

- (a) Resumen de la inspección.
- (b) Nombres del personal que realizó la inspección.
- (c) Fecha y hora de la inspección.
- (d) Observaciones hechas.
- (e) Acción correctiva necesaria, acción tomada y fecha y hora de la acción.

157.13 Mantenimiento y Limpieza. Las medidas de control temporal de la erosión deben ser mantenidas en condiciones de trabajo hasta que el proyecto sea terminado o las medidas no sean más necesarias.

Las facilidades para el control de la erosión deben limpiarse cuando estén llenas de sedimento hasta la mitad.

Pueden utilizarse los sedimentos en la obra, si fueran aceptables, o disponerse de ellos de acuerdo con la Subsección 204.14.

Aquellas medidas para el control de la erosión que no pueden ser mantenidas deben ser reemplazadas, al igual que aquellas que son dañadas por las operaciones de construcción.

Deben removerse y disponerse de las medidas para el control temporal de la erosión cuando el césped está satisfactoriamente establecido y las cunetas y los canales de drenaje están recubiertos y estabilizados. La remoción y disposición de las medidas de control de la erosión debe ser hechas de acuerdo a la

Subsección 203.05. Debe restaurarse el terreno a su condición natural o proyectada y proveer medidas de control de la erosión permanentes.

157.14 Aceptación. El material para las medidas de control de la erosión será evaluado bajo las Subsecciones 106.02 y 106.03.

La construcción, mantenimiento y remoción de las medidas de control de la erosión del suelo serán evaluados bajo las Subsecciones 106.02 y 106.04. El geotextil será evaluado bajo la Sección 207.

Medición

157.15 Deben medirse los siguientes renglones de pago, cuando sea ordenado así por la Oficina Contratante y hayan sido instalados o construidos. No deben medirse para efectos de pago los renglones que hayan sido reemplazados. Medir las valla de obstrucción para cieno, barreras de vegetación (matorrales), drenajes de taludes, bermas de tierra y alcantarillas de tubo temporales por metro.

Medir los fardos, presas de control, sacos de arena, trampas de sedimentos y empaques para juntas de tubería por unidad.

Medir el revestimiento con plásticos por metro cuadrado, excluyendo los traslapes.

Medir la colocación de césped por hectárea sobre la superficie del terreno, o por kilogramo. Cuando la medición es por kilogramo, debe pesarse la semilla en kilogramos.

Medir la excavación para los canales de desvío y estanques de sedimento bajo la Sección 204.

Medir la escollera bajo la Sección 251.

Medir los canales pavimentados permanentemente bajo la Sección 608.

Medir los taludes pavimentados permanentemente bajo la Sección 616.

Medir el suelo vegetal bajo la Sección 624.

Medir el césped colocado de manera permanente bajo la Sección 625.

Medir las colchonetas bajo la Sección 629.

Pago

157.16 Las cantidades aceptadas, medidas como se indica arriba, serán pagadas al precio del contrato por unidad de medida para los renglones de pago listado abajo cuando estén indicados en el cartel de licitación. El pago será la compensación total para el trabajo prescrito en esta Sección. Ver la Subsección 109.05.

Los pagos por progreso por las medidas para el control de la erosión serán hechos como sigue:

(a) 50 por ciento del precio unitario del contrato para cada uno de los renglones de pago en el momento de la instalación.

(b) 25 por ciento del precio unitario del contrato para cada uno de los renglones de pago será pagado cuando se complete el 50 por ciento del monto del contrato.

(c) El pago de la porción remanente del precio unitario del contrato para cada uno de los renglones de pago será pagado cuando las medidas de control de la erosión temporales sean removidas del proyecto.

Los pagos serán hechos bajo:

Renglones de Pago	Unidad de Medida
157.01 Plantación temporal de césped	Kilogramo
157.02 Plantación temporal de césped	Hectárea
157.03 Valla de obstrucción para cieno	Metro
157.04 Barreras de maleza	Metro
157.05 Drenajes de taludes	Metro
157.06 Bermas de tierra	Metro
157.07 Tubo de alcantarilla temporales	Metro
157.08 Fardos (<i>describir</i>)	Unidad
157.09 Presas de control	Unidad
157.10 Sacos de arena	Unidad
157.11 Trampas de sedimento	Unidad
157.12 Empaques para juntas de tubería	Unidad
157.13 Revestimientos con plástico	Metro cuadrado

Sección 158.) APLICACIÓN DE AGUA PARA CONTROL DEL POLVO

Descripción

158.01 Este trabajo consiste en el suministro y aplicación de agua para el control del polvo causado por el trabajo y el tránsito del público.

Materiales

158.02 Conformes con la siguiente Subsección:

Agua 725.01

Requerimientos de la Construcción

158.03 General. Debe proveerse un suministro adecuado de agua y el riego cuando sea necesario a cualquier hora (incluyendo noches, fines de semana y períodos de no trabajo) para el control del polvo. El agua debe aplicarse uniformemente usando distribuidores del tipo de presión, con tubería equipada con sistemas de rocío o mangueras con boquillas.

(a) Control de polvo del proyecto para beneficio del público. Debe controlarse el polvo dentro de los límites de la construcción a todas horas mientras el proyecto esté abierto al tránsito del público. Cuando el proyecto no está abierto al tránsito del público, debe controlarse el polvo en las áreas del proyecto en donde existan viviendas habitadas en la vecindad o lugares de negocios. El control del polvo también debe ejecutarse en desvíos aprobados activos, habilitados para el proyecto. El agua debe aplicarse en los lugares, cantidad y frecuencia ordenados por el Ingeniero.

(b) Otros sitios de control del polvo. El polvo debe controlarse también en los caminos de acarreo activos, en tajos y en áreas de aparcamiento del equipo; y en el proyecto, durante todos los períodos no cubiertos en (a) arriba.

158.04 Aceptación. El suministro y riego del agua será evaluado bajo la Subsección 106.02.

Medición

158.05 Cuando el riego de agua para el control del polvo sea hecho de acuerdo con la Subsección 158.03(a), la medición se hará por metro cúbico en el vehículo de acarreo o mediante aforo durante el suministro. No mida para pago el agua aplicada según la Subsección 158.03(b).

Pago

158.06 Las cantidades aceptadas, medidas como se establece arriba, serán pagadas al precio del contrato por unidad de medición según la lista de renglones de pago mostrada en el cartel de la obra. El pago será la compensación total para el trabajo prescrito en esta Sección. Ver Subsección 109.05.

El pago será hecho bajo:

Renglón de Pago

Unidad de Medida

158.01 Riego de agua para el control del polvo,

Metro cúbico

DIVISION 200

Movimiento de Tierra

DIVISIÓN.) 200 MOVIMIENTO DE TIERRA

Sección 201.) LIMPIEZA Y DESMONTE

Descripción

201.01 Este trabajo consiste en el desmonte, tala, remoción y eliminación de toda la vegetación y desechos dentro de los límites señalados en los planos o indicados por el Contratante, excepto los elementos que se haya decidido que permanezcan en su lugar o que deban ser eliminados de acuerdo con otras secciones de estas Especificaciones. Este trabajo incluirá la conservación adecuada de toda la vegetación y objetos destinados a permanecer en el sitio para evitar evitando su daño o deformación.

Materiales

201.02 La renovación de los elementos citados se efectuará de acuerdo a las siguientes Subsecciones:

- Material de Relleno	704.03
- Árboles	713.08(g)

Requerimientos para la limpieza y desmonte

201.03 General. Se tomarán las medidas necesarias para el control de la erosión, de acuerdo a la Sección 157. El trabajo se realizará dentro de los límites designados. El Contratante establecerá los límites de la obra y especificará todos los árboles, arbustos, plantas y objetos que deben permanecer en el sitio y que el Contratista deberá preservar. Cuando algún árbol que se desee conservar sufra cortaduras deberá usarse como protección una pintura a base de asfalto especialmente preparada para dicho propósito. Esta pintura deberá ser aprobada por el Contratante.

201.04 Desmonte. Dentro del concepto de desmonte se eliminarán árboles, matorrales, madera tumbada y otra vegetación como se indica a continuación:

- (a) Los árboles se cortarán de modo que caigan dentro de los límites del área limpieza.
- (b) En áreas con bordes de taludes redondeados, los troncos serán cortados a nivel o debajo de la rasante final.

- (c) En áreas fuera de la excavación, en rellenos y taludes con bordes redondeados se cortarán los troncos a no más de 150 mm sobre el nivel del terreno.
- (d) Las ramas de árboles que sobresalgan sobre la calzada y espaldones de la carretera se podarán para que queden a una altura libre de 6 metros. Si es necesario, se removerán otras ramas para obtener una buena apariencia.

201.05 Desraizar. El desraizado se efectuará hasta una profundidad suficiente para remover raíces, troncos enterrados, musgo, césped y otros escombros vegetales, como se indica a continuación:

- (a) En todas las áreas por excavarse, excepto en los taludes de corte con bordes redondeados.
- (b) En todas las áreas situadas fuera de los límites de excavación y terraplenado, todo tronco u objeto sólido no perecedero, será recortado a no más de 150 mm de la superficie del terreno original, en cuyo caso se cubrirán con un metro de relleno como mínimo y se podrán dejar en sitio.
- (c) El destronque y desenraice de bancos de préstamo, cambios de cauce y zanjas, será necesario solamente hasta la profundidad requerida dentro de dichas áreas.
- (d) Los hoyos de los troncos y otros que resulten del desmonte, se rellenarán con material adecuado hasta el nivel del terreno en sus alrededores, de acuerdo a la Subsección 209.10. y el relleno se compactará según la Subsección 209.11
- (e) En las zonas que tengan que ser excavadas, los hoyos de los tocones y otros hoyos que queden al sacar las obstrucciones, deben rellenarse con material apropiado y apisonado.

201.06 Desechos. La madera aprovechable que se encuentre dentro del área a ser despejada es propiedad del Contratista quien debe disponer la limpieza y desmonte de escombros de acuerdo a la Subsección 203.05. En el caso donde las Especificaciones Especiales o el Cartel de Licitación diga lo contrario, la madera será removida y entregada al Contratante.

201.07 Aceptación. La limpieza y el desmonte se evaluarán en conformidad a la Subsección 106.02.

Los materiales para proteger árboles dañados se evaluarán según se dispone en la Subsección 106.03.

El relleno y compactación de los hoyos de desmonte y destronque se evaluarán según indica la Sección 209.

Medición

201.08 La medición de la limpieza y desmonte se efectuará por hectárea o por suma global. No se harán reducciones del área a menos que aquellas que excluidas o identificadas en el contrato.

La limpieza y el desmonte de fuentes de materiales de préstamo no se incluirá para efectos de pago.

Pago

201.09 La cantidad de trabajo aceptada, medida como se indicó, se pagará de acuerdo al precio unitario de contrato usando los renglones de pago indicados a continuación. El pago compensará totalmente los trabajos descritos en esta Sección (ver Subsección 109.05).

El pago se hará del siguiente modo:

Renglón de Pago	Unidad de Medida
201.01 Limpieza y Desmonte	Hectárea
201.02 Limpieza y Desmonte	Monto Global
201.03 Remoción de arboles de gran tamaño	Unidad

Sección 202.) LIMPIEZA Y DESMONTE ADICIONAL

Descripción

202.01 Este trabajo consiste en la limpieza y desmonte que se efectúen fuera de los límites especificados en la Sección 201. Incluye la limpieza para mantener la visibilidad del claro, la eliminación de vegetación que obstaculice la visibilidad, y el retiro de árboles y troncos que resulte pertinente.

202.02 Definiciones

- a) **Limpieza seleccionada.** Limpieza donde se haya determinado que permanezcan algunos árboles y/o otra vegetación.
- b) **Limpieza seleccionada y desmonte.** Limpieza y desmonte donde se ha determinado que permanezcan algunos árboles y/o otra vegetación.
- c) **Limpieza especial y desmonte.** Limpieza y desmonte en que todos los árboles y/ o la vegetación son removidos.
- d) **Remoción de árboles individuales o de tocones.** Remoción de árboles individuales o tocones fuera de los límites de limpieza señalados en la Sección 201 o fuera de las áreas señaladas de a) a c) en este párrafo.

Requerimientos para la construcción.

202.03 General. Limpiar y desmontar según la sección 201 excepto según lo modificado adjunto. No empuje, no tire, ni derribe los árboles indicados para permanecer. Remueva los escombros señalados usando métodos que prevengan daños a la vegetación no señalada para ser removida. Proceda a la limpieza y desmonte de los escombros según la subdivisión 203.05

202.04 Limpieza Seleccionada. Limpie y disponga de todos los árboles, nudos, madera tumbada y de otra vegetación señalada para ser removida.

202.05 Limpieza Seleccionada y Desmonte. Limpie, desmonte y disponga de todos los árboles, nudos, madera tumbada, troncos, raíces, registros enterrados, musgo, césped, hierba y de otra vegetación señalada para ser removida.

202.06 Limpieza Especial y Desmonte. Limpie, desmonte y disponga de todos los árboles, nudos, madera tumbada, troncos, raíces, registros enterrados, musgo, césped, hierba y de otra vegetación.

202.07 Remoción de Arboles Individuales o de troncos. Limpie y disponga de todos los árboles o tocones indicados.

202.08 Aceptación. La limpieza adicional y el desmonte se evaluarán bajo subsección 106,02 y sección 201.

Medición

202.09 Mida la limpieza seleccionada, la limpieza seleccionada y el desmonte y la limpieza especial y el desmonte por hectárea.

Mida la remoción de árboles individuales por el metro cuadrado basado en el diámetro promedio del corte. No mida los árboles cortados de menos de 150 milímetros de diámetro para efecto de pago.

Mida la remoción de tocones individuales por unidad.

Pago

202.10 Las cantidades aceptadas anteriormente, se pagarán al precio de contrato usando la unidad de medida para los renglones de la siguiente lista y que fueron indicados en los documentos de licitación. El pago será compensado de acuerdo al trabajo prescrito en esta sección. Vea la subsección 109,05.

El pago se hará bajo los siguientes renglones de pago:

Renglón de Pago	Unidad de Medida
20201 Limpieza selectiva	Hectárea
20202 Limpieza selectiva y desmonte	Hectárea
20203 Limpieza especial y desmonte	Hectárea
20204 Remoción individual de árboles	Unidad
20205 Remoción individual de troncos	Unidad

Sección 203.) ELIMINACIÓN DE ESTRUCTURAS, SERVICIOS EXISTENTES Y OBSTÁCULOS

Descripción

203.01 El trabajo consiste en la remoción y eliminación de construcciones, vallas, estructuras, pavimentos, tuberías abandonadas, postería, alcantarillas, aceras y otras obstrucciones. Incluye además la recuperación de estructuras para ser utilizadas en otro sitio.

Materiales

203.02 Conforme la siguiente sección y subsección:

Material de Relleno	704.03
Concreto	601

Requerimientos para la construcción

203.03 Material Recuperado. Se pueden recuperar con razonable cuidado, todos los materiales indicados. Principalmente la recuperación se puede aplicar en secciones o piezas transportables.

203.04 Material Removido. Los puentes, alcantarillas, pavimentos y otras estructuras para desagüe que estén en servicio para el paso (o tránsito) no deberán ser removidos hasta tanto no se hayan hecho los arreglos y facilidades para no interrumpir el tránsito normal

A no ser que el ingeniero o las Especificaciones Especiales lo dispongan los cimientos de las estructuras existentes deberán ser demolidos hasta el fondo natural o lecho del río o arroyo y las partes de la subestructura que se encuentren fuera de la corriente, se demolerán hasta por lo menos 0.30 metros por debajo de la superficie natural del terreno.

En el caso que tales partes de las estructuras existentes estuvieron en todo o en parte dentro de los límites de la construcción de la nueva estructura, serán demolidas hasta donde indique el ingeniero, para permitir la construcción de la estructura nueva.

Los puentes de acero o madera, que se especifica sean recuperados, deberán ser desmantelados, desarmados y desmontados cuidadosamente sin causar daño a las partes para facilitar su montaje en el nuevo sitio. La operación de señalamiento de las partes podrá eliminarse por autorización del ingeniero. Todo el material rescatado deberá almacenarse según queda especificado en el artículo 202.02.

203.05 Material de Desecho. Cuando sea económica y prácticamente factible, se debe indicar al contratista que el material debe ser reciclado. Se debe disponer de los escombros y del material en exceso y no adecuado del siguiente modo:

(a) Material removido del proyecto. Recicle o disponga del material legalmente fuera del proyecto. Suministre una declaración documentada sobre la naturaleza y cantidad del material procesado o vendido para reciclar. De otra manera, suministre una copia firmada del acuerdo sobre la disposición del material antes que esto se haga.

(b) Material quemado Obtenga los permisos necesarios para quemar. Suministre una copia de estos permisos antes de iniciar este proceso.

Queme usando procesos de alta intensidad de quemado que produzcan pocas emisiones. Por ejemplo, incineradores, altos apilamientos o trincheras y diques para quemado con entradas suplementarias de aire a presión. Provea un inspector competente durante las operaciones de quemado.

Cuando el quemado se complete, extinga el fuego de modo tal que no permanezcan escombros encendidos. Disponga del material no quemado de acuerdo al punto (a) anterior.

(c) Material enterrado Entierre los escombros en trincheras o zanjas en áreas aprobadas dentro del derecho de vía. No entierre escombros dentro de los límites del prisma de la vía, debajo de diques de drenaje o ninguna área sujeta a flujo libre de agua.

Coloque los escombros en capas intercaladas con suelo. Las capas intercaladas consisten en 1 metro de escombros cubiertos con 0.5 metros de suelo. Distribuya los tocones, troncos y otras piezas grandes formando una masa densa y minimizando los vacíos de aire. Llene todos los vacíos. Cubra la capa enterrada superior de escombros con al menos 0.5 metros de suelo compactado. Nivele y conforme el área.

(d) Material peligroso Suministre una copia de los permisos para disponer del material. Disponga del material de acuerdo a las regulaciones nacionales o locales.

203.06 Aceptación. La remoción de estructuras y obstáculos se evaluarán bajo la Sección 209. El concreto se evaluará bajo la Sección 601

Medición

203.07 La remoción de estructuras y obstáculos se hará en cada caso por metro, por metro cuadrado o por suma global. Se debe medir la remoción por metro o por metro cuadrado antes de la remoción.

Pago

203.08 Las cantidades aceptadas, medidas como se indicó, se pagará de acuerdo al precio unitario de contrato utilizando los renglones de pago indicados a continuación y según los documentos de licitación. El pago compensará totalmente los trabajos descritos en esta Sección. Ver Subsección 109.05.

El pago se hará del siguiente modo:

Renglón de Pago	Unidad de Medida
20301 Remoción (<i>descripción</i>)	Unidad
20302 Remoción (<i>descripción</i>)	Metro
20303 Remoción (<i>descripción</i>)	Metro Cuadrado
20304 Remoción (<i>descripción</i>)	Suma Global
20305 Remoción de estructuras y obstáculos	Suma Global

Sección 204.) EXCAVACIÓN Y TERRAPLENADO

Descripción

204.01 Este trabajo consiste en la excavación de material y la construcción de terraplenes. Esto incluye el suministro, acarreo, acopio, colocación, desecho, formación de taludes, conformación, compactación y acabado de material de tierra y rocoso.

204.02 Definiciones.

(a) Excavación.- La excavación consiste en lo siguiente:

(1) Excavación en la Vía. Se refiere a todo el material excavado dentro de los límites del Derecho de Vía o dentro de las áreas de servidumbre, exceptuando la subexcavación descrita en el numeral (2) más adelante y la excavación estructural tratada en la Sección 208 y 209. La excavación en la vía incluye todo el material encontrado independientemente de su naturaleza o características.

(2) Subexcavación. Se refiere al material excavado de abajo del nivel de la subrasante, en tramos de corte, o de abajo del terreno original, en tramos de terraplén. La subexcavación no incluye el trabajo requerido en los Artículos 204.05, 204.06 (b) y 204.06 (c).

(3) Excavación de Préstamo. Este es material usado en la construcción de terraplenes y es obtenido de lugares fuera del prisma de la vía. La excavación de préstamo incluye préstamo no clasificado, préstamo selecto y material selecto para la capa superior de la terracería o terraplén.

(b) Construcción de Terraplenes. La construcción de terraplenes consiste en la colocación y compactación de los materiales excavados en la vía o en bancos de préstamo. Este trabajo incluye:

- (1)** Preparación de la cimentación de terraplenes.
- (2)** Construcción del terraplén de la vía.
- (3)** Construcción de escalones (hamacas) para terraplenes a media ladera.
- (4)** Construcción de diques, rampas, promontorios y bermas.
- (5)** Rellenado de áreas subexcavadas, hoyos, fosos y otras depresiones.

(c) Material para Terraplenes.- Los materiales para la construcción de terraplenes son:

- (1) Roca.-** Se entiende por roca el material que contiene 25 por ciento o más, en volumen, de pedazos de roca mayores de 100mm de diámetro.
- (2) Tierra.-** Se le aplica este término al material que contiene menos del 25 por ciento, en volumen, de pedazos de roca de más de 100mm de diámetro.

(d) Tierra Vegetal Conservada.- Este es material excavado y conservado de la excavación en la vía y de las áreas de la cimentación del terraplén, que es apropiado para el crecimiento de hierba, siembras de cobertura o vegetación nativa. Este material

debe ser razonablemente libre de suelo duro, roca, arcilla, sustancias tóxicas, basura y otro material perjudicial.

(e) Desperdicio.- Se llama así a material sobrante (o extra) del balance entre excavación y terraplenado, o material inadecuado o material de subexcavaciones que no se puede usar en otro trabajo del Proyecto.

Materiales

204.03 Los materiales deberán cumplir con lo estipulado en los siguientes artículos:

Material de Relleno	704.03
Préstamo Selecto	704.07
Material selecto para corona del terraplén	704.08
Corona	704.05
Préstamo no Clasificado	704.06
Agua	725.01

Requerimientos para la Construcción

204.04 Preparación para la Excavación en la Vía y la Construcción de Terraplenes.

El área deberá ser despejada de vegetación y obstrucciones de acuerdo con las secciones 201 y 202.

204.05 Conservación de Tierra Vegetal. La tierra vegetal procedente de la excavación de la vía y de las áreas de la cimentación de los terraplenes, deberá ser conservada. La tierra vegetal conservada será amontonada en camellones de baja altura ubicados inmediatamente más allá de los límites de redondeo de los taludes de cortes y terraplenes o en otros lugares aprobados. La tierra vegetal será separada de todo otro material excavado.

La tierra vegetal conservada será colocada sobre los taludes terminados, de acuerdo con la Sección 624.

204.06 Excavación de la Vía. Excavar en la forma siguiente:

(a) Generalidades.- No perturbar el material o la vegetación existentes fuera de los límites de la construcción.

El material adecuado para rellenar estructuras, acabado de la superficie de la vía, coronamiento de la terracería u otros propósitos, se deberá excavar en una secuencia que permita la colocación del material excavado directamente en su posición final o en montones para su colocación posteriormente.

Incorporar en los terraplenes solo material adecuado. Reemplazar cualquier faltante de material adecuado causado por la disposición prematura de material excavado en la

vía. Desechar material inadecuado o excavado en exceso de acuerdo con el Subsección 203.14.

Al final de cada día de operaciones, se deberán conformar y compactar las áreas trabajadas para proveer drenaje y una sección transversal uniforme. Eliminar todo surco y puntos bajos que pudieran retener agua.

(b) Cortes en Roca. La roca será volada de acuerdo con la Sección 205. Los cortes en roca serán excavados hasta 150mm por debajo de la subrasante del Proyecto, dentro de los límites de la corona de la vía. Rellenar hasta el nivel de la subrasante con material de corona u otro material adecuado. Compactar el material de acuerdo al Artículo 204.11.

(c) Cortes en Tierra. Los cortes en tierra serán escarificados hasta una profundidad de 150 mm debajo de la subrasante, dentro de los límites de la corona de la vía. Compactar el material escarificado de acuerdo con el Subsección 204.11.

204.07 Subexcavación. Excavar el material existente dentro de los límites mostrados en los planos o designados por el Contratante. Cuando sea aplicable, tomar secciones transversales de acuerdo a la Sección 152. Evitar que material inadecuado llegue a mezclarse con material de relleno. Desechar el material inadecuado de acuerdo con el Subsección 204.14. Rellene la subexcavación con material adecuado. Compacte el material de acuerdo a la Subsección 204.11.

204.08 Excavación de Préstamo. Todo el material adecuado excavado en la vía deberá ser utilizado en la construcción de terraplenes. El Contratista no deberá usar excavación de préstamo si ello va a resultar en una excavación extra en la vía; Si el Contratista contraviene esta disposición, la excavación extra de préstamo que resulte, le será deducida de la cantidad total de excavación de préstamo.

El Contratista deberá obtener la aprobación del banco de préstamo de acuerdo con lo estipulado en el subsección 105.02 y desarrollar y restaurar los bancos de préstamo según lo estipulado Subsección 105.03. El Contratista no deberá excavar más allá de los límites establecidos. Cuando sea aplicable, el Contratista deberá conformar el banco de préstamo para permitir la medición exacta cuando la excavación haya sido completada.

204.09 Preparación de la Cimentación para la Construcción del Terraplén. Se procederá en la forma siguiente:

(a) Terraplén de menos de 1 metro de altura sobre el terreno natural. Desmenuzar completamente la superficie del terreno despejado hasta una profundidad mínima de 150 mm. arándola o escarificándola y compactar la superficie del terreno de acuerdo con el Artículo 204.11.

(b) Terraplén de menos de 50 cm de altura sobre una superficie de camino existente de concreto, asfáltico o de grava. Escarificar el camino de grava hasta una profundidad mínima de 150 mm. Escarificar o pulverizar la superficie de caminos asfálticos o de concreto hasta una profundidad de 150 mm. y

reduzca el tamaño de las partículas a menos de 150 milímetros, por medio de arado o escarificador para obtener un material uniforme. Compactar la superficie del terreno de acuerdo al Artículo 204.11.

(c) Terraplén sobre terreno incapaz de soportar el equipo. Volcar cargas sucesivas de material para terraplén en una capa uniformemente distribuida para construir la porción más baja del terraplén. Limitar el espesor de la capa a la mínima necesaria para soportar el equipo.

(d) Terraplén sobre una pendiente mayor de 1:3 (1V/3H). Cortar bancos o escalones en la pendiente existente con un ancho suficiente para acomodar las operaciones de colocación y compactación y al equipo, hacer los escalones a medida que se vaya colocando y compactando el terraplén en capas. Comenzar cada banco en la intersección del terreno original y el corte vertical del banco anterior.

204.10 Construcción del Terraplén. Incorporar en el terraplén solamente material excavado en la vía que sea adecuado. Cuando se agote el material adecuado de la excavación en la vía, suministrar material de préstamo no clasificado para completar el terraplén. Construir el terraplén de la siguiente manera:

(a) Generalidades. Al final de las operaciones de cada día, conformar, sellar y compactar la superficie del terraplén para que drene y quede con una sección transversal uniforme. Eliminar todo surco y puntos bajos que puedan retener agua.

Durante todas las etapas de la construcción fijar rutas y distribuir la circulación del equipo de acarreo y nivelación en todo el ancho y longitud de cada capa de material.

Compactar los taludes laterales del terraplén con un rodillo del tipo de impacto (apisonador) o con pasadas de un tractor. Para taludes de 1:1.75 ó más vertical, compactar los taludes a medida que progresa la construcción del terraplén.

(b) Pedraplenes. Colocar la roca en capas horizontales de no más de 300 mm de espesor compacto. Los materiales compuestos predominantemente de “bolones” o fragmentos de roca demasiado grandes para ser colocados en capas de 300 mm, pueden ser colocados en capas de hasta 600 mm de espesor. Los “bolones” o fragmentos de roca de sobre-tamaño se deberán incorporar en capas de 600 mm, reduciéndolos de tamaño o bien colocándolos individualmente según se indica en (c) más adelante. Las capas de roca se deberán colocar con suficiente tierra y rocas de menor tamaño para llenar los vacíos. Compactar cada capa de acuerdo al Subsección 204.11, antes de colocar la capa siguiente.

Construir los 300mm superiores del pedraplén con material para corona u otro material adecuado.

(c) Construcción de Pedraplén con Fragmentos de Roca y Bolones Individuales. Los fragmentos de roca y bolones individuales mayores de 600 mm de diámetro, serán colocados de la siguiente forma:

- (1) Reducir los pedazos de roca a menos de 1200mm en su dimensión más grande.
- (2) Distribuir las rocas dentro del pedraplén en forma que se produzca acuíñamiento y relleno de vacíos entre ellas con material más fino.
- (3) Compactar cada capa de acuerdo con la Subsección 204.11.

(d) Terraplenes. La tierra se deberá colocar en capas horizontales que no excedan de 300 mm de espesor compacto. Los bolones y fragmentos de roca de sobre- tamaño, se deberán incorporar en las capas de 300 mm mediante reducción de tamaño o colocándolos individualmente, según se indicó antes en (c).

Compactar cada capa de acuerdo al Subsección 204.11, antes de colocar la capa siguiente.

(e) Terraplenes Fuera del Prisma de la Vía.- Cuando se coloquen terraplenes fuera de las estacas que delimitan el prisma, coloque el material en capas horizontales que no excedan 600 milímetros de espesor compactado. Compacte cada capa de acuerdo ala Subsección 204.11(a).

(f) Otros Terraplenes. Cuando se coloquen terraplenes a un lado de los bastiones o estribos de un puente, aletones, pilas o cabezales de alcantarilla, el material se deberá compactar usando métodos que eviten las presiones excesivas contra la estructura.

Cuando se coloque un material de terraplén en ambos lados de un muro de concreto o estructura de una caja, conducir las operaciones de manera que el material del terraplén compactado, esté al mismo nivel en ambos lados de la estructura.

Cuando se hinquen pilotes estructurales en lugares de un terraplén, limitar el tamaño máximo de partículas a 100 milímetros.

204.11 Compactación. Compactar de la siguiente manera:

(a) Pedraplén. El contenido de humedad del material se deberá ajustar a un valor apropiado para la compactación. Cada capa de material será compactada, a todo el ancho, de acuerdo con uno de los siguientes métodos:

- (1) Cuatro pasadas de aplanadora de rodillos de 45 toneladas, del tipo de compresión.
- (2) Cuatro pasadas de una aplanadora de rodillos vibratorios que tengan una fuerza dinámica mínima de 180 kilonewtons de impacto por vibración y una frecuencia mínima de 16 hertzios.
- (3) Ocho pasadas de una aplanadora de rodillos de 20 toneladas del tipo de compresión.
- (4) Ocho pasadas de un rodillo vibratorio que tenga una fuerza dinámica mínima de 130 kilonewtons de impacto por vibración y una frecuencia mínima de 16 hertzios.

El esfuerzo de compactación para capas de más de 300 mm de espesor, será proporcionado como sigue:

- Por cada 150 mm adicionales o fracción, aumentar en cuatro el número de pasadas de aplanadora, en los casos (1) y (2) antes mencionados.
- Por cada 150 mm. adicionales o fracción, aumentar en ocho el número de pasadas de aplanadora, en los casos (3) y (4) antes mencionados.

Operar las aplanadoras del tipo de compresión a velocidades menores de 2 metros por segundos, y los rodillos vibratorios a velocidades menores de un (1) metro por segundo.

(b) Terraplenes.- Clasificar el material de acuerdo a AASHTO M 145. Para material clasificado A-1 ó A-2-4, determinar la densidad máxima de acuerdo a AASHTO T 180 método D. Para otras clasificaciones de material, determinar el contenido óptimo de humedad y la densidad máxima, de acuerdo con AASHTO T 99 método C.

Ajustar el contenido de humedad del material clasificado A-1 hasta A-5 al contenido de humedad apropiado para la compactación. Ajustar el contenido de humedad del material clasificado como A-6 y A-7, dentro de un margen del 2% del contenido óptimo de humedad.

El material colocado en todas las capas del terraplén y el material escarificado en los tramos en corte se deberá compactar a, por lo menos, el 95% de la densidad máxima. La densidad y el contenido de humedad en el sitio, se deberán determinar de acuerdo a AASHTO T 238 y T 239 u otros procedimientos de prueba aprobados.

204.12 Cunetas y Zanjas. Hacer los taludes, la pendiente y formar las cunetas laterales. Remover todas las raíces, troncos, rocas o materiales similares que sobresalgan. Mantener abiertas las cunetas y zanjas y libre de hojas, estacas y toda clase de detritos.

Formar las contracunetas por medio de arado u otros métodos aceptables, para construir un surco continuo. Colocar todo el material excavado al lado bajo del talud de tal manera que el fondo de la contracuneta quede aproximadamente 0.50 metros debajo de la cresta del material suelto. Límpiase la contracuneta usando una pala de mano, un zanjeador u otro método apropiado. Conformar la contracuneta de manera que el flujo del agua no se desborde.

204.13 Taludes, Conformado y Acabado. Antes de colocar las capas superficiales de agregados se deberán completar los taludes, cunetas, zanjas, alcantarillas, empedrados, zampeados y otras estructuras menores subterráneas. Cortar taludes, conformar y dar acabado de conformidad con lo siguiente:

(a) Taludes.- Todos los taludes de tierra se deberán dejar con superficies ásperas uniformes, excepto lo que se describe en (b) más adelante, sin quiebres notables vistos desde la vía. Excepto en roca sólida, redondear las partes superior e inferior de todos los taludes, incluyendo los taludes de las cunetas y zanjas de drenaje. Redondear el material que recubre la roca sólida hasta el grado en que sea práctico. Elimine salientes en todo talud de roca.

Si ocurre un deslizamiento o derrumbe en un talud de corte o terraplén, remover o reemplazar el material y reparar o restaurar todo daño sufrido por la obra. Banquear o bloquear el talud para estabilizar el deslizamiento. Reconformar el talud del corte o terraplén a una condición aceptable.

(b) Taludes en Escalones.- Cuando así lo requiera el Contrato, se deberán construir escalones en los taludes de 1.3: 1 ó 1: 2. Construir los escalones de aproximadamente 50 cm de altura. Combinar los escalones en el terreno natural al final del corte. Si el talud contiene afloramientos de roca no desgarrable, combinar los escalones dentro de la roca. Remover el material suelto encontrado en el área de transición. Exceptuando la remoción de rocas grandes que puedan caer, no será requerido eliminar los salientes en los taludes de roca escalonados.

(c) Conformación.- La subrasante se deberá conformar hasta dejar una superficie lisa y de acuerdo con la sección transversal requerida. Los taludes se deberán conformar siguiendo una transición gradual realizando los acomodos de taludes sin quiebres apreciables. En los extremos de los cortes y en las intersecciones de cortes y terraplenes, acomodar los taludes en los planos horizontal y vertical a fin de fundirse el uno con el otro o con el terreno natural.

(d) Acabado.- Se deberá remover todo material de más de 150mm de tamaño de la superficie de la vía. Remover todo material inestable de la superficie de la vía y reemplazarlo con material adecuado. Dar un acabado a las superficies de tierra de la vía con una tolerancia de ± 15 mm y, las superficies de roca, dentro de ± 30 mm de la línea y rasante estaqueadas. Acabar la sección transversal de las cunetas dentro de ± 30 mm de la línea y rasante estaqueadas. Mantener un drenaje adecuado de las cunetas y zanjas.

204.14 Desecho de Materiales Inadecuados o Excedentes. Los materiales inadecuados o excedentes serán desechados legalmente fuera del Proyecto. Cuando existe un concepto de pago por desechos, el material de desecho se deberá conformar y compactar en su sitio final de depósito (botadero). El material de desecho no se deberá mezclar con el material proveniente del abra y destronque ni con otros materiales cuya disposición no tiene pago directo.

204.15 Aceptación. El material para terraplenes y tierra vegetal conservada serán evaluados visualmente de acuerdo a las Subsecciones 106.02 y 106.04. Ver Tabla 204-1 que muestra los requisitos mínimos para muestreo y ensaye.

La excavación y construcción de terraplenes serán evaluados visualmente y mediante mediciones y ensayos de acuerdo a las Subsecciones 106.02 y 106.04. El Tabla 204-1 que muestra los requisitos mínimos para muestreo y ensaye.

La limpieza será evaluada bajo la Sección 201 y 203.

La colocación de tierra vegetal conservada será evaluada bajo la Sección 624.

Medición

204.16 La medición será como se indica a continuación:

(a) Excavación en la Vía. Cuando en el Pliego de Licitación aparece el concepto de pago por excavación en la vía y no aparece el concepto de pago por construcción de terraplenes, el material excavado se medirá en metros cúbicos, en su posición original, como sigue:

(1) Incluir como Excavación en la Vía los siguientes volúmenes:

(a) Excavación en el prisma de la vía definido por las secciones típicas del Proyecto.

(b) Material rocoso excavado y removido de debajo de la subrasante en tramos de corte.

(c) Cuando no exista en el Pliego de Licitación el concepto de pago para subexcavación, se incluirán el material inadecuado extraído de debajo de la subrasante y el material inadecuado de debajo de las áreas de terraplén.

(d) Cunetas y zanjas, exceptuando las contracunetas, que son medidas bajo concepto de pago separado.

(e) Tierra vegetal conservada.

(f) Material de préstamo usado en la obra, cuando en el Pliego de Licitación no exista el concepto de pago para préstamo.

(g) Rocas sueltas dispersas removidas y colocadas en la vía según se requiera.

(h) Material conservado tomado de los montones y usado en las obras de la Sección 204, exceptuando la tierra vegetal medida bajo la Sección 624.

(i) Material de deslizamientos y derrumbes no atribuibles al método de operación del Contratista.

(2) La Excavación en la Vía no deberá incluir lo siguiente:

- (a) Descortezado (descapote) y otros materiales de desecho de los bancos de préstamo.
- (b) Sobreexcavación en los taludes de corte en excavación en roca.
- (c) Agua u otro material líquido
- (d) Material usado en trabajos diferentes a los requeridos en el Contrato.
- (e) Material de la capa superficial de la vía escarificado en su lugar y no removido.
- (f) Material excavado al escalonar los taludes de corte.
- (g) Material excavado al redondear los taludes de corte.
- (h) Preparación de la cimentación para la construcción de terraplenes.
- (i) Material excavado para hacer banqueos y construir terraplenes
- (j) Material de deslizamientos o derrumbes atribuibles al método de operación del Contratista.
- (k) Material conservado amontonado por opción del Contratista.
- (l) Material excavado fuera de los límites establecidos para el talud.

(b) Subexcavación. Cuando en el Pliego de Licitación aparece el concepto de pago para subexcavación, ésta será medida en metros cúbicos en su posición original.

(c) Préstamo no Clasificado, Préstamo Selecto y Material Selecto para la Capa Superficial de la Corona de la Vía. Cuando en el Pliego de Licitación aparece el concepto de pago para excavación de préstamo, ya sea préstamo no clasificado, préstamo selecto y préstamo selecto para capa superficial, el volumen será medido en metros cúbicos en su posición original o en toneladas. No se medirá la excavación de préstamo cuando ésta haya sido hecha en vez de utilizar los excedentes de la excavación en la vía. Si la excavación de préstamo es medida en metros cúbicos, se tomarán las secciones transversales del terreno original después de descortezarlo o descapotarlo. Al completar la excavación y después de devolver al banco el material de desperdicio, se tomarán las secciones transversales finales antes de colocar de nuevo el material de descapote. Las secciones transversales finales serán tomadas en los mismos puntos de las originales.

(d) Construcción de Terraplenes. Cuando en el Pliego de Licitación aparece el concepto de pago para la construcción de terraplenes, la medición se hará en metros cúbicos en su posición final. No se medirá la excavación en la vía, excepto según lo descrito en (3) más adelante. No se harán deducciones de la cantidad de construcción de terraplenes por el volumen ocupado por estructuras menores.

(1) Incluir en la cantidad por construcción de terraplenes, los siguientes volúmenes:

- (a) Terraplenes de la vía.
- (b) Material usado para rellenar áreas subexcavadas, hoyos, fosos y otras depresiones.
- (c) Material usado para restaurar -a su relieve original- caminos o calles que estaban abandonados.
- (d) Material usado en diques, rampas, promontorios y bermas.

(2) No incluir en el volumen de construcción de terraplenes, los siguientes:

- (a) Volúmenes de preparación de cimentaciones para la construcción de terraplenes.
- (b) Ajustes por asentamiento del terraplén o de la cimentación sobre la cual está colocado.
- (c) Material usado para redondear los taludes del relleno.

(3) Cuando en el Pliego de Licitación aparecen conceptos de pago para construcción de terraplenes y de excavación en la vía, medir la excavación en la vía en metros cúbicos en su posición original e incluir solamente los siguientes volúmenes:

- (a) Material inadecuado subexcavado en cortes y material inadecuado extraído de debajo de los terraplenes, cuando en el Pliego de Licitación no existe concepto de pago para subexcavación.
- (b) Material de deslizamientos y derrumbes no atribuibles al método de las operaciones del Contratista.
- (c) Zanjias de drenaje, cambios de canal y zanjias de desviación.

(e) Contracunetas. Las contracunetas se medirán en metros lineales.

(f) Redondeo de los Taludes de Corte. El redondeo de los taludes de corte se medirá en metros lineales horizontalmente a lo largo de la vía y a cada lado de la misma.

(g) Desecho. Medir el desecho o desperdicio en metros cúbicos en su posición final. Medir las secciones transversales iniciales de la superficie del terreno después de descapotar el área. Al concluirse la colocación del material de desecho tomar de nuevo las secciones transversales antes de volver a colocar el material de descapote. Las secciones transversales serán tomadas usando los mismos puntos antes y después.

(h) Descamado de taludes. El descamado de taludes se medirá en metros cúbicos en los vehículos de acarreo.

Pago

204.17 Las cantidades aceptadas, medidas según lo prescrito anteriormente, serán pagadas al precio contractual por unidad de medida para los conceptos de pago enlistados más adelante que aparezcan en el Pliego de Licitación. El pago será compensación total por el trabajo prescrito, en esta sección y de conformidad con la Subsección 109.05.

El pago será hecho bajo los siguientes conceptos de pago:

Renglón de Pago		Unidad de Medida
20401	Excavación en la Vía.	Metro Cúbico
20402	Subexcavación.	Metro Cúbico
20403	Préstamo no Clasificado.	Metro Cúbico
20404	Préstamo no Clasificado.	Tonelada
20405	Préstamo Selecto(*).	Metro Cúbico
20406	Préstamo Selecto(*).	Tonelada
20407	Material Selecto para la Capa Superficial de la Vía.	Metro Cúbico
20408	Material Selecto para la Capa Superficial de la Vía.	Tonelada
20409	Construcción de terraplenes.	Metro Cúbico
20410	Contracunetas.	Metro Lineal
20411	Redondeo de Taludes de Corte.	Metro Lineal
20412	Desecho.	Metro Cúbico
20413	Descamado de Taludes.	Metro Cúbico

(*) Préstamo selecto es de Clase 1 ó de Clase 2

Tabla 204 - 1
Muestreo y pruebas

Material o producto	Propiedades o características del Ensayo	Método del ensayo o especificación	Frecuencia	Localización del muestreo
Material de relleno, banco del material, estructuras y préstamo no clasificado.	Clasificación	AASHTO M 145	1 por cada tipo de material	Fuente de material
	Humedad - Densidad	AASHTO T 99 Método C ó AASHTO T 180 Método D	1 por cada tipo de material	Fuente de material
	Densidad en sitio y contenido de humedad	AASHTO T 238 y 239 u otros métodos aprobados	1 por cada 4000 m ² pero no menos de 1 por cada capa	Material tomado de la carretera
Material de préstamo Material de apilamiento	Clasificación	AAHSTO M 145	1 por cada tipo de material	Fuente de material
	Humedad - Densidad	AASHTO T 99 Método C ó AASHTO T 180 Método D	1 por cada tipo de material	Material procesado antes de ser incorporado a la obra.
	Graduación Límite Líquido	AASHTO T 27 y AASHTO T 11 AASHTO T 89	1 por cada 5000 m ³	Material procesado antes de ser incorporado a la obra.
	Densidad "in situ" y contenido de humedad	AAHSTO T 238 y AASHTO T 239 u otro método aprobado	1 por cada 300 m ³ (500 ton) pero no menos de 1 por cada capa	Material tomado de la carretera
Material de apilamiento	Clasificación	AAHSTO M 145	1 por cada tipo de material	Material procesado antes de ser incorporado a la obra.
	Humedad - Densidad	AASHTO T 99 Método C ó AASHTO T 180 Método D ⁽¹⁾	1 por cada tipo de material	Material procesado antes de ser incorporado a la obra.
	Densidad "in situ" y contenido de humedad	AASHTO T 238 y AASHTO T 239 u otro método aprobado	1 por cada 300 m ³ (500 ton) pero no menos de 1 por cada capa	Material tomado de la carretera

⁽¹⁾ Ver subsección 204.11 (b)

Sección 205.) VOLADURA DE ROCAS

Descripción

205.01 Este trabajo consiste en fracturación de roca y construcción de cortes finales estables en roca usando voladura controlada y técnicas de voladura para producción. La voladura controlada utiliza explosivos para producir planos de corte en la roca a lo largo de superficies específicas. La voladura controlada incluye precorte y voladura controlada. La voladura de producción utiliza explosivos para fracturar la roca.

Materiales

205.02 Conforme a la siguiente Subsección:

Explosivos y accesorios para voladura	725.25
---------------------------------------	--------

Requerimientos para la construcción

205.03 Regulaciones. Se deben suministrar copias u otras pruebas de todos los permisos y licencias aplicables. Estas deben cumplir con las regulaciones nacionales y locales sobre la compra, transporte, almacenamiento y uso del material explosivo.

205.04 Plan de Voladura. Se debe suministrar el plan de voladura por lo menos 14 días calendario antes del inicio de las operaciones de perforación o cuando haya un cambio en los procedimientos propuestos de perforación o voladura. Se deben incluir los detalles completos de los patrones de perforación y voladura, así como las técnicas que se proponen para la voladura controlada y de producción incluyendo las provisiones para introducir los explosivos dentro de los hoyos bajo el nivel de agua.

El plan de voladura debe contener como mínimo:

- (a) Máxima longitud y ancho del área de voladura, así como profundidad de la detonación.
- (b) Planta típica y sección del patrón de perforación para las perforaciones de voladura controlada y hoyos de voladura de producción. Se debe mostrar la cara libre, sobrecarga de terreno, diámetros de hoyos, profundidades, espaciamentos, inclinaciones y profundidad de perforación adicional, si es necesario.
- (c) Patrón de carga, usando un diagrama que muestre:
 - (1) Localización de cada hoyo

- (2) Localización y cantidad de cada tipo de explosivo en cada hoyo incluyendo fulminantes e iniciadores.
 - (3) Localización, tipo y profundidad del retaque
- (d) Métodos de iniciación y retardos, tiempos de retardo y factor de potencia.
- (e) Información del fabricante para todos los explosivos, fulminantes, iniciadores y otros aparatos usados en la voladura.
- (f) Procedimientos de trabajo y medidas de seguridad para almacenamiento, transporte, y manipulación de explosivos.
- (g) Procedimientos de trabajo y medidas de seguridad para realizar las voladuras.
- (h) El plan de voladura es para tener un control de calidad y con el propósito de disponer de un sistema de registros. La revisión del plan de voladura no releva al contratista de la responsabilidad del uso de las perforaciones disponibles, la tecnología de voladura y de obtener los resultados requeridos.

205.05 Encargado de la Voladura Al menos 10 días calendario antes de recibir o usar el material explosivo, se debe presentar por escrito un encargado de la voladura. Presente evidencias que el encargado tiene la licencia estatal válida u otra licencia expedida por un cuerpo licenciado equivalente, para un tipo de voladura como el requerido.

205.06 Voladura de Prueba Perforar, detonar y excavar una o más secciones cortas de prueba, tal como se propone en el plan de voladura, antes de realizar las perforaciones y la voladura a escala real. Se pueden realizar voladuras de prueba fuera de o en la línea final del talud. El espaciamiento de los hoyos para voladura controlada debe ser de 750 mm para las voladuras de prueba iniciales. Ajuste el espaciamiento tal como se aprobó. Use el espaciamiento aprobado para la voladura a escala real, o si es necesario, para las subsiguientes voladuras de prueba.

Cuando se determina que la voladura de prueba es inaceptable, revise el plan de voladura y haga una prueba adicional. Una prueba de voladura es inaceptable cuando se produce fracturamiento más allá de la cara final de roca, si se presenta proyección aérea de rocas, vibraciones, ondas aéreas de impacto, sobrefracturamiento, daños en la cara final de roca o se están violando otros requisitos.

205.07 Voladura Controlada

(a) **General.** La perforación y las detonaciones se deben hacer de acuerdo al plan de voladura. Cuando las alturas en roca son mayores de 3 metros sobre la cuneta o los taludes están proyectados 2:1 o con mayor pendiente, se deben

usar métodos de voladura controlada para conformar las superficies finales en roca.

Use huecos con un ángulo hacia abajo o huecos para voladura perforados en abanico para guiar los cortes de roca en la corona o preparar una plataforma de trabajo para la voladura controlada. Use huecos de voladura con el diámetro establecido para la voladura controlada y espaciados no más de 750 mm.

(b) Perforación Remueva el suelo y la roca suelta a lo largo de la parte superior de la excavación, por lo menos, 10 metros más allá de los límites de las perforaciones de los huecos de producción o hasta el final del corte.

Perfore los huecos de voladura controlada con un diámetro de 75+/-25 mm a lo largo de la cara final de roca. Perfore los huecos de voladura controlada dentro de los 75 mm de la ubicación de la superficie propuesta. Perfore los huecos de voladura controlada al menos 10 metros más allá de los huecos de producción a ser detonados o hasta el final del corte.

Use equipo de perforación con aparatos mecánicos o electro-mecánicos que tengan un control preciso del ángulo de perforación dentro de la roca. Seleccione una altura de talud y ejecute las operaciones de perforación, de modo que, el espaciamiento de los huecos de voladura y el alineamiento de los huecos, no varíe más de 225 mm del espaciamiento y alineamiento propuestos. Cuando más del 5% de los huecos exceden esta variación, reduzca la altura de banco y modifique las operaciones de perforación hasta que los huecos de voladura estén dentro de la variación permisible. Se limita la altura máxima del banco a 15 metros.

Se permite un desvío de 300 mm para bermas de trabajo en el fondo de cada banco para perforar el próximo patrón de huecos de voladura controlada en el nivel inferior.

Se debe ajustar el ángulo de inclinación de la perforación y el collar de la perforación, de modo que se logre la sección transversal de la cuneta requerida cuando se usa una berma.

Se permite perforar 0.5 metros debajo del fondo de la cuneta para remover el pie.

(c) Voladura Los huecos de voladura deben de estar libres de obstrucciones en toda su profundidad. Coloque las cargas sin producir sobreexcavación en las paredes de los huecos de voladura.

Use los tipos de explosivos y accesorios para hacer las voladuras, necesarios para obtener los resultados requeridos. Una carga de fondo puede ser mayor que una carga de línea si no produce fractura excesiva. No use nitrato de amonio y aceite combustible en bruto para la voladura controlada.

Llene la parte superior de todos los huecos de voladura con arena seca u otro material granular pasando la malla de 9.5 mm

Donde hay precorte, las líneas de voladura de producción más cercanas se deben retrasar al menos 25 milisegundos después de detonar la línea de precorte. El precorte se debe efectuar como mínimo 10 metros adelante de la zona de voladura de producción.

Donde hay voladura de colchón (de ajuste), las líneas de voladura de colchón se deben retrasar de 25 a 75 milisegundos después de detonar la línea de producción más cercana.

205.08 Voladura de Producción

(a) General. La perforación de los hoyos de producción y la voladura, se deben hacer de acuerdo al plan de voladura. Tome todas las precauciones necesarias para minimizar los daños de la voladura en la cara final de roca.

Después de una voladura, se deben detener todos los trabajos en el área y verificar que no hay cargas sin explotar, antes de que los trabajadores inicien la excavación en roca.

Se debe remover o estabilizar toda la cara de roca del corte que está suelta, colgando o potencialmente peligrosa. Mediante métodos manuales o las barras de acero que normalmente se usan en minería, se deben eliminar las escamas o láminas de rocas. Cuando es necesario, se deben usar detonadores o voladura suave. Se pueden permitir irregularidades menores o variaciones de la superficie, si estas no producen riesgos. Se puede perforar el siguiente banco solamente después de que se haya completado el trabajo de limpieza y estabilización.

Si las operaciones de voladura causan fractura de la cara final de roca, esta se debe reparar o estabilizar con un sistema aprobado. La reparación o estabilización puede incluir remoción, uso de pernos de anclaje en roca, varillas de anclaje en rocas u otras técnicas de estabilización.

Se deben detener las operaciones de voladura, si se presenta alguna de las siguientes condiciones:

- (1)** Los taludes son inestables
- (2)** Los taludes exceden las tolerancias topográficas
- (3)** Ocurren daños en la parte posterior del talud
- (4)** Se compromete la seguridad del público.
- (5)** Se arriesga la propiedad y las condiciones naturales
- (6)** Se genera lanzamiento al aire de rocas.

(b) Perforación. Perfore la línea de hoyos de producción para voladura lo más cercano a la línea paralela de voladura controlada y no más cerca de 2.0 metros de la línea de voladura controlada. No perfore hoyos para la voladura de producción a mayor profundidad que el fondo de los hoyos de voladura controlada.

(c) Voladura. Use los tipos de explosivos y accesorios para voladura que permitan obtener la fragmentación deseada. Limpie los hoyos de voladura, coloque las cargas y los hoyos de acuerdo a la subsección 205.07(c). Denote los hoyos de producción aplicando la secuencia de retardos hacia la cara libre.

205.09 Registro de Voladura. Suministre un registro para cada voladura. El registro debería incluir lo siguiente:

(a) Todas las dimensiones y detalles reales del tiro incluyendo información del hoyo de voladura relativa a profundidades, sobrecarga de terreno, espaciamiento, perforación adicional, retaque, potencia de las cargas, tiempos de retardo.

(b) Dibujos o esquemas mostrando la dirección de la cara o caras y la disposición del tiro.

205.10 Aceptación. Los materiales usados para voladura de rocas se evaluarán según las Subsecciones 106.02 y 106.03. Los trabajos de voladura de rocas y servicios se evaluarán según las Subsecciones 106.02 y 106.04.

Medición

205.11 La medición de la perforación para voladura controlada se hará por metros con base en la longitud de perforación real, tal como se ha indicado en el registro de voladura.

Para efectos de pago, no se mide la voladura de producción.

Pago

205.12 Las cantidades aceptadas, medidas como se indicó, se pagarán de acuerdo a la unidad de medida de contrato utilizando los renglones de pago indicados a continuación y según los documentos de licitación. El pago compensará totalmente los trabajos descritos en esta Sección. Ver Subsección 109.05.

El pago se hará según se indica:

Renglón de Pago	Unidad de Medida
20501 Perforación para voladura controlada	metro

Sección 206.) RESERVADA

Sección 207.) GEOTEXTILES PARA MOVIMIENTOS DE TIERRA

Descripción

207.01 El trabajo consiste en el suministro y colocación de un geotextil como un medio permeable de separación o una medida permanente de control contra la erosión.

Los tipos de geotextiles se mencionan en la Subsección 704.01

Material

207.02 Conforme a la siguiente Subsección:

Geotextiles 714.01

Requerimientos para la construcción

207.03 General. Cuándo se coloque un geotextil sobre un terreno natural se deben cortar los árboles y troncos a ras del terreno. No remueva la capa de suelo superior, ni la materia vegetal. Remueva todos los objetos puntiagudos y rocas grandes. Rellene las depresiones u hoyos con material adecuado para tener una cimentación firme.

207.04 Aplicaciones para Separación y Estabilización Cuando coloque un geotextil sobre una subrasante, prepare el sitio de acuerdo a las Subsecciones 204.13 (c) y (d).

Coloque el geotextil suavemente y libre de tensiones, esfuerzos o pliegues. Doble o corte el geotextil para adecuarlo a las curvas. Traslape en la dirección de avance de construcción. Se debe traslapar el geotextil, como mínimo, 0.50 metros, en los extremos y a los lados de los paños adyacentes o coser las uniones del geotextil de acuerdo a las recomendaciones del fabricante. No coloque traslapes longitudinales debajo de sitios donde se conozca de antemano que existirán cargas de ruedas. Mantenga el geotextil en sitio usando pines, grapas o apilamientos del mismo material de relleno.

Para finalizar, vuelque el material de relleno sobre el geotextil desde su borde o desde el material de relleno previamente colocado. No debe operar el equipo directamente sobre el geotextil. Distribuya el extremo del apilamiento del material de relleno volcado, manteniendo una capa con un espesor mínimo de 300 milímetros. Compacte el material de relleno usando equipo de llantas de hule o un compactador no vibratorio con rodillo liso.

Se deben evitar paradas súbitas, arranques o giros del equipo de construcción. Se deben rellenar los surcos producidos por el equipo de construcción con material de relleno adicional. No se deben renivelar los surcos con el equipo de colocación.

Coloque de la misma manera, las capas subsiguientes con el material de relleno. Se pueden usar compactadores vibratorios para las capas subsiguientes. Si ocurre alguna falla en la cimentación, repare las áreas dañadas y use de nuevo el equipo de compactación sin vibración.

207.05 Aplicaciones para Control Permanente de Erosión. Coloque y ancle el geotextil sobre una superficie previamente aprobada, suave y nivelada. Para los casos de taludes o para protección de las olas, coloque la mayor dimensión del geotextil hacia abajo en el talud. Para protección de cauces, coloque la mayor dimensión del geotextil paralelamente a la línea centro del canal. Se debe traslapar el geotextil, como mínimo, 300 milímetros en los extremos y en los lados de los paños adyacentes o coser las uniones del geotextil de acuerdo a las recomendaciones del fabricante. Traslape el paño ubicado ladera arriba o aguas arriba, sobre el paño de ladera abajo o aguas abajo. Coloque las uniones finales de los paños adyacentes a una distancia mínima de 1.50 metros. Se deben usar pines para mantener en sitio los paños de geotextil. El espaciamiento de los pines a lo largo de los traslapos debe ser de 1 metro entre centros. Para iniciar la colocación de un geotextil desde el pie de un talud, coloque agregados, protección del talud o rip rap sobre el geotextil y luego proceda hacia arriba. Coloque rip rap sobre el geotextil con una altura no menor de 300 milímetros. Coloque rocas para protección de talud o material de relleno sobre el geotextil con una altura no menor de 1 metro. Para aplicaciones bajo el agua, coloque el geotextil y el material de protección en el mismo día.

207.06 Aceptación Los materiales para uso de geotextiles en movimientos de tierra se deben evaluar de acuerdo a las Subsecciones 106.02 , 106.04 y 714.01.

La instalación se debe evaluar de acuerdo a las Subsecciones 106.02 y 106.04.

Medición

207.07 La medición de geotextiles usados en movimientos de tierra se debe hacer en metros cuadrados excluyendo los traslapos.

Pago

207.08 Las cantidades aceptadas, medidas como se indicó, se pagarán de acuerdo al precio unitario de contrato utilizando los renglones de pago indicados a continuación y según los documentos de licitación. El pago compensará totalmente los trabajos descritos en esta Sección. Ver Subsección 109.05.

El pago se hará según se indica:

Renglón de Pago	Unidad de Medida
20701 Tipo de geotextil para movimiento de tierra	metro cuadrado

Sección 208.) EXCAVACION Y RELLENO PARA ESTRUCTURAS MAYORES

Descripción

208.01 Este trabajo consiste en la excavación de material para la construcción de estructuras mayores. El Contratante definirá, a criterio propio, cuando proceden las disposiciones de esta Sección. El trabajo incluye la preservación de canales y contornos, construcción de diques provisorios, el sellado de cimentaciones, la evacuación de aguas, la excavación, la preparación de cimentaciones, los rellenos, y la remoción de dispositivos de seguridad y diques provisorios.

Materiales

208.02 De conformidad con las siguientes Secciones Sub-Secciones:

Concreto hidráulico	552
Relleno de cimentación	704.01
Sello de concreto hidráulico	552
Relleno estructural	704.04

Requerimientos para la construcción

208.03 Preparación para excavación de superficie. Se eliminará la vegetación en el área de trabajo, así como las obstrucciones, de acuerdo con las Secciones 201 y 203.

208.04 General. Se excavarán trincheras o cimentaciones, en el ancho y longitud requeridos para preparar el espacio necesario para el trabajo. Cuando se complete la excavación, se requerirá la aprobación del material de relleno, por parte del Contratante. La cimentación deberá ser firme y contar con una densidad uniforme, en toda el área definida.

Cuando sea necesario el uso de explosivos, se seguirán las disposiciones de la Sección 205.

Se seguirán las regulaciones de seguridad de las disposiciones OSHA, 29 CFR, Apartado 1926, Subsección P, Excavación, para los taludes de las paredes de la excavación, utilizando apuntalamiento y arriostramiento, aplicando, adicionalmente, los procedimientos de seguridad establecidos por el Contratante. Cuando las paredes de la excavación tengan pendientes de inclinación suaves, de acuerdo con las consideraciones de seguridad, se

suministrará una copia del diseño con la indicación de los medios de seguridad, con el propósito de demostrar la conformidad con las regulaciones de la OSHA. Se presentarán los esquemas constructivos de acuerdo con la Subsección 104.03, indicando todas las medidas de seguridad, como sistemas de soporte, barreras protectores, etc. Los esquemas constructivos deberán evidenciar conformidad con las regulaciones.

Cuando los dispositivos de seguridad ya no sean requeridos, se deberán remover, de acuerdo con los criterios establecidos, para tal fin, por el Contratante.

Pavimentos o estructuras de concreto adyacentes al área de excavación, que van a permanecer, deberán ser independizados por corte de sierra o por el medio autorizado por el Contratante, en la colindancia con el área de trabajo, previo a la excavación.

Cuando el material excavado sea apropiado para relleno estructural deberá conservarse. No se depositará el material excavado en las cercanías de sistemas de drenaje o de conducción de aguas. No se deberá apilar el material excavado, ni permitir la operación de equipos a una distancia de menos de 60 cm respecto al borde de la excavación.

La disposición de materiales excavados no aptos para relleno, o en exceso, se procederá de acuerdo con la Subsección 204.14. El Contratante podrá definir los usos alternativos para los materiales excavados no aptos para relleno, o en exceso.

El agua en el área de trabajo será removida en caso de ser requerido para la ejecución de las obras.

208.05 Preservación de canales. Los trabajos a realizar en la proximidad de sistemas de drenaje o conducción de aguas serán desarrollados en la forma descrita a continuación:

- (a) Se excavará dentro de diques provisorios, u otros medios de separación como bolsas de arena, a definir por el Contratante.
- (b) No deberá alterarse la estructura de soporte de los sistemas de drenaje o conducción de agua adyacentes al área de trabajo.
- (c) Deberá rellenarse la excavación con relleno estructural hasta alcanzar el nivel de rasante existente de previo a los trabajos.

208.06 Diques provisorios. Se utilizarán cuando se requiera excavar en un medio húmedo, caso, por ejemplo, de excavaciones por debajo del nivel freático.

Los esquemas constructivos deberán proponer el diseño de diques provisorios, así como los detalles constructivos pertinentes de acuerdo con la Subsección

104.03. Se apuntalarán y construirán los diques provisorios de acuerdo con los estándares de la diques provisorios. Los encofrados deberán:

- (a) Extenderse por debajo del fondo del cimiento.
- (b) Estar arriostrados para soportar la presión confinante sin deformarse.
- (c) Estar asegurados en la posición requerida, para prevenir el movimiento.
- (d) Ser resistentes a la entrada del agua.
- (e) Proveer suficiente espacio para la colocación de formaletas, y para la inspección de sus exteriores.
- (f) Proveer medios de drenaje.
- (g) Proteger el concreto hidráulico recién colado, respecto al daño por incrementos súbitos en la cantidad de agua.
- (h) Prevenir el daño por erosión de la cimentación.

Cuando los diques provisorios ya no sean requeridos, se deberán remover hasta el nivel freático. Se removerán todos los materiales de desecho hasta una profundidad mínima de 50 cm por debajo del nivel de rasante terminado.

208.07 Sello de cimentación. Cuando no sea posible bombear satisfactoriamente el agua de un área de cimentación, se proveerá un sello de cimentación con concreto hidráulico. El sello de concreto será diseñado de acuerdo con la Subsección 552.03.

Se colocará y dará acabado al sello de concreto de acuerdo con la Sección 552. Mientras se está colocando un sello de cimentación, se mantendrá el nivel de agua dentro del dique provisorio, por debajo del nivel de cimentación, haciendo un sumidero del agua, fuera del mismo. Cuando un sello de cimentación es colocado en condiciones cambiantes del nivel de agua (mareas), se deberá preservar el nivel de agua por debajo en el dique provisorio.

No deberá bombearse el agua en un dique provisorio hasta que el sello de cimentación de concreto hidráulico tenga una resistencia suficiente para soportar la presión hidrostática.

208.08 Remoción de aguas. Cuando se esté colando concreto hidráulico, se colocará y operará el sistema de bombeo en una posición externa al área de cimentación. Solamente en casos muy calificados por el Contratante, se permitirá la operación del sistema de bombeo dentro del área de cimentación, debiendo asegurarse de que la acción de bombeo no cause la remoción o deterioro del concreto hidráulico.

208.09 Preparación de la cimentación. Se prepararán los cimientos de la cimentación de la manera siguiente:

- (a) **Cimientos colocados sobre un lecho rocoso.** Se dará el nivel especificado al corte de la excavación, de acuerdo con la técnica autorizada por el Contratante. Se deberá limpiar la superficie del fondo de la excavación, removiendo los restos de suelo o material desintegrado, o cualquier otro material producto de las operaciones de excavación y conformación.
- (b) **Cimientos colocados en una superficie excavada distinta a un lecho rocoso.** No deberá alterarse el fondo de la excavación. Deberá removerse el material de cimentación y compactar, al nivel y la pendiente de fondo requeridas por el Contratante, antes de colocar el concreto hidráulico.
- (c) **Cimientos anclados en materiales inalterados.** Se excavará y compactará la cimentación hasta un nivel uniforme para los cimientos. Cuando las paredes de la excavación no sean verticales, se rellanará todo el espacio entre los cimientos y el material inalterado, con concreto hidráulico. Si la excavación alcanza un nivel inferior a la parte superior de los cimientos, se rellanará únicamente al nivel superior de la excavación. Cuando el concreto hidráulico sea colado contra pilotes recubiertos con láminas de acero, se considera que está en un medio inalterado.
- (d) **Material con poca capacidad de soporte por debajo de la elevación de los cimientos.** Se deberá excavar el material con poca capacidad de soporte y se reemplazará con relleno de cimentación. Se colocará el relleno de cimentación en capas horizontales, que, una vez compactadas, no deberán exceder una profundidad de 150 mm. Se compactará cada capa de acuerdo con la Subsección 208.11.
- (e) **Cimentación usando pilotes.** Se excavará a la profundidad de la cimentación y se hincarán los pilotes. Se removerán los restos de la excavación y se conformará la superficie del fondo al nivel requerido por los esquemas constructivos. Se nivelará y compactar el fondo de la cimentación de previo a la construcción de los cimientos.

208.10 Relleno. Relleno con material de relleno estructural.

Se colocará el relleno en capas horizontales, que no deberán exceder una profundidad de 150 mm en espesor compactado. Se compactará cada capa de conformidad con la Subsección 208.11.

Se extenderá cada capa colocada hacia los límites naturales de la excavación, de una manera uniforme.

No se colocarán rellenos estructurales contra concreto con menos de 7 días de colado, o hasta que se alcance el 90 % de la resistencia de diseño.

208.11 Compactación. Se determinará el contenido óptimo de humedad y la máxima densidad de acuerdo con el método C de AASHTO T 99. Se ajustará el contenido de humedad del material de relleno a un contenido de humedad apropiado para la compactación.

Se compactará el material colocado en todas las capas, al menos al 98 % CBR de la densidad máxima. Se determinará la densidad en sitio y el contenido de humedad de acuerdo con AASHTO T 238 y AASHTO T 239, u otro método aprobado por el Contratante.

208.12 Aceptación. El material para relleno estructural será evaluado de conformidad con las Sub-Secciones 106.02 y 106.04. Véase la Tabla 208-1 para requisitos mínimos de muestreo y ensayo.

La excavación para la estructura y las obras de relleno serán evaluadas de conformidad con las Sub-Secciones 106.02 y 106.04. Véase la Tabla 208-1 para requisitos mínimos de muestreo y ensayo.

Los apuntalamientos, arriostres y diques provisionales serán evaluados de conformidad con las Sub-Secciones 106.02 y 106.04.

La limpieza será evaluada de acuerdo con las Secciones 201 y 203.

El sello de concreto será evaluado según la Sección 552.

Medición

208.13 Se medirá la excavación por metro cúbico en sitio, en su ubicación original. No se incluirán los siguientes volúmenes:

- (a) El volumen de material excavado afuera de planos verticales paralelos, localizados a 450 mm hacia las líneas rectas de cimentación o cimentación. Se usarán dichos planos verticales para determinar las cantidades de pago, independientemente de la cantidad de material excavado adentro o afuera de dichos planos verticales.
- (b) Cualquier material incluido dentro de los límites de la excavación de un derecho de vía, tales como desvíos de canales contiguos y cunetas, para los cuales existen diferentes renglones de pago.
- (c) Agua u otros materiales líquidos.
- (d) Material excavado antes de las elevaciones y mediciones topográficas del nivel del terreno original.
- (e) Material reconformado, excepto cuando el contrato especifica que se requiera la excavación antes de la construcción de muros.

Se medirá el relleno de cimentación por metro cúbico en sitio.

Se medirá el relleno estructural por metro cúbico en sitio. Se limitará el volumen de relleno estructural medido, a aquel colocado dentro de planos verticales localizados 450 milímetros hacia fuera y en paralelo a las líneas de cimentación o cimentación. Se utilizarán planos verticales para determinar los montos de pago, independientemente de la cantidad de material de relleno colocado fuera de dichos planos verticales.

Se medirán los arriostres, apuntalamientos, diques provisionarios y obras conexas por el método indicado por el Contratante en los términos de contrato.

Se medirá el sello de concreto hidráulico de acuerdo con la Sección 552.

Pago

208.14 Las cantidades aceptadas, medidas de acuerdo con la Subsección 208.13, serán pagadas según el precio de contrato, por unidad de medida, para los renglones de pago indicados en los términos del contrato. El pago será la compensación para los trabajos descritos en esta Sección. Véase la Subsección 109.05.

El pago para excavación, arriostres, apuntalamientos, diques provisionarios y otras obras conexas será la compensación por la excavación a una profundidad de 2 metros debajo de la menor elevación indicada en los esquemas constructivos para cada estructura de cimentación. Cuando la excavación exceda una profundidad de 2 metros, el Contratante podrá tramitar un ajuste de precio equitativo para la profundidad en exceso de 2 metros.

El pago se realizará de acuerdo con:

Reglón de pago	Unidad de medida
20801 Excavación	Metro cuadrado
20802 Relleno de cimentación	Metro cúbico
20803 Relleno estructural	Metro cúbico
20804 Arrisotramiento y apuntalamiento	El que el Contratante defina
20805 Diques provisionarios	El que el Contratante defina

**Tabla 208-1
Muestreo y ensayo**

Material o producto	Propiedad o característica	Método de prueba o especificación	Frecuencia	Punto de muestreo
Relleno estructural	Granulometría	AASHTO T 27 y AASHTO T11	1 para cada tipo de material	Fuente de material o apilamiento
	Límite líquido	AASHTO T 89	1 para cada tipo de material	Fuente de material o apilamiento
	Humedad - Densidad	AASHTO T 99 método C	1 para cada tipo de material	De previo a la incorporación en obra
	Densidad en sitio y contenido de humedad.	AASHTO T 238 y AASHTO T 239, u otro procedimiento aprobado por el Contratante	1 para cada 200 metros cúbicos, pero no menos de 3 por capa por tramo (el Contratante define qué se considera un tramo).	Material compactado
Relleno de cimentación	Clasificación	AASHTO M 145	1 para cada tipo de material	Fuente de material o apilamiento
	Humedad / Densidad	AASHTO T 99 método C	1 para cada tipo de material	De previo a la incorporación a la obra
	Densidad en sitio y contenido de humedad	AASHTO T 238 y AASHTO T 239, u otro método aprobado por el Contratante	1 para cada 200 metros cúbicos, pero no menos de 3 por capa por tramo (el Contratante define qué se considera un tramo).	Material compactado

SECCION 209.) EXCAVACION Y RELLENO PARA OTRAS ESTRUCTURAS

Descripción

209.01 Este trabajo consiste en la excavación de material para la construcción de todos los tipos de estructuras, excepto los indicados en la Sección 208. El trabajo incluye la preservación de canales, la construcción de arriostramientos y apuntalamientos, el sellado de cimentaciones, la evacuación de aguas, la excavación, la preparación de cimentaciones, la conformación de superficie para la cimentación y el relleno.

Materiales

209.02 De conformidad con las siguientes Secciones Sub-Secciones:

Material de relleno	704.03
Relleno para "camas"	704.02
Concreto hidráulico	601
Relleno de cimentación	704.01
Sello de concreto	552
Préstamo no clasificado	704.06

Requerimientos para la construcción

209.03 Preparación para excavación de superficie. Se eliminará la vegetación en el área de trabajo, así como las obstrucciones, de acuerdo con las Secciones 201 y 203.

209.04 General. Se excavarán trincheras o cimentaciones de acuerdo con la Subsección 208.04. Se excavará al nivel de cimentación sin dañar las trincheras o las superficies de cimentación. El nivel de cimentación es el fondo de la capa de soporte para instalar la estructura. Se compactará la superficie para la cimentación.

209.05 Preservación de canales. Se preservarán los canales de acuerdo con la Subsección 208.05, exceptuando el apartado 208.05 (a).

209.06 Sello de cimentación. Cuando sea necesario, se construirá un sello de cimentación de acuerdo con la Subsección 208.07.

209.07 Remoción de aguas. Cuando sea necesaria la remoción de aguas, se procederá de acuerdo con la Subsección 208.08.

209.08 Preparación de la cimentación. Se excavará al nivel de cimentación, removiendo todo material no utilizable. Dicho material removido será sustituido por relleno de cimentación. Se colocará y compactará el relleno de cimentación de acuerdo con la Subsección 208.09 (d).

Cuando se requieran cimientos para anclajes con materiales inalterados, se preparará una cimentación y se construirán los cimientos de acuerdo con la Subsección 208.09 (c).

209.09 Construcción de camas o lechos de cimentación. Se construirán camas de la manera descrita a continuación:

(a) Estructuras que no son alcantarillas. Se construirán las camas cuando sean requeridas por el contrato. Se colocarán y conformarán las camas de material en capas que, cuando son compactadas, no excedan un espesor de 150 mm. Se compactará cada capa de acuerdo con la Subsección 209.11. Cuando no se especifique la clase de material para las camas se aplicarán el material para cama clase B.

(b) Alcantarillas. Las alcantarillas serán colocadas sobre cimentaciones preparadas. Se utilizará una de las siguientes clases. Cuando no se especifique la clase en los términos del contrato, se considerará el tipo C.

(1) Clase A. Se colocará una “cama” de material clase A. Se tenderán los sub-drenajes mientras el concreto hidráulico es aún plástico. No se hará el relleno hasta que el concreto alcance la cura inicial.

(2) Clase B. Se colocará una capa de 150 mm de espesor de material clase B. Se colocará y conformará cualquier material para la “cama” para cubrir al menos un 10 % de la altura de la alcantarilla. Se colocarán las alcantarillas en la cama. Se extenderá el material de cimentación hacia los lados de la alcantarilla, para cubrir un 30 % de su altura.

(3) Clase C. Se colocará una capa de material clase C en un espesor igual, al menos, al 10 % de la altura de la alcantarilla. Se colocará y conformará material de relleno adicional para completar al menos el 10 % de la altura de la alcantarilla.

209.10 Relleno. Se colocará el relleno como se describe en seguida:

(a) General. Se colocará un relleno en capas horizontales, de manera que cuando estén compactadas no se exceda una profundidad de 150 mm. Se compactará cada capa de acuerdo con la Subsección 209.11.

Se aplicará el material de relleno de una forma uniforme, con desplazamiento hacia los límites del área de excavación.

No se colocarán rellenos contra concreto hidráulico de menos de 7 días de colado, o hasta que se alcance un 90 % de la resistencia de diseño.

(b) Alcantarillas. Cuando se instalen tuberías plásticas, se usarán materiales de relleno de conformidad con AASHTO M 145, grupos de clasificación A-1, A-2 y A-3.

Se colocará y compactará el material de relleno por debajo de las porciones expuestas de los salientes del haunch. Se extenderá cada capa hacia los lados de la excavación, la superficie de rasante del terreno, o una distancia equivalente a 3 veces la longitud de la tubería, lo que sea menor. Se repetirá el proceso de colocación y compactación hasta un mínimo de 300 mm sobre la superficie de la tubería.

Se completará el relleno de las trincheras con las adecuadas prácticas de excavación y relleno. Se colocará el material en capas que, cuando estén compactadas, no excedan un espesor de 150 mm. Se compactará cada capa de acuerdo con la Subsección 209.11.

Para casos de instalación múltiple, se colocará y compactará cada capa de material de relleno a ambos lados de cada tubería.

(c) Alcantarillas de arco con cabezales. Se construirá un relleno de acuerdo con alguno de los siguientes criterios:

(1) Se colocará y compactará el primer relleno con material entre los extremos del arco. Se colocará y compactará el relleno en capas sobre ambos extremos del arco, para determinar una rampa estrecha. Se construirá la rampa nivelada en ambos lados, hasta llegar al nivel superior del arco. Se colocará el resto del material de relleno desde la superficie de la rampa, trabajando hacia los extremos. Se compactará el material de relleno de manera uniforme, en capas a ambos lados del arco.

(2) Después de colocados los cabezales. Alrededor de las estructuras, el material granular de relleno debe ser permeable y colocado en capas horizontales que no excedan 15 centímetros de espesor, hasta alcanzar el nivel original del terreno. Cada capa debe humedecerse o secarse, según sea necesario, y compactarse con

equipo apropiado. Colocar y compactar el material de relleno simultáneamente y a la misma altura en ambos lados del arco hasta alcanzar la parte superior de éste. Coloque y compacte el resto del relleno alrededor y sobre el arco, hasta el otro cabezal.

(d) Resane de áreas de pavimentos existentes. Colocar un relleno de 375 milímetros de espesor, con 300 milímetros de piedra quebrada de acuerdo a la Sección 301 y 75 milímetros de concreto asfáltico, de acuerdo a las Sección 402 ó 417.

209.11 Compactación. El contenido de humedad y la densidad máxima será determinado de acuerdo de acuerdo con la norma AASHTO T 99, método C. Se ajustará el contenido de humedad del material de relleno a un valor adecuado para la compactación.

El material de relleno será colocado en capas y a una compactación de 95 por ciento de la densidad máxima. La densidad y el contenido de humedad en el sitio, serán determinados de acuerdo con AASHTO T 238 y AASHTO T 239 u otros procedimientos aprobados.

209.12 Aceptación. Los materiales de relleno, de lecho y relleno de cimentación serán evaluados de acuerdo a las Subsecciones 106.02 y 106.04, excepto el concreto para sellado o relleno, será evaluado de acuerdo a la Sección 601. Ver la Tabla 209-1 para requerimientos mínimos de muestreo y ensaye.

El apuntalamiento, el arriostramiento y tablestacado serán evaluados de acuerdo a las Subsecciones 106.02 y 106.04.

El abra y destronque se evaluarán de acuerdo a las Secciones 201 y 203.

El concreto para sellado será evaluado de acuerdo a la Sección 552.

Medición y Pago

209.13 Ver la Subsección 109.05.

No se tome medida para pago de la excavación para estructuras y relleno.

Mida el concreto clase A colocado en la cama de acuerdo a la Sección 601.

Mida el relleno para cimentación de acuerdo a la Sección 208.

Mida el concreto para sello de acuerdo a la Sección 552.

Tabla 209 - 1
Muestreo y Pruebas

Material o producto	Propiedades o características	Método del ensayo o especificaciones	Frecuencia	Lugar de muestreo
Material de relleno Material de préstamo Material clase C Relleno de cimentación	Clasificación	AASHTO M 145	1 por cada tipo de material	Fuente de material
	Humedad - Densidad	AASHTO T 99 Método C	1 por cada tipo de material	Material procesado antes de ser incorporado en el trabajo.
	Densidad "in situ" y contenido de humedad	AASHTO T 238 y AASHTO T 239 u otro procedimiento aprobado	1 por cada 0.5 m de profundidad pero no menos de 2 por cada instalación.	Material Compactado
Material clase B	Graduación	AASHTO T 27 y AASHTO T 11	1 por cada tipo de material	Fuente de material
Relleno estructural. Material granular de relleno. Relleno para muro de criba.	Graduación Límite Líquido	AASHTO T 27 y AASHTO T 11 AASHTO T 89	1 por cada tipo de material	Fuente de material o de apilamiento.
	Humedad - Densidad	AASHTO T 99 Método C	1 por cada tipo de material	Material procesado antes de ser incorporado en el trabajo.
	Densidad "in situ" y contenido de humedad	AASHTO T 238 y AASHTO T 239 u otros procedimientos aprobados	1 por cada 0.5m de profundidad pero no menos de 2 por cada instalación.	Material compactado.

Sección 210.) RELLENO PERMEABLE.

Descripción

210.01 Este trabajo consiste en fabricar y colocar un material permeable 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.

Material

210.02. El material de relleno permeable debe cumplir con lo estipulado en las siguientes Subsecciones:

Geotextil Tipo I	714.01
Relleno Permeable	703.04
Relleno para Estructuras	704.04

Requerimientos para la construcción

210.03 General. No se debe colocar el relleno permeable en contacto con concretos que tengan menos de cuatro días de colados.

Donde hay agujeros de drenaje, se debe colocar un geotextil que cubra por lo menos 0.50 metros alrededor del agujero de drenaje. Coloque el relleno permeable en contacto con la pared de la estructura. Coloque el relleno para estructuras de acuerdo con la Subsección 208.10, usando un método que evite que el relleno para estructuras se mezcle con el relleno permeable.

210.04 Aceptación. El material de relleno permeable debe evaluarse de acuerdo a las Subsecciones 106.02 y 106.04. Ver Tabla 210-1 para el mínimo de muestras y pruebas requeridas.

La colocación del relleno permeable debe evaluarse de acuerdo a las Subsecciones 106.02 y 106.04.

El geotextil debe evaluarse de acuerdo a la Sección 207.

El relleno para estructuras debe evaluarse de acuerdo a la Sección 208.

Medición

210.05 La medida del relleno permeable se debe hacer de acuerdo a los metros cúbicos de material colocado satisfactoriamente.

Pago

210.06 El pago debe hacer por el número de metros cúbicos medidos como se indica anteriormente, al precio unitario de contrato, correspondiente a relleno permeable, cuyo precio incluye el trabajo estipulado en esta Sección. Ver la Subsección 109.05.

Renglón de Pago

21001 Relleno Permeable

Unidad de Medida

Metro cúbico

Tabla 210-1
Muestreo y Pruebas

Material o producto	Propiedades o características	Método de ensayo o especificaciones	Frecuencia	Lugar de muestreo
Relleno permeable	Graduación	AAHSTO T 27 y AASHTO T 11	1 cada 500 T	Material de sitio o de apilamiento

Sección 211.) ELIMINACIÓN DE CAMINOS O CALLES EXISTENTES

Descripción

211.01 Este trabajo consistirá en la eliminación, de aquellos caminos o calles existentes, retornos, áreas de estacionamiento y otras estructuras, que son mostrados en los planos o designados por el Ingeniero para ser eliminados.

Requerimientos para la Construcción

211.02 Generalidades. Después de que las secciones indicadas del camino o calle existente ya no sean necesarias para el tráfico, se rellenarán las zanjas y cunetas y la plataforma de la vía será emparejada y nivelada tratando de restaurar los contornos originales del terreno, o bien, de producir un aspecto agradable, formando taludes naturales redondeados. Después de completar este emparejamiento áspero, el área de la vía será escarificada o arada para mezclar el agregado remanente con tierra y luego, rastreada y afinada.

211.03 Materiales Rígidos.

(a) Materiales no Asfálticos. Las estructuras existentes, pavimentos de concreto, cordón y caño, cunetas, aceras y otros materiales no asfálticos, serán quebradas en pedazos no mayores de 300 milímetros, los que serán enterrados a no menos de 0.5 metros de profundidad o removidos. Donde lo muestren los planos o lo ordene el Ingeniero, todo material con valor de rescate será cuidadosamente removido cuidando de no causarle daños. Los materiales rescatados del camino o calle existente que llenen las especificaciones de cualquiera de los conceptos de obra del nuevo camino o calle, podrán ser usados en la nueva construcción de acuerdo con lo previsto en la Subsección 203.05(a) de estas especificaciones. Si lo muestran los planos o lo ordena el Ingeniero, se podrá hacer uso de materiales existentes en el camino o calle viejo para la construcción de la nueva vía; asimismo, los materiales adecuados obtenidos en la construcción de la nueva vía podrán ser usados en la eliminación del camino o calle existente. No se pagará por separado por excavación, relleno o compactación de cavidades remanentes.

(b) Materiales Asfálticos. Disponga de los materiales asfálticos de acuerdo a los reglamentos locales. El material asfáltico puede considerarse como desecho peligroso. Obtenga copia de los permisos para la eliminación de los desechos. Si no hay regulaciones, disponga del material como se describe en la Sección (a), anterior.

211.04 Materiales no Rígidos.

- a) **Materiales no asfálticos.** Escarifique o desgarre la grava o piedra quebrada u otro material de la superficie no rígida de base o subbase. Mezcle el material escarificado con el material subyacente de suelo, entierre la mezcla con por lo menos 300 milímetros de profundidad.
- b) **Material asfáltico contaminante.** Disponga de acuerdo a la subsección 211.03 (b).

211.05 Conformación. Conforme, mezcle con el terreno existente.

211.06 Aceptación. La eliminación de vías existentes será evaluada visualmente de acuerdo a la subsección 106.02.

Medición

211.07 Se pagará por metro cuadrado o por Suma Global.

La medida por metro cuadrado se hará en forma horizontal de camino o calle viejo eliminado aceptablemente entre los límites mostrados en los planos. El área será medida horizontalmente. Se medirán para fines de pago únicamente las unidades o fracciones de unidades que están fuera de los límites del Derecho de Vía del nuevo camino o calle. No se medirán áreas de menos de 20 metros cuadrados.

La medida del material del camino eliminado que se use en la carretera o estructura, se evaluará de acuerdo a la Sección 204.

Pago

211.08 La cantidad aceptadas, medidas de acuerdo con lo estipulado en el artículo precedente, se pagarán al precio de contrato por unidad de medida para los conceptos de pago listados más adelante que figuren en el Pliego de Licitación, precio y pago que serán compensación total por el trabajo prescrito en esta sección. Ver Subsección 109.05

Los pagos serán efectuados bajo los siguientes conceptos:

Renglón de Pago		Unidad de Medida
21101	Eliminación de caminos (o Calles) Existentes	m ²
21102	Eliminación de caminos (o Calles) Existentes	Suma global

Sección 212.) CONFORMACIÓN DE LA SUBRASANTE

Descripción

212.01 Este trabajo consiste en la conformación de la subrasante, dentro de las tolerancias especificadas de alineación y niveles.

Requerimientos para la construcción

212.02 Preparación de la Calzada. Limpie el área de vegetación y obstrucciones de acuerdo don las Secciones 201 y 203.

212.03 Excavación y Relleno. Conforme la subrasante de base según los requerimientos aplicables de la Sección 204, excepto lo que se modifica aquí.

Ajuste el contenido de humedad del material de relleno para obtener una compactación adecuada. Coloque el material de relleno en capas de 300 milímetros y compacte cada capa de acuerdo a lo requerido en la Subsección 204.11(a).

Cuando los rodillos de compactación no son prácticos, use equipo de compactación mecánicos o vibratorios aprobados.

Construya los accesos y conexiones con carreteras o caminos existentes, á reas de estacionamiento y senderos. Construya todos los accesos nuevos.

212.04 Tolerancia de la Calzada. No debe invadir los canales de conducción de aguas, o los acuíferos, o extenderse fuera del derecho de vía o servidumbres. No debe ajustar la pendiente de la calzada de tal forma que afecte los drenajes. Construya la calzada de acuerdo a las siguientes tolerancias:

- a) **Alineamiento horizontal.** La línea central no debe desviarse más de tres metros a la izquierda o a la derecha del centro de la explanación. Los radios de curvatura pueden reducirse o aumentarse en un 50 %. No deben construirse curvas con radios menores de 30 metros. Son permitidas curvas compuestas.
- b) **Pendiente vertical.** El perfil de la rasante podrá variarse un máximo de 1.50 metros hacia arriba o hacia debajo de la elevación de la explanación de la calzada existente y la nueva pendiente en tangente, no puede variar más del 2% de la pendiente existente.

Revise la conexión hacia delante y hacia atrás de la pendiente con la pendiente uniforme de la curva vertical diseñada.

212.05 Aceptación. La explanada de la calzada debe evaluarse de acuerdo a las Secciones 201 y203.

Medición

212.06 La medida de la calzada nivelada se apagará por kilómetro de acuerdo al alineamiento aprobado.

Pago

212.07 La aceptación de las cantidades, medidas como se indica anteriormente, deben pagarse de acuerdo al precio unitario de contrato, por kilómetro, cuyo precio incluye el trabajo estipulado en esta sección, de conformidad con lo indicado en la Subsección 109.05

El pago debe realizarse de acuerdo a:

Renglón de Pago	Unidad de medida
21201 Construcción lineal para la construcción	Kilómetro

Sección 213.) ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE

Descripción

213.01 Este trabajo consistirá en el procesamiento e incorporación de cal, ceniza o cemento Portland en la capa superior de la subrasante.

Material

213.02 Conforme con las Subsecciones siguientes:

Polvo de Secado	703.13
Aditivos químicos (retardador)	711.03
Asfaltos emulsificados	702.03
Cenizas volcánicas	725.04
Cal	725.03
Cemento Portland	701.01
Agua	725.01

Requerimientos para la construcción

213.03 Proporcionamiento. Se suministrará un diseño de la mezcla para la estabilización de la subrasante 30 días antes de la producción. Se cumplirá con las resistencias a la compresión mínimas requeridas en la Tabla 213-1.

Tabla 213-1

Mezcla de Estabilización	Procedimiento de Prueba	Resistencia a la Compresión (Mínima)
Cal/Suelo	ASTM D5102	0.70 Mpa (1)
Cal/Ceniza Volcánica/Suelo	ASTM C 593	2.75 Mpa (2)
Cemento/Suelo	ASTM D 1633	2.75 Mpa (2)

(1) 28 días de cura

(2) 7 días de cura seguido por saturación.

Incluir lo siguiente con el diseño de la mezcla, tanto como sea aplicable:

- (a) Fuente de cada uno de los materiales componentes
- (b) Resultados de las pruebas aplicables
- (c) Muestra de suelo de 90 Kilogramos de la subrasante
- (d) Muestra de ceniza volcánica de 25 Kilogramos
- (e) Muestra de cal de 10 Kilogramos

- (f) Muestra de Cemento de 10 Kilogramos
- (g) Muestra de retardador u otro aditivo propuesto de 2 Kilogramos

La producción iniciará solamente después de que el diseño de la mezcla esté aprobado. Se presentará un nuevo diseño de la mezcla si hay algún cambio en una de las fuentes de materiales.

213.04 General. Los aditivos y mezclas químicos se guardarán en envases cerrados e impermeables. La subrasante se preparará según la Sección 303. Los procesos de escarificación y pulverización de la sub-rasante se efectuarán hasta una profundidad de 150 milímetros. El material de la sub-rasante se dimensionará y conformará en camellones o en capas delgadas extendidas. Determinar el contenido de humedad óptima y la densidad máxima de acuerdo a la norma AASHTO T 99 método C.

213.05 Aplicación. Los aditivos se aplicarán cuando el material de la subrasante tenga una humedad por lo menos 3 por ciento por debajo del contenido de humedad óptimo y por lo menos una temperatura de 4°C. No aplicar cuando se pierde excesivo aditivo con el lavado o soplado o cuando se espera que la temperatura del aire baje debajo de 4°C en el plazo de 48 horas.

Los aditivos se aplicarán en las dosis requeridas siguiendo uno de los métodos siguientes:

- (a) **Método Seco.** Aplicar uniformemente los aditivos usando un esparcidor aprobado. Una motoniveladora no es un esparcidor aprobado. Aplicar el agua usando métodos aprobados para obtener el contenido de humedad apropiado para la mezcla y la compactación.
- (b) **Método de la mezcla.** Los aditivos se mezclarán con agua y se aplicarán como una suspensión o mezcla delgada con agua, utilizando, ya sea, los camiones con los distribuidores aprobados o los mezcladores rotatorios. Equipar el camión distribuidor o el tanque del mezclador rotatorio para mantener los aditivos en una suspensión en agua. Realizar las pasadas sucesivas sobre el material para obtener la humedad y el contenido de aditivo para la mezcla y compactación.

213.06 Mezclado. Mantener todo el tráfico, excepto el equipo de mezclado, alejado del material de riego. Mezclar el material para obtener una mezcla friable homogénea.

- (a) **Mezclas de cal y cenizas de incineración o volcánicas.** Agregar el agua y mezclar para ajustar el contenido de humedad de la mezcla al valor óptimo más la humedad necesaria para la hidratación. La humedad de hidratación es el 1½ por ciento por cada por ciento de aditivo en la mezcla. Terminar el mezclado en un plazo de 6 horas desde la aplicación del aditivo. Curar la mezcla por 2 a 4 días manteniéndola húmeda. Después de

curar, remezclar un 95 por ciento de toda la mezcla, excepto las partículas de roca que pasan por el tamiz de 45 milímetros y por lo menos un 50 por ciento de la mezcla debe pasar el tamiz de 4,75 milímetros, según el ensayo AASHTO T 27, en condición sin secar. Se pueden añadir retardadores.

(b) Mezclas con cemento. Agregar el agua y mezclar para ajustar el contenido de agua de la mezcla a un 2 por ciento sobre el contenido de humedad óptimo.

Terminar la mezcla en un plazo de 2 horas después de la aplicación del cemento. Ajustar el contenido de agua de la mezcla dentro de un 2 % del contenido de humedad óptimo.

213.07 Compactación y Acabado. Inmediatamente después del mezclado, colocar y compactar la mezcla por lo menos a un 95 % CBR de la densidad máxima. Determinar la densidad en el sitio y el contenido de agua según AASHTO T 238 y AASHTO T239 u otros métodos de prueba aprobados. Si el tiempo entre la compactación de bandas parciales adyacentes excede 30 minutos o cuando se deba empalmar con el trabajo previo, realizar una junta de construcción según la Subsección 302.07. Acabar la subrasante, de modo que, la superficie quede lisa y adecuada para colocación de la capa subsiguiente.

213.08 Curado. No permitir el tráfico en la subrasante estabilizada. Mantener la subrasante continuamente húmeda hasta que se coloque la siguiente capa. Aplicar el agua a presión a través de una tubería equipada de inyectores que produzcan chorros finos y uniformes. Colocar la capa siguiente en un plazo de 7 días después de compactada y acabada la subrasante.

La colocación de la capa siguiente puede diferir hasta 21 días sellando la superficie con una emulsión asfáltica de curado medio. Mantener la superficie continuamente húmeda por lo menos 7 días después de compactada y acabada. Después de 7 días, aplicar una emulsión asfáltica CRS-2 o RS-2 no diluida en una razón de 1.1 litros por metro cuadrado según la Sección 409. Colocar una película continua sobre la superficie. Si la superficie se abre al tránsito público, se suministrará y aplicará el polvo de secado según la Sección 411.

Si la subrasante pierde estabilidad, densidad o acabado antes de la colocación de la capa siguiente, se tratará de nuevo de recompactar la subrasante lo necesario para restablecer la resistencia del material dañado de acuerdo a lo especificado en el diseño de la mezcla. Reaplicar el sello de emulsión asfáltica donde la película continua se haya dañado.

231.09 Aceptación. El material para el polvo de secado, los aditivos químicos (retardador), las cenizas volcánicas, la cal, el cemento Portland y el agua se evaluarán según las Subsecciones 106.02 y 106.03. La emulsión asfáltica se evaluará según las Subsecciones 106.03 y 702.09.

El trabajo de estabilización de la subrasante se evaluará según las Subsecciones 106.02 y 106.04. Vea la Tabla 213-2 para el muestreo mínimo y las pruebas requeridas.

El reacondicionamiento de la subrasante se evaluará según la Sección 303.

El sello de emulsión asfáltica se evaluará según la Sección 409.

Medición

213.10 La estabilización de la subrasante se medirá por metro cuadrado. Medir el ancho horizontalmente para incluir la parte superior del ancho de la subrasante y el ensanchamiento de la curva admisible. Medir la longitud horizontalmente a lo largo de la línea centro de la vía. Medir la cal, el cemento y las cenizas volcánicas por tonelada métrica.

Medir la emulsión asfáltica según la Sección 409.

Medir el polvo de secado según la Sección 411.

Pago

213.11 Las cantidades aceptadas y medidas como se indicó anteriormente, se pagarán al precio de contrato usando la unidad de medida para los renglones de la siguiente lista y que fueron indicados en los documentos de licitación. El pago se remunerará completamente de acuerdo al trabajo prescrito en esta Sección. Vea la Subsección 109.05.

El pago se hará según se indica:

Renglón de Pago		Unidad de medida
21301	Estabilización de la subrasante con _____, milímetro de espesor	Metro cuadrado
21302	Cal	Tonelada métrica
21303	Cemento	Tonelada métrica
21304	Ceniza volcánica	Tonelada métrica

Tabla 213-2
Muestreo y Pruebas

Material o producto	Propiedades o características	Método de ensayo o especificaciones	Frecuencia	Lugar de muestreo
Material reutilizado	Graduación	AASHTO T 27	1 por cada 5000 m ²	Material procesado antes de la compactación final
	Humedad - Densidad	AASHTO T 99 Método C	1 por cada mezcla o cambio de material	Material procesado antes de la compactación final
	Densidad "in situ" y contenido de humedad	AAHSTO T 238 y AASHTO T 239 u otro procedimiento aprobado	1 por cada 2500 m ²	Subrasante compactada

DIVISION 250

Rellenos estructurales

División 250.) RELLENOS ESTRUCTURALES

Sección 251.) ESCOLLERA (RIPRAP)

Descripción

251.01 Este trabajo consiste en el suministro y colocación de escollera para la protección de riberas u orillas de ríos, protección de taludes, de estructuras de drenaje y control de la erosión.

Los tipos de escollera se denominan tal como se muestra en la tabla 705-1.

Material

251.02 Conforme a las Subsecciones siguientes:

Geotextil Tipo IV	714.01
Mortero	712.05
Roca para escollera	705.02

Requerimientos para la construcción

251.03 General. El trabajo debe realizarse bajo la Sección 209. El talud debe recubrirse de manera de producir una superficie lisa. El Contratista debe colocar el geotextil requerido de conformidad con la Sección 207.

251.04 Escollera Colocada. La escollera a utilizar consistirá en roca colocada sobre una superficie previamente preparada de manera que forme una masa bien graduada.

La escollera debe colocarse en su espesor total en una sola operación, a efecto de evitar el desplazamiento del material subyacente. No debe ponerse el material de la escollera por métodos que causen segregación o dañen la superficie preparada. Las rocas individuales deben colocarse, o reordenarse, por medio de métodos mecánicos o manuales a fin de obtener un manto denso y uniforme, con una superficie razonablemente lisa.

251.05 Escollera entrabada. La escollera entrabada está constituida por trozos de roca colocados sobre una superficie preparada, acuñados o entrabados en su lugar mediante golpes aplicados con una herramienta pesada de cara plana.

Los trozos de roca para la escollera entrabada deben colocarse de conformidad con la Subsección 251.04. La escollera debe trabarse en su lugar golpeando la

superficie con un peso con una cara plana de 1,2 metros por 1,5 metros y con una masa de aproximadamente 2000 kilogramos. La escollera bajo superficies de agua no debe ser golpeada.

251.06 Escollera con Mortero. La escollera con mortero es roca colocada sobre una superficie preparada, con los vacíos llenos con mortero de cemento Portland.

Los pedazos de roca para la escollera con mortero deben colocarse de conformidad con la sección 251.04. La roca debe humedecerse exhaustivamente, lavando el exceso de finos existentes en la parte inferior de la escollera. El mortero debe colocarse únicamente cuando la temperatura sea superior a 2° C y vaya en aumento. Colocar el mortero de tal manera que se prevenga su segregación. Llenar todos los vacíos sin desplazar de su puesto a la roca. Dejar agujeros a través de la escollera para permitir el drenaje de agua, según sea requerido. Proteger la escollera con mortero de las temperaturas extremas y mantenerla humedecida por 3 días después de que el trabajo haya sido terminado.

251.07 Aceptación. La roca para la escollera será evaluada de conformidad con la Subsección 106.02.

La colocación de la roca para la escollera será evaluada bajo las Subsecciones 106.02 y 106.04.

La excavación estructural y el relleno serán evaluados bajo la Sección 209.

El geotextil será evaluado bajo la Sección 207.

El material para el mortero será evaluado bajo las Subsecciones 106.02 y 106.03. El mortero será evaluado bajo las Subsecciones 106.02 y 106.04. La colocación del mortero será evaluada bajo la Subsección 106.02. Ver la Tabla 251-1 para los requisitos mínimos de muestreo y ensayos.

Medición

251.08 La escollera se mide por tonelada métrica o por metro cúbico colocada en su lugar.

Pago

251.09 Las cantidades aceptadas, medidas en la manera prevista arriba, serán pagadas al precio del contrato por unidad de medición para los renglones de pago enumerados abajo, cuando estén mostrados en la oferta. El pago constituirá la remuneración total para el trabajo prescrito en esta sección. Ver la Subsección 109.05.

El pago será hecho bajo:

Renglón de Pago

Unidad de Medida

25101	Escollera colocada clase _____	Metro cubico
25102	Escollera colocada clase _____	Tonelada
25103	Escollera entrabada clase _____	Metro cubico
25104	Escollera entrabada clase _____	Tonelada
25105	Escollera con mortero clase _____	Metro cubico

**Tabla 251-1
Muestreo y Ensayo**

Material o Producto	Propiedad o Característica	Método de Ensayo o Especificación	Frecuencia	Punto de Muestreo
Mortero	Confección de los especímenes de ensayo	AASHTO T 23	1 muestra por instalación ⁽¹⁾	Sitio del trabajo
	Resistencia a la compresión ⁽²⁾	AASHTO T 22		

(1) La muestra consiste de 2 testigos de ensayo.

(2) La resistencia a la compresión será el promedio de 2 testigos de ensayo.

Sección 252.) TERRAPLEN ESPECIAL Y CONTRAFUERTE DE ROCA

Descripción

252.01 El trabajo de relleno (terraplén) especial de roca consiste en el suministro y colocación de rocas en secciones de relleno, depositadas a mano o por medios mecánicos. El trabajo de contrafuerte o sostén de roca consiste en el suministro y colocación de rocas en secciones de corte, depositadas a mano o por medios mecánicos.

Los rellenos especiales de roca y los contrafuertes de roca se designan como suministro y colocación de rocas, colocados a mano o colocados por medios mecánicos.

Materiales

252.02 Conforme a las Subsecciones siguientes:

Roca para contrafuertes	705.05
Roca terraplenes especiales	705.04

Requerimientos para la construcción

252.03 Colocación de la roca. Realizar el trabajo bajo las Secciones 204 o 209 según sea requerido.

Colocar la roca con una orientación estable y con vacíos mínimos. Acomodar los trozos de roca de manera que se produzca un patrón casual. Usar pedazos de roca, producto del resquebrajamiento de la misma menores que el tamaño mínimo de roca establecido, para acuñar sólidamente las piezas más grandes en posición y para llenar los vacíos entre ellas.

La cara expuesta de la masa de roca debe construirse razonablemente uniforme, sin proyecciones más allá de la línea neta de la ladera que excedan 300 milímetros en el caso de la roca mecánicamente colocada, o 150 milímetros para la roca colocada manualmente.

252.04 Aceptación. La roca para el terraplén especial y para el contrafuerte será evaluada bajo la Subsección 106.02.

La colocación de la roca para el terraplén especial y el contrafuerte será evaluada bajo las Subsecciones 106.02 y 106.04.

La excavación estructural y el relleno serán evaluados bajo la Sección 209.

Medición

252.05 Mida los rellenos especiales y los contrafuertes de roca por metro cúbico o tonelada métrica colocados en su lugar.

Pago

252.06 Las cantidades aceptadas, medidas en la manera prevista arriba, serán pagadas al precio del contrato por unidad de medida para los renglones de pago enumerados abajo, cuando sean indicados en la oferta. El pago será remuneración total por el trabajo prescrito en esta Sección. Vea la Subsección 109.05.

El pago será realizado bajo:

Renglón de Pago		Unidad de medida
25201	Terraplén especial de roca _____	Metro cúbico
25202	Terraplén especial de roca _____	Tonelada métrica
25203	Contrafuerte de roca_____	Metro cúbico
25204	Contrafuerte de roca_____	Tonelada métrica

Sección 253.) GAVIONES Y COLCHONES DE REVESTIMIENTO

Descripción

253.01 Este trabajo consiste en el suministro y colocación de roca o piedra de río en jaulas de malla de alambre, con los accesorios necesarios, en lugares determinados del proyecto, de acuerdo con estas especificaciones y de conformidad con las líneas, niveles, dimensiones y detalles mostrados en los planos u ordenados por el Contratante.

Materiales

253.02 Se da el nombre de gaviones a jaulas de malla de alambre de dimensiones variadas, rellenas con fragmentos de roca o gravas.

Los materiales deben satisfacer los requisitos de las siguientes Subsecciones:

Material de relleno	704.03
Material para gaviones y colchones de revestimiento	720.02
Roca para gaviones y colchones de revestimiento	705.01
Geotextil de tipo IV	714.01
Relleno estructural	704.04

Requerimientos para la construcción

253.03 Generalidades. El Contratista hará el levantamiento topográfico y verificará los límites de la instalación del muro y someterá a la aprobación del Contratante los planos de instalación de acuerdo con la Sección 152 y Subsección 104.03. Realizará los trabajos de acuerdo con la Sección 209.

253.04 Ensamble de la jaula. El Contratista no debe dañar el revestimiento de los alambres durante el ensamble de la jaula, la erección de la estructura, relleno de las celdas o en la construcción de los rellenos. Colocar la jaula en su posición y unir los bordes verticales por sujetadores de acuerdo con la Subsección 253.05; se podrán usar sujetadores temporales para el ensamble de la jaula, si son sustituidos durante la erección de la estructura por sujetadores permanentes, de acuerdo a la Subsección 253.05.

Luego, se rotarán los diafragmas en su posición y se unirán las orillas verticales de acuerdo con lo estipulado en la Subsección 253.05.

253.05 Erección de la estructura. El Contratista colocará las jaulas de los gaviones vacías sobre la fundación e interconectará las jaulas adyacentes a lo largo de los bordes superiores y verticales mediante sujetadores permanentes.

Cuando se use alambre como amarre, colocar el alambre alternando amarres sencillos y dobles en las aberturas de la malla (una por medio), separados no más de 15 cm entre sí. Si se usan sujetadores en espiral, doblar los bordes para asegurar los sujetadores en su lugar. Cuando se usen sujetadores alternados, colocarlos en cada abertura de la malla, separados no más de 15 cm entre sí. De igual manera, interconectar cada capa de jaulas con la capa subyacente de ellas a lo largo del frente, atrás y a los lados. Traslapar las juntas verticales entre jaulas de filas y capas adyacentes, por lo menos, en una longitud de celda.

253.06 Relleno de las Celdas. El Contratista eliminará todas las torceduras y dobladuras que haya en la malla de alambre y alineará debidamente todas las jaulas. La piedra será colocada cuidadosamente en las celdas de las jaulas para prevenir el abombado de las mismas y minimizar la formación de agujeros en el relleno de piedra. Durante tal operación, se deberán mantener alineadas las jaulas.

Se colocarán alambres internos de conexión en cada celda de las jaulas exteriores, no confinadas, de más de 30 cm de alto. Esto se aplica también a las celdas de jaulas interiores dejadas temporalmente sin confinar. Los alambres internos de conexión se colocará a medida que progresa la colocación de la roca.

Se deben rellenar las celdas, en cualquier fila o capa, de manera que ninguna de ellas sea llenada más de 30 cm por encima de la celda adyacente. Se repetirá este proceso hasta que la jaula esté llena completamente y la tapa descansa sobre la capa de piedra final.

A continuación, se amarrarán las tapas de los lados extremos, y los diafragmas, de acuerdo con la Subsección 253.05. Las superficies expuestas de las jaulas deberán quedar lisas y nítidas, sin filos agudos de piedra proyectados hacia afuera de la malla de alambre.

253.07 Relleno de la Estructura. Se deberá colocar un geotextil sobre la parte trasera de la estructura del gavión. Conjuntamente con la operación de relleno de las celdas, se deberá rellenar el área trasera de la estructura del gavión con relleno estructural, de acuerdo con la Subsección 209.10. Cada capa será compactada de acuerdo con la Subsección 209.11, excepto que se deberá usar un compactador mecánico liviano o un compactador vibratorio dentro de una banda de un metro, en la franja cercana a la estructura del gavión.

253.08 Colchones de Revestimiento. Sobre la superficie preparada, se colocará un geotextil de acuerdo con la Sección 207. Luego se construirá el colchón de revestimiento de acuerdo con las Subsecciones 253.04 a 253.06. Se anclará el colchón en su lugar. Se colocará un geotextil contra los bordes verticales del colchón y se colocará el relleno sobre el geotextil usando material de relleno u otro material aprobado.

253.09 Aceptación. El material para las estructuras de gaviones y colchones de revestimiento será evaluado visualmente y mediante certificados de calidad y manufactura expedidos por los fabricantes y de acuerdo a las Subsecciones 106.02 y 106.03.

La construcción de estructuras de gaviones y colchones de revestimiento será evaluada visualmente y a través de mediciones y pruebas de laboratorio de acuerdo con las Subsecciones 106.02 y 106.04.

El Contratante evaluará los levantamientos topográficos realizados por el Contratista mediante operaciones de campo, de conformidad con la Sección 152.

Los geotextiles serán evaluados bajo la Sección 207.

La excavación estructural, el relleno estructural y el material de relleno serán evaluados bajo la Sección 209. En la Tabla 209-1 se presentan los mínimos requeridos para el muestreo y ensayos de laboratorio.

Medición

253.10 Los gaviones serán medidos en metros cuadrados de cara frontal de muro, o por metros cúbicos de la estructura. Los colchones de revestimiento serán medidos en metros cuadrados. El relleno de fundación será medido según la Sección 208.

Pago

253.11 Las cantidades aceptadas, medidas como se ha indicado, serán pagadas al precio de contrato por unidad de medición de pago, según la lista indicada a continuación. El pago será la compensación total por el trabajo indicado en esta sección. Ver Subsección 109.05.

Los pagos serán efectuados para los siguientes conceptos:

Renglón de Pago		Unidad de Pago
25301	Gaviones, galvanizados o revestidos con aluminio_____	Metro cuadrado
25302	Gaviones, revestidos con PVC _____	Metro cuadrado
25303	Gaviones, galvanizados o revestidos con aluminio_____	Metro cúbico
25304	Gaviones, revestidos con PVC _____	Metro cúbico
25305	Colchones de revestimiento, galvanizados o revestidos con aluminio _____	Metro cuadrado
25306	Colchones de revestimiento, revestido con PVC _____	Metro cuadrado

Sección 254.) MUROS DE CONTENCIÓN MODULARES

Descripción

254.01 Este trabajo consiste en la construcción de muros de contención modulares de concreto, metal o madera tratada.

Materiales

254.02 Los materiales se ajustarán a lo estipulado en las siguientes Secciones y Subsecciones:

Base de apoyo	704.09
Concreto	601
Relleno para muros de contención	704.12
Elementos para estructuras de madera	716.02
Muros metálicos de construcción	720.03
Unidades prefabricadas de concreto	725.11
Acero de refuerzo	709.01
Relleno estructural	704.04
Madera estructural tratada	716.03

Requerimientos para la construcción

254.03 General. El Contratista hará el levantamiento topográfico para verificar los límites de la instalación del muro y someterá a la aprobación del Contratante los planos de instalación de acuerdo a la sección 152. El trabajo de excavación y relleno, se hará de conformidad con la sección 104.03. El trabajo se realizará de acuerdo a la sección 209. Cuando el muro se asienta sobre una fundación de roca, debe colocarse una capa de apoyo de 200 mm de espesor debajo de los elementos de la base del muro. Ver Subsección 704.04, relleno estructural.

254.04 Ensamblaje. El Contratista deberá suministrar todos los pernos, tuercas y herraje necesarios para el completo ensamblaje de las unidades que deben conectarse para formar un muro continuo. Ensamblar el muro de contención de acuerdo con las instrucciones del fabricante. En las partes curvas debe obtenerse el alabeo apropiado de la superficie del muro, mediante el uso de elementos más cortos en los paneles de la cara frontal, o de la parte trasera. El muro debe construirse con una tolerancia de desviación de 25 mm en 3 metros, con respecto al trazado y elevaciones mostradas en los planos.

(a) Muro modular de concreto.- Quitar y reemplazar todos aquellos miembros de concreto que estén agrietados o dañados.

(b) Muro modular de metal.- Apretar los pernos de los muros modulares metálicos a, por lo menos, 34 N-m.

(c) Muros modular de madera (“chiqueros”).- Construir los muros modulares de madera de acuerdo con la Sección 557.

254.05 Rellenado. Rellenar los módulos con relleno especial para muros de este tipo, según la Subsección 209.10. Rellenar la parte trasera de los módulos con relleno estructural, según la Subsección 209.10. Mantener al mismo nivel el relleno dentro y detrás del módulo durante el proceso de relleno. Compactar cada capa de acuerdo con lo dispuesto en la Subsección 209.11, excepto que se deberá usar un compactador mecánico o vibratorio de peso liviano aceptable dentro de las dimensiones de los módulos.

254.06 Aceptación. El material para el muro será evaluado de acuerdo con las Subsecciones 106.02 y 106.03. Se exigirá una certificación del fabricante para cada embarque de los siguientes renglones:

- (a)** Muros modulares de metal.
- (b)** Unidades de concreto prefabricadas.
- (c)** Acero de refuerzo.
- (d)** Madera estructural tratada.

La construcción de muros de retención modulares de concreto, metal o madera será evaluada de acuerdo con las Subsecciones 106.02 y 106.04.

La labor de inspección se realizará de acuerdo a la sección 152.

La excavación estructural, los materiales para relleno, el relleno estructural y de capa de apoyo, serán evaluados según la Sección 209. En la tabla 209-1 se muestran los requisitos mínimos para el muestreo y ensayos.

El concreto será evaluado de acuerdo con la Sección 601.

Los elementos de madera serán evaluados de acuerdo con la Sección 557.

Medición

254.07 Se medirán los muros encibados en metros cuadrados de superficie frontal de muro.

Se medirá el material de relleno colocado en muros modulares en metros cúbicos.

Se medirá el relleno de fundación de acuerdo con la Sección 208.

Pago

254.08 Las cantidades aceptadas, medidas como se ha indicado, serán pagadas al precio de contrato por unidad de medida de pago, según la lista indicada a continuación. El pago será la compensación total por el trabajo indicado en esta sección. Ver Subsección 109.05.

Los pagos serán efectuados bajo los siguientes conceptos:

Renglón de Pago		Unidad de medida
25401	Muro de retención modular de concreto reforzado	Metro cuadrado
25402	Muro de retención modular metálico	Metro cuadrado
25403	Muro de retención modular de madera	Metro cuadrado
25404	Relleno de muros modulares	Metro cúbico

Sección 255.) MUROS DE TIERRA ARMADA

Descripción

255.01 Este trabajo consiste en la construcción de muros de tierra estabilizada por medios mecánicos (tierra armada).

Materiales

255.02 De conformidad con las siguientes Secciones y Subsecciones:

Capa niveladora de concreto hidráulico	601
Tela geotextil tipo IV	714.01
Tierra estabilizada por medios mecánicos	720.01
Relleno con material granular selecto	704.10
Relleno estructural	704.04

Requerimientos para la construcción

255.03 General. Se deberá hacer el levantamiento topográfico del sitio de las obras de acuerdo con la Sección 152 y se verificarán los linderos del muro a construir. Se prepararán y remitirán los planos de construcción de acuerdo con la Subsección 104.03. Se desarrollarán los trabajos de acuerdo con la Sección 209. Se construirá una fundación con un ancho en exceso de 0.50 m respecto a la longitud de la malla de refuerzo. Cuando el muro sea soportado por una fundación rocosa, se deberá colocar un espesor de 150 mm de relleno con material granular selecto de previo a la colocación de la malla de refuerzo. Hacer esta referencia en Subsección 704.10.

En los muros revestidos con concreto hidráulico, se deberá proveer una capa niveladora de concreto hidráulico reforzado o no reforzado colado en sitio, sobre las caras de la plataforma a recubrir, de acuerdo con el criterio del Contratante. Las capas niveladoras de concreto hidráulico coladas en sitio deberán ser curadas por un período de al menos 12 horas de previo a la colocación de los paneles de muro.

255.04 Construcción de muros de tierra armada. Los muros serán construidos de acuerdo con los planos constructivos y las recomendaciones técnicas aprobadas por el Contratante. Cuando el Contratante lo disponga en el contrato, se requerirá la supervisión de un profesional con una amplia experiencia en la construcción de muros de tierra armada.

(a) Muros con paredes de concreto hidráulico. Se colocarán los paneles de muro a través de los medios aprobados por el Contratante. Los paneles

de muro serán alineados en el sentido vertical y horizontal con una precisión de 19 mm y por medio de un cordal recto de 3 metros.

Los anchos de junta serán de 19 ± 6 mm. Las juntas serán preparadas e instaladas de acuerdo con los planos constructivos. Las juntas en los reversos de los paneles de pared deberán ser cubiertas con bandas de tela geotextil de 300 mm de ancho; bandas adyacentes de telas geotextiles serán traslapadas en un ancho mínimo de 100 mm.

Los paneles serán mantenidos en su posición, durante las operaciones de relleno y nivelación, mediante cuñas o riostras temporales autorizados por el Contratante. Se construirán los muros de manera que la tolerancia vertical (de la superficie a la base) no exceda la relación de 13 mm por cada 3 m de altura.

(b) Muros con paredes alambradas. Se colocarán capas de soporte y mallas de alambre de 6 mm en colocaciones sucesivas horizontales, conforme avanzan los trabajos de relleno. Se conectarán, tensarán y anclarán elementos de refuerzo en las caras del muro, antes del relleno. No deberán excederse las tolerancias verticales para la colocación de incrementos individuales que defina el Contratante y deberá respetarse una tolerancia vertical total (de la superficie a la base) de menos de 25 mm por cada 3 m de altura. Se colocarán elementos de refuerzo dentro de un margen de 25 mm medidos verticalmente sobre el nivel de conexión del relleno con las paredes alambradas. No podrán haber desviaciones en ningún punto sobre el muro de más de 50 mm respecto a un cordal recto de 3 m colocado de forma horizontal sobre el plano teórico de diseño para las caras de las paredes.

(c) Muros con paredes de gaviones. Se colocará una capa de relleno antes de la colocación de la primera hilera de gaviones. Los gaviones serán construidos de conformidad con la Sección 253. Se colocarán las mallas de refuerzo de manera horizontal sobre las capas de relleno compactado, y de manera perpendicular a las caras de las paredes del muro. Se conectarán los gaviones adyacentes a las mallas de refuerzo con amarres de acero, o por el medio definido por el Contratante, en espaciamiento nominal de 100 mm, alternado uniones simples y dobles. Se tensará y anclará la malla de refuerzo antes de la colocación de relleno adicional.

255.05 Relleno. El volumen estabilizado será ocupado por un relleno de material granular selecto, de acuerdo con la Subsección 209.10. Deberá asegurarse que no existan cavidades por debajo de las mallas de refuerzo. Cada capa será compactada de conformidad con la Subsección 209.11, excepto en lo referente al equipo requerido, el cual deberá ser aceptado de previo por el Contratante, y deberá ser un compactador liviano mecánico o vibratorio, el cual será operado

hasta una distancia de 1 m de la cara de la pared. En zonas donde el volumen estabilizado soporte elementos estructurales, deberá compactarse el espesor superior, hasta 1.5 m, al 100 % de la densidad máxima correspondiente.

No deberán aplicarse operaciones constructivas que puedan dañar o disturbar los elementos de paredes o mallas de refuerzo. No deberá operarse ningún equipo directamente sobre la superficie de las mallas de refuerzo. Se deberán corregir todos los elementos del muro que sufran algún daño, distorsión o con un incorrecto alineamiento.

Se deberá rellenar y compactar la superficie del volumen estabilizado con relleno estructural, de acuerdo con la Subsección 209.10. Al final de cada día de labores, el material adyacente a las paredes del muro correspondiente a la última capa de relleno colocada deberá dejarse con una inclinación hacia afuera, a fin de que el agua superficial se aleje del muro en dirección opuesta a las paredes, con el propósito de protegerlas de la contaminación con material del relleno.

No deberá permitirse, bajo ninguna circunstancia, la contaminación del área de construcción de las paredes del muro con material de relleno por escorrentía superficial.

255.06 Aceptación. El material para muros de tierra armada listado en la Subsección 720.01 será evaluado de conformidad con las Subsecciones 106.02 y 106.03. Deberá suministrarse un certificado de producción con cada embarque de paneles para paredes de concreto hidráulico.

La construcción de muros de tierra armada y los trabajos conexos serán evaluados de acuerdo con las Subsecciones 106.02 y 106.04.

Las evaluaciones del sitio de las obras serán de conformidad con la Sección 152.

La tela geotextil será evaluada de acuerdo con la Sección 207.

La excavación, relleno con material granular selecto y el relleno estructural serán evaluados según la Sección 209. Véase la Tabla 209-1 para requisitos mínimos de muestreo y ensayo.

Los gaviones serán evaluados de acuerdo con la Sección 253.

La capa niveladora de concreto hidráulico será evaluada según la Sección 601.

Medición

255.07 Se medirán los muros de tierra armada por metro cuadrado en la pared frontal.

Se medirá el material de relleno granular selecto en el volumen estabilizado por metro cúbico colocado y compactado.

Se medirá la capa niveladora de concreto hidráulico por metro lineal.

Se medirá el relleno de fundación de acuerdo con la Sección 208.

Pago

255.08 Las cantidades aceptadas, medidas de acuerdo con la Subsección 255.07, serán pagadas según el precio de contrato, por unidad de medida, para los renglones de pago indicados en los términos del contrato. El pago será la compensación para los trabajos descritos en esta Sección. Véase la Subsección 109.05.

El pago se realizará de acuerdo con:

Renglón de Pago		Unidad de medición
25501	Muro de tierra armada	Metro cuadrado
25502	Relleno con material granular selecto	Metro cúbico
25503	Capa niveladora de concreto hidráulico (deberá indicarse el espesor en metros)	Metro lineal

Sección 256.) ANCLAJES AL SUELO DE CARACTER PERMANENTE

Descripción

256.01 Este trabajo consiste en la construcción de anclajes al suelo de carácter permanente.

Materiales

256.02 De conformidad con la siguiente Subsección:

Anclajes al suelo

722.02

Requerimientos para la construcción

256.03 Requerimientos de experiencia. El Contratista o Subcontratista a cargo de la construcción de los anclajes al suelo de carácter permanente deberá haber completado, a satisfacción del Contratante, al menos cinco proyectos de construcción de anclajes al suelo de carácter permanente durante los tres años precedentes a la obra específica. Se deberá remitir una breve descripción de cada proyecto de experiencia previa, durante los tres años precedentes, incluyendo el nombre, la dirección y el número de teléfono del Contratante respectivo.

El Contratista o Subcontratista a cargo de las obras deberá contar con un profesional en Ingeniería con al menos tres años de experiencia en el diseño y construcción de anclajes al suelo de carácter permanente. Se deberán proveer supervisores de proyecto y operadores de equipos de excavación con al menos un año de experiencia en la instalación de anclajes a suelo de carácter permanente. Con anticipación de 30 días naturales al inicio de las obras, se deberá identificar al equipo profesional, los supervisores de proyecto y los operadores de los equipos de excavación asignados al proyecto, y se adjuntará un resumen sobre la experiencia profesional de cada uno.

256.04 Planos constructivos. Se deberán proveer los planos constructivos del proyecto, de conformidad con la Subsección 104.03, al menos con una anticipación de 30 días al inicio de las obras. Se deberá presentar, al Contratante, lo siguiente:

(a) Programación detallada de actividades, incluyendo:

- (1) Cantidad de anclajes al suelo.
- (2) Carga de diseño de los anclajes al suelo.
- (3) Tipo y tamaño de los tendones.
- (4) Longitud mínima para el anclaje.
- (5) Longitud mínima de adherencia.
- (6) Longitud mínima de adherencia para el tendón.
- (7) Longitud mínima adicional a la longitud de adherencia.

(b) Planos esquemáticos del sistema de anclaje al suelo, incluyendo:

- (1)** Cantidad y ubicación de los espaciadores.
- (2)** Cantidad y ubicación de los centradores.
- (3)** Sistema de protección para la corrosión en la longitud adicional a la longitud de adherencia.
- (4)** Sistema de protección para la corrosión en la longitud de adherencia.
- (5)** Transición entre los sistemas de protección para la corrosión entre la longitud de adherencia y la longitud adicional a la longitud de adherencia.
- (6)** Sistema de anclaje y trompas
- (7)** Sistema de protección para la corrosión en los anclajes.

256.05 Fabricación de los tendones.

(a) Generalidades. Los tendones serán fabricados en una planta o en el sitio del proyecto, conforme sea especificado en los planos constructivos. Las dimensiones de los tendones serán definidas a partir de los siguientes criterios:

- (1)** Las cargas de diseño no deberán exceder el 60 % de la resistencia última a la tracción del tendón.
- (2)** La carga máxima para la falla del tendón por tracción, según los ensayos de laboratorio que se practiquen, no deberá exceder el 80 % de la resistencia última a la tracción del tendón.

(b) Longitud de adherencia. Se deberá determinar la longitud de adherencia necesaria para alcanzar la resistencia indicada en los planos constructivos. Se utilizará una longitud mínima de adherencia, para los tendones, de 3 metros en roca, y 4.5 metros en suelos. Se deberá proveer protección para la corrosión en la longitud de adherencia con un recubrimiento de mortero de cemento hidráulico.

Cuando sea requerido por el Contratante, la longitud de adherencia del tendón será protegida a la corrosión, a partir del encapsulado en plástico corrugado con recubrimiento de mortero de cemento hidráulico, tubería de acero corrugada, o por recubrimiento con epóxico de fusión adherido. Se aplicará el mortero de cemento hidráulico dentro de la tubería, antes o después de que el tendón es colocado en el agujero excavado. Se centrará el tendón en la tubería con un mínimo de 2.5 mm de recubrimiento con mortero de cemento hidráulico.

(c) Espaciadores y Centradores. Se utilizarán espaciadores a lo largo de la longitud de adherencia de los tendones en un arreglo múltiple de tendones, con el propósito de separar cada uno de los elementos individuales sujetos a un esfuerzo de tracción. Se utilizarán centradores para lograr un recubrimiento mínimo con mortero de cemento hidráulico de 13 mm de espesor a lo largo de la longitud de desarrollo, o un encapsulado en la longitud de adherencia, como

sea requerido por el contrato. Se deberán utilizar centradores que no impidan el libre flujo del mortero de cemento hidráulico a lo largo del orificio de la excavación. Los centradores serán posicionados de manera que la distancia entre sus respectivos centros no exceda los 3 metros.

El centrador superior estará a una distancia máxima de 1.5 metros de la parte superior de la longitud de adherencia del tendón. El centrador inferior estará a una distancia máxima de 300 mm respecto a la parte inferior de la longitud de adherencia del tendón.

En caso de que el tipo y la disposición de los tendones no requiera el uso de centradores, corresponderá al Contratante autorizar la no utilización de los mismos, cuando, a su criterio, tal práctica proceda.

(d) Longitud adicional a la longitud de adherencia. Adicional a la longitud de adherencia, se deberá proveer una longitud adicional de 4.5 metros.

(1) Si la totalidad del orificio excavado se llena con mortero de cemento hidráulico en una sola operación, se deberá proveer protección para la corrosión en la longitud adicional a la longitud de adherencia, utilizando grasa inhibidora de la corrosión, sistemas de tuberías recubiertos con adhesivos elásticos u otro material alternativo aprobado por el Contratante.

Si se utiliza grasa inhibidora de la corrosión, la longitud adicional a la longitud de adherencia del tendón será recubierta completamente; se rellenarán los espacios entre elementos individuales de arreglos con múltiples tendones con el mismo material para el control de la corrosión; y se aplicarán medidas para evitar excesos de grasa.

Si el forro es llenado con mortero o pegamento, se colocará un separador de la zona de adherencia con el resto del tendón.

(2) Si se utiliza grasa inhibidora de la corrosión y la porción del orificio de excavación sobre la longitud de adherencia es rellena con un mortero de cemento hidráulico posterior a la fijación de los anclajes, se deberá dar un recubrimiento adicional para el tendón, utilizando mortero de cemento hidráulico.

Cuando se usan anclajes “re-tensables”, se proveerán amarres para anclajes “re-tensables”, compatibles con el sistema de post-tensión provisto.

(e) Placas de cojinete. Clasifique las placas de cojinete así:

(1) Los esfuerzos de tensión en la placa no deberán exceder el esfuerzo de fluencia del acero cuando se aplica una carga igual al 95 por ciento del mínimo especificado para la resistencia del tendón; y

- (2) La tensión media de la placa de cojinete no excederá lo recomendado en la sección 3.1.7 del PTI, especificación para los materiales Post-Tensados.

256.06 Almacenamiento y manipuleo. Almacenar y manipular los tendones de forma que se eviten daños o corrosión. Substituir los tendones que exhiban abrasión, cortes, salpicaduras de soldadura, corrosión o deformaciones de cualquier especie. Reparar o substituir cualquier tendón que exhiba daños en su forraje.

256.07 Instalación. Perforar los agujeros del anclaje de tierra con un ancho de 300 milímetros. Perforar el eje longitudinal del agujero paralelo al eje longitudinal del tendón. Instalar el anclaje de tierra que no difiera 3 grados de la perpendicular del plano horizontal de la estructura.. Instalar el anclaje de tierra con un ángulo horizontal de 3 grados.

Insertar el tendón en el agujero a la profundidad requerida sin forzar. Donde el tendón no pueda ser insertado totalmente, quite el tendón y limpiar o perforar de nuevo el agujero, para permitir la inserción.

256.08 Ensayos. Probar cada anclaje de tierra usando una carga máxima que no exceda el 80 por ciento del último esfuerzo de tensión para el cual está diseñado el tendón. Aplique simultáneamente la carga al tendón entero y a todos los elementos de tendones de varios elementos.

(a) **Equipo de prueba.** El equipo de prueba consistirá en:

- (1) Una escala de galga (dial) o un vernier capaz de medir a 0,025 milímetros.
- (2) Un gato hidráulico y una bomba. Utilice un gato y una galga de presión calibrada para medir la carga aplicada requerida por la prueba.
- (3) Una galga de referencia calibrada.

(b) **Pruebas de funcionamiento.** Colocar el equipo de tensión sobre el anclaje de tierra de modo que esté alineado axialmente con el tendón y el tendón esté centrado con el equipo.

Realice la prueba del funcionamiento según lo indicado en la tabla 256-1.

Una vez que se registra un movimiento del anclaje, aumentar el valor de la carga a partir de los incrementos indicados en la Tabla 256-1. Medir y registrar el movimiento del anclaje de tierra a los 0.025 milímetros más cercanos con respecto a una punta de referencia fija independiente en la carga de la alineación y en cada incremento de la carga. Vigilar la carga con una galga de presión. Colocar la galga de presión de referencia, en serie con la galga de presión, durante cada prueba del funcionamiento. Si la carga medida por la galga de presión y la carga medida por la galga de presión de referencia, se

diferencian por más de 10 por ciento, volver a calibrar el gato, la galga de presión, y la galga de presión de referencia.

Tabla 256-1
Secuencia de carga en ensayo

Secuencia	Incremento de carga							
	A	0.25D	0.50D	0.75D	1.00D	1.20D	1.33D	Reducción de la carga
1	*	*						
2	*	*	*					
3	*	*	*	*				
4	*	*	*	*	*			
5	*	*	*	*	*	*		
6	*	*	*	*	*	*	*	*

Nota: A = Alineamiento

D = Carga de diseño

Mantener la carga máxima de la prueba por un mínimo de 10 minutos. Medir y registrar el movimiento del anclaje de tierra en 1, 2, 3, 4, 5, 6, y 10 minutos. Si el movimiento del anclaje de tierra en el período de 1 a 10 minutos excede 1 milímetro, mantener la carga máxima de la prueba y registrar el movimiento del anclaje de tierra en 15, 20, 25, 30, 45, y 60 minutos.

Graficar en la tabla 256-1, el movimiento del anclaje de tierra, contra la carga máxima, para cada secuencia de prueba, y graficar el movimiento residual del tendón en cada carga contra la carga más alta aplicada previamente.

256.09 Aceptación. El material para los anclajes de tierra será evaluado de acuerdo a las subdivisiones 106.02 y 106.03.

La construcción de los anclajes de tierra serán evaluados de acuerdo a las subdivisiones 106.02 y 106.04.

Los anclajes de tierra instalados serán evaluados de acuerdo a alguno de los siguientes resultados de su funcionamiento:

(a) Después de 10 minutos de prueba, el anclaje de tierra será sometido al esfuerzo máximo de diseño, con un movimiento inferior a 1 milímetro en un período comprendido entre 1 y 10 minutos. La variación total de la carga máxima del ensayo excederá el 80 por ciento de la elongación elástica teórica de la longitud de desarrollo.

(b) Después de que transcurran 60 minutos, el anclaje de tierra será sometido a la carga máxima de la prueba con una tasa de arrastre que no exceda el ciclo de 2 milímetros por logaritmo del tiempo. La variación total de la carga máxima del ensayo excederá el 80 por ciento de la elongación elástica teórica de la longitud de desarrollo.

Substituir todos los anclajes de tierra que obtengan resultados inaceptables en su funcionamiento.

Medición

256.10 Contar los anclajes de tierra uno por uno.

Ejecutar los ensayos de funcionamiento a cada uno de los anclajes.

Pago

256.11 Las cantidades aceptadas, medidas como se ha indicado, serán pagadas al precio de contrato para el renglón de pago, según la lista indicada a continuación. El pago será la compensación total por el trabajo indicado en esta Sección. Ver Subsección 109.05.

Renglón de Pago

Unidad de medida

25601	Anclajes de tierra	Unidad
25602	Ensayos	Unidad

Sección 257.) MUROS DE CONTENCIÓN DE CONCRETO REFORZADO

Descripción

257.01 Este trabajo consiste en la construcción de muros de contención de concreto reforzado.

Material

257.02 Debe cumplir con las secciones y subsecciones siguientes:

Concreto	552
Formaleta y obra falsa	562
Relleno de juntas y sellantes	712.01
Acero de refuerzo	709.01
Relleno estructural	704.04
Barras de unión, pasajuntas y ganchos de anclaje	709.01

Requerimientos para la construcción

257.03 General. La topografía debe llevarse a cabo de conformidad con la Sección 152, a efecto de verificar los linderos del muro requerido. El Contratista debe preparar y someter a aprobación del Contratante los planos de la formaleta y de la obra falsa de acuerdo con la Sección 562. El trabajo debe llevarse a cabo bajo la Sección 209.

257.04 Acero de Refuerzo. El Contratista debe someter a aprobación del Contratante todas las listas de pedido y los diagramas de doblado del acero de conformidad con lo establecido en las Subsecciones 104.03 y 554.03. El refuerzo de acero debe elaborarse conforme a la subdivisión 554.05. El envío y la protección del material debe realizarse según las Subsecciones 554.04 y 554.06. El acero de refuerzo debe colocarse, sujetarse y empalmarse de conformidad con las Subsecciones 554.08 y 554.09.

257.05 Concreto Estructural. La mezcla de concreto debe diseñarse según la Subsección 552.03. El almacenaje, manipuleo, mezclado, material de la mezcla y la entrega del concreto debe llevarse a cabo según las Subsecciones 552.04 a 552.08. El control de calidad debe hacerse según la sección 153 y Subsección 552.09. La construcción del muro debe realizarse según las subdivisiones 552.10 a 552.16.

257.06 Relleno. El área detrás del muro debe rellenarse con relleno estructural a acuerdo con la Subsección 209.10. Cada capa debe compactarse de acuerdo con la Subsección 209.11, excepto que debe usarse un compactador mecánico o vibratorio liviano, debidamente aprobado, dentro del metro del muro.

257.07 Aceptación. El material para el muro de concreto reforzado, la construcción y los servicios serán evaluados como sigue:

El trabajo de topografía será evaluado bajo la Sección 152.

Los planos conteniendo el diseño propuesto para la formaleta y la obra falsa serán evaluados bajo la Sección 562.

La excavación y relleno estructural serán evaluados bajo la Sección 209.

El concreto será evaluado bajo la Sección 552.

El acero de refuerzo será evaluado bajo la Sección 554.

El material para relleno de juntas, sellantes, barras de unión, barras pasajuntas (dovelas) y ganchos de anclaje serán evaluados bajo las Subsecciones 106.02 y 106.03.

Medición

257.08 Los muros de retención reforzados deben medirse en la estructura misma, en metros cúbicos, metros cuadrados o metros lineales. Cuando la medición es en metros cúbicos, debe incluirse el volumen de la cimentación. El área en metros cuadrados debe determinarse con la longitud de la cara de la pared frontal y la altura excluyendo la cimentación. La longitud en metros se determina a lo largo de la corona del muro.

El relleno de fundación se mide bajo la Sección 208.

Pago

257.09 Las cantidades aceptadas y medidas como se estableció arriba, serán pagadas a los precios del contrato por unidad de medición, para los renglones de pago listados abajo que estén mostrados en el cartel de la licitación. El pago será la compensación total del trabajo prescrito en esta Sección. Ver la Subsección 109.05.

El pago será hecho bajo los siguientes renglones:

Renglón de Pago		Unidad de medida
25701	Muro de retención de concreto reforzado	Metro Cuadrado
25702	Muro de retención de concreto reforzado	Metro
25703	Muro de retención de concreto reforzado	Metro Cúbico

DIVISION 300

Capas de agregados

División 300.) CAPAS DE AGREGADOS

Sección 301.) SUBBASE O BASE GRANULAR

Descripción

301.01 Este trabajo consiste en la construcción de una subbase o base granular sobre una fundación ya preparada, de acuerdo con estas especificaciones y en conformidad con el trazado, rasante, espesor y secciones transversales típicas indicadas en los planos o establecidos por el Contratante.

La graduación de los agregados de la subbase y base se muestran en la Tabla 703-2.

Materiales

301.02 Los materiales deberán cumplir con lo establecido en las subsecciones siguientes:

Agregados	703.05
Agua	725.01

La aceptación del trabajo se basará en el examen de muestras al azar tomadas a la salida de la mezcladora, en el caso del método de mezcla estacionaria, o del caballete en el camino luego de ser procesado, en el caso del método de mezcla en camino. (hacer referencia a la norma ASTM o AASHTO para muestreo).

Las calidades exigidas deberán cumplirse una vez colocados los materiales en obra, cuando ya han sufrido la abrasión y consecuentemente el desgaste del equipo.

Los procedimientos y equipo de explotación, clasificación, trituración y eventual lavado, así como la forma de almacenamiento, deben permitir la entrega de un producto de características uniformes. El Contratista estará obligado a cumplir con estos requisitos.

Requerimientos para la construcción

301.03 General. La subbase se debe colocar sobre la subrasante aceptada, previamente preparada, compactada y reacondicionada de acuerdo a las Secciones 204 y 303.

La base se debe colocar sobre la subbase, previamente preparada, compactada y aceptada de acuerdo a estas especificaciones.

Para la aceptación de los agregados de subbase y base, se deben muestrear los apilamientos respectivos y entregar al Contratante una muestra representativa de por lo menos 150 kg, 15 días antes de la colocación de cada capa.

Los rangos de graduación se muestran en las tablas 703-2 ó 703-3.

301.04 Colocación y Tendido. Se debe determinar previamente el contenido de humedad óptimo, de acuerdo a la prueba AASHTO T 180, método D, ajustando la humedad de la mezcla a su contenido óptimo con una aproximación del 2%.

Las capas no deberán exceder 200 mm de espesor compactado. Cuando sea necesario colocar más de una capa, se debe proceder de acuerdo con la Subsección 301.05.

El material de subbase o base será colocado mediante una distribuidora mecánica capaz de obtener el material en una superficie uniforme, sin provocar segregación.

301.05 Conformación y compactación. El agregado deberá ser conformado ajustándose al alineamiento y secciones típicas requeridas.

La compactación continuará hasta obtener una densidad no menor que el 95% de la densidad máxima determinada por la norma AASHTO T 180, método D.

La superficie deberá ser mantenida durante la operación de compactación con una textura uniforme, y de modo que los agregados permanezcan firmemente trabados. El agua deberá aplicarse sobre los materiales de la base o subbase durante la compactación cuando sea necesario para una consolidación adecuada.

La densidad en sitio, será determinada utilizando AASHTO T 238 y 239 u otros métodos aprobados.

La compactación de la base o subbase deberá comenzar en los bordes y avanzar hacia el centro, con excepción de las curvas con superelevación, donde la compactación comenzará en el borde interno de la curva y avanzará hacia el borde superior.

301.06 Tolerancia superficial. El acabado de la superficie será de forma tal que las desviaciones no excedan de 12 mm, controlado en forma longitudinal o transversal, medido por medio de un escantillón de 3 m de largo entre dos puntos de contacto. Los defectos se corregirán adicionando o raspando y compactando.

(a) Ancho. No se admitirá ninguna sección de sub-base o base cuyo ancho no iguale la dimensión indicada en los planos o establecida por el Contratante.

(b) Espesor. No se admitirá en ninguna parte que el espesor sea menor que el indicado en el proyecto o establecido por el Contratante.

301.07 Mantenimiento. Las capas deben mantenerse con el alineamiento correcto, gradiente, sección transversal y acabado, corrigiendo los defectos que ocurran por efecto del agua, huellas, baches, grietas, laminación etc. Los defectos se corregirán de acuerdo con la Subsección 301.06.

301.08 Aceptación. Para la aceptación de los agregados, deben evaluarse: el índice de plasticidad, la dureza, la durabilidad y la graduación de acuerdo a la Subsección 106.05.

Se deben cumplir las propiedades de calidad de acuerdo a las Subsecciones 106.02 y 106.04 (Ver tabla 301-1 para requerimiento mínimos de calidad).

(a) Graduación de los agregados. Las desviaciones de tolerancia permisibles en la granulometría, deben conservarse dentro de los límites permisibles mostrados en las Tablas 703-2 y 703-3. (Ver Tabla 301-1 para requerimientos mínimos de calidad).

(b) Índice de plasticidad. Los límites de plasticidad para agregados de capas superficiales se muestran en la Tabla 703-3. (Ver Tabla 301-1 para requisitos mínimos de calidad).

(c) La construcción de capas con agregados no tratados, debe evaluarse de acuerdo con las Subsecciones 106.02 y 106.04. (Ver la tabla 301-1 para el mínimo de muestras y pruebas requeridas)

(d) La preparación de la superficie donde se colocará la capa de agregados debe evaluarse de acuerdo con las Secciones 204 ó 303.

Medición

301.09 La subbase o base granular será medida en toneladas métricas o metros cúbicos medidos en vagoneta, o en metros cuadrados en terreno según lo establecido en el contrato. En el caso que el pago se realice por peso, se restará el peso del agua de humedad contenida.

Pago

301.10 Se pagarán las cantidades aceptadas de acuerdo a los precios unitarios contractuales, ajustados de acuerdo con la Subsección 106.05 y calculados según Tabla 106-1.

Reglón de pago**Unidad de Medida**

30101	Base de Agregados, graduación_____	Tonelada métrica
30102	Base de Agregados, graduación_____	Metros cuadrados
30103	Base de Agregados, graduación _____	Metros cúbicos
30104	Subbase de Agregados, graduación_____	Toneladas métricas
30105	Subbase de Agregados, graduación_____	Metros cuadrados
30106	Subbase de Agregados, graduación_____	Metros cúbicos

**TABLA 301-1
MUESTREO Y PRUEBAS**

Material o Producto	Propiedades o Características	Categoría	Método de Prueba Especificación	Frecuencia	Sitio de Muestreo
Capas de Sub-base y base	Graduación ⁽¹⁾ 9.5 mm 4.75 mm 75 µm otras mallas especificadas	1 1 1 1	AASHTO T-11 AASHTO T-27	1 muestra cada 1000 Tons	Del camellón o del material colocado y procesado
	Límite líquido	-	AASHTO T 89	1 muestra cada 3000 Tons	Del camellón o del material colocado y procesado
	Humedad – Densidad (optima)	-	AASHTO T 180 Método D	1 muestra de cada graduación producida	De producción o del apilamiento
	Densidad y contenido de humedad en el sitio de colocación	-	AASHTO T 238 Y AASHTO T 239 U otros métodos aprobados	1 por cada 500 Tons	En el sitio en cada capa colocada y compactada
Capas superficiales	Graduación 9.5 mm 4.75 mm 75 µm otras mallas especificadas	1 1 1 1	AASHTO T-11 AASHTO T-27	1 muestra cada 1000 Tons	Del camellón o del material colocado o procesado
	Índice de plasticidad	11	AASHTO T 90	1 muestra cada 1000 Tons	Del camellón o del material colocado y procesado
	Humedad – Densidad (optima)	-	AASHTO T 180 Método D	1 muestra de cada graduación producida	De producción o del apilamiento
	Densidad y contenido de humedad en el sitio de colocación	-	AASHTO T 238 Y AASHTO T 239 U otros métodos aprobados	1 por cada 500 Tons	En el sitio en cada capa colocada y compactada

⁽¹⁾ Use solo mallas especificadas en la granulometría

Sección 302.) SUBBASE Y BASE CON AGREGADOS ESTABILIZADOS

Descripción

302.01 Este trabajo consiste en la construcción de una o más capas de agregados mezclados con cemento ó con cal, o con cenizas, o emulsión asfáltica y con agua, para su estabilización.

Los agregados deben cumplir con las graduaciones y especificaciones mostradas en la Tabla 703-2.

Materiales

302.02 Se conformarán a las siguientes subsecciones:

Agregados	Tabla 302-1 y 302- 2
Material de secado	703.13
Aditivos químicos (retardadores)	711.03
Asfaltos emulsificados	702.03
Cenizas	725.04
Cal hidratante $\text{Ca}(\text{OH})_2$	725.03
Cemento Portland	701.01
Agua	725.01

Requerimientos para la construcción

302.03 Diseño de la mezcla. El diseño de la mezcla deberá entregarse al contratante 30 días antes de producirla y se regirá por los siguientes lineamientos:

(a) Estabilización con cemento. La resistencia a la compresión uniaxial de los especímenes moldeados, curados y probados de acuerdo a ASTM C 593, partes 10 y 11, con el porcentaje de cemento Portland, establecido y compactado al 100 % de la densidad obtenida según ensayo AASHTO T 134, medida a los 7 días, de acuerdo al tipo de mezcla especificada, debe cumplir con lo siguiente:

Tipo de mezcla	Resistencia min. <u>Permisible Mpa</u>	Resistencia <u>Promedio Mpa</u>	Tiempo de curado
BE 25	2,0	3,0	7 días
BE 35	3,0	4,0	7 días

Se permitirá realizar el diseño de la mezcla, compactando al 100 % de la densidad obtenida según el ensayo AASHTO T 180.

La graduación y requerimientos de plasticidad para la estabilización con cemento, deben diseñarse con los parámetros fijados en la Tabla 302-1 siguiente:

**Tabla 302-1
Graduación de los Agregados**

Tamiz	% Pasando
50,8 mm	100
N° 4	50 – 100
N° 40	20 – 70
N° 200	5 – 35

Los agregados deberán tener un Límite Líquido no mayor de 40 y un Índice Plástico igual o menor de 8, determinado por los ensayos AASHTO T 89 y T 90, respectivamente.

Se podrán aceptar materiales con valores más altos que los indicados, siempre que al mezclarse con el cemento, en el porcentaje por masa establecido, los valores de Límite Líquido y Límite Plástico sean iguales o menores que los requeridos.

(b) Estabilización con cal o cenizas. La estabilización con cenizas y cal, debe diseñarse de acuerdo con los parámetros de la Tabla 302-2 siguiente:

**Tabla 302-2
Graduación de los Agregados**

Tamiz	% Pasando
50.8 mm	100
N° 4	50 – 100
N° 4	20 – 70
N° 200	5 – 35

Los agregados deberán tener un Límite Líquido no mayor de 40 y un Índice Plástico igual o menor que 8, determinado por los ensayos AASHTO T 89 y T 90 respectivamente.

Se podrán aceptar materiales con valores más altos que los indicados siempre que al mezclarse con el cemento en el porcentaje por masa establecido, los valores de Límite Líquido y Límite Plástico sean iguales o menores que los requeridos.

La compresión uniaxial a los siete días, de los especímenes moldeados, mezclados de acuerdo con los porcentajes establecidos y compactados al 96 % de la densidad máxima obtenida según ensayo AASHTO T 180 Método A, debe cumplir con los siguientes requisitos:

Ensayo	Tiempo de curado	Resistencia mínima
Compresión Uniaxial	7 días	2.0 MPa
CBR ASTM D 1883	7 días	100%

En ambos casos, deben cumplirse los siguientes requisitos para el diseño de la mezcla, según corresponda:

- (a) Origen de los materiales
- (b) Resultados de las pruebas aplicables
- (c) Valores de graduación, de acuerdo a los límites aplicables por malla
- (d) 90 kg de muestra de agregado
- (e) 25 kg de muestra de cenizas
- (f) 10 kg de muestra de cal hidratada (C_aOH_2)
- (g) 10 kg de muestra de cemento
- (h) 2 kg de muestra de aditivo retardador

Antes de iniciar la producción, el diseño debe ser aceptado por el Contratante, con la responsabilidad del contratista.

Si se cambia el origen del material, debe presentarse un nuevo diseño de mezcla.

302.04 General. Los aditivos químicos y mezclas deben conservarse en recipientes impermeables bien cerrados.

La superficie donde se colocará la capa de agregados estabilizados, se preparará de acuerdo con las Secciones 204 o 303, según corresponda. El moldeo, curación y ensayo de las mezclas, se ceñirán a la norma ASTM C 593, partes 10 y 11.

302.05 Mezcla. No debe prepararse la mezcla cuando se esperan temperaturas por debajo de 4° C. No debe colocarse la mezcla sobre una superficie saturada con agua o cuando esté lloviendo.

Mezcle los componentes usando equipo adecuado para obtener una mezcla uniforme, de acuerdo con los términos del contrato y aprobación requerida. Durante la mezcla, se agregará suficiente agua para obtener la humedad óptima más 2 por ciento.

La planta de mezcla estará equipada con un alimentador y sistemas de medición que permitan introducir el cemento, los agregados y el agua en la mezcladora en las cantidades especificadas en el diseño, con las siguientes tolerancias:

Agregados	± 2% por masa
Cenizas	± 1.5% por masa
Cal ó cemento	± 0.5% por masa
Aditivo retardador	± 2% por masa
Agua	± 2% por masa

Puede usarse un retardador para que la fragua inicial se atrase hasta un máximo de 2 horas, siguiendo las especificaciones de uso del fabricante.

Cuando la mezcla se produzca en una planta central, se debe cuidar que la humedad se mantenga durante el transporte y prevenir la segregación y pérdida de material fino.

302.06 Colocación, Compactación y Acabado. La colocación, compactación y acabado de las capas de agregados estabilizados deben estar de acuerdo con las Subsecciones 301.04, 301.05 y 301.06. Manténgase el contenido de humedad requerido, ($\pm 2\%$ del óptimo determinado con la prueba AASHTO T 134 ó AASHTO T 180, según corresponda) durante la colocación compactación y acabado.

Cualquier mezcla colocada, no deberá permanecer sin compactación por más de 30 minutos. En el caso de que esto no ocurriera, el material será retirado y se procederá a ejecutar una junta de construcción en el punto en que se produjo la expiración del tiempo límite para la compactación.

La compactación y acabado deberán completarse dentro de una hora, a partir del momento en que se añade el agua a la mezcla.

Si el tiempo de colocación de dos paños adyacentes excede de 30 minutos, se hará una junta de construcción. El acabado superficial no debe tener diferencias que excedan de 8 a 12 mm controlados, en forma longitudinal o transversal y medida con un escantillón de 3 metros de largo entre dos puntos de contacto.

302.07 Juntas de construcción. Por razones de la fragua, deben dejarse juntas. Se puede dejar una junta longitudinal, cuando por condiciones del tránsito, no puede construirse el ancho completo de la base estabilizada. Se dejarán juntas transversales 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 encofrados de madera o metálicos.

Antes de iniciar las operaciones de cada capa adyacente, deben humedecerse las superficies de las juntas, para mejorar la adherencia entre las capas.

302.08 Protección y curación. La capa tratada con cemento deberá curarse con asfalto rebajado o emulsión asfáltica, o cualquier método de curado aprobado por el Contratante, el asfalto se aplicará inmediatamente después de terminar el rodillaje de compactación final y la superficie deberá mantenerse húmeda por lo menos durante siete días, hasta que se aplique el material de curación. El riego de curado podrá aplicarse a razón de 1.1 litros por metro cuadrado de superficie; su cantidad exacta será determinada por el Contratista y aprobado por el Contratante. Este riego será aplicado en una cantidad suficiente que permita la obtención de una película continua. Si la superficie es abierta al tráfico público, se deberá aplicar material de secado. El tiempo que esta película debe permanecer sin usarse estará determinada por los ensayos de laboratorio de los materiales y de la mezcla, pero este tiempo podrá reducirse en el caso de que se coloque la capa subsiguiente proteja a la capa tratada. La colocación de la capa siguiente, se deberá hacer antes de 21 días después de sellada la superficie anterior.

302.09 Aceptación. Los materiales estabilizados: serán evaluados de acuerdo a las Subsecciones 106.02 y 106.03 y la emulsión asfáltica se evaluará de acuerdo a las Subsecciones 106.03 y 702.09.

La graduación de los agregados se evaluará de acuerdo con la Subsección 106.05. Los límites de variación aceptables, se muestran en la Tabla 703-2. Otras propiedades de calidad se evaluarán de acuerdo a las Subsecciones 106.02 y 106.04. (Ver la Tabla 302-3 para el muestreo y características de calidad y cantidad de pruebas a realizar).

La preparación de la superficie en que se colocarán capas de agregados estabilizados, será evaluada de acuerdo a la Sección 204 ó 303, según corresponda. La película de emulsión asfáltica será evaluada de acuerdo con la Sección 409. El material de secado debe evaluarse de acuerdo con la Sección 409 y la medida del material de secado, de acuerdo con la Sección 411.

Medición

302.10 La medida de las capas con material estabilizado se hará por metro cuadrado de acuerdo con la sección típica.

Si se mide por metro cuadrado de superficie colocada y terminada el ancho por medir será el establecido en el contrato, con sobre anchos adicionales especificados. La longitud será medida horizontalmente a lo largo de la línea central de cada calzada o rampa.

La ceniza, la cal y el cemento se medirán por tonelada métrica. La medición de la emulsión asfáltica se hará de acuerdo a la Sección 409.

El material de secado se medirá de acuerdo con la Sección 411.

Pago

302.11 El pago de las cantidades aceptadas se realizara de acuerdo con los precios unitarios contractuales ajustados de acuerdo a la Subsección 106.05. (Ver Subsección 109.05).

El pago se hará como sigue:

Renglón de pago	Unidad de medida
30201 Capa de agregados estabilizados graduación	Tonelada Métrica
30202 Capa de agregados.	Metros cuadrados
30203 Cemento	Tonelada métrica
30204 Cenizas	Tonelada métrica
30205 Cal Hidratada Ca (OH) ₂	Tonelada métrica

**TABLA 302-3
MUESTRA Y PRUEBAS**

Material ó producto	Propiedades o características	Categoría	Especificación o método de prueba	Frecuencia	Sitio de muestro
Agregados	Graduación (1) 9.5 mm 4.75 mm 75 µm otras mallas especificadas	I I I II	AASHTO T 11 y AASHTO T 27	1 Muestra por 1000 toneladas	Del camellón ó del material colocado y procesado
	Límite líquido	-	AASHTO T 89	1 Muestra por 3000 toneladas	Del camellón ó del material colocado y procesado
Mezcla	Humedad – Densidad (Densidad óptima)	-	AASHTO T 180 Método D	1 Muestra de cada graduación producida	Material procesado antes de incorporarlo al trabajo
	Densidad y contenido de humedad en el sitio de colocación		AASHTO T 238 y AASHTO T 239 u otros métodos aprobados	1 de cada 500 Tons	En el sitio en cada capa colocada y compactada

(1) Use solo las mallas especificadas en la granulometría

Sección 303.) REACONDICIONAMIENTO DE LA CALZADA

Descripción

303.01 Este trabajo consiste en el reacondicionamiento de la superficie de ruedo de una carretera ya existente previo a su rehabilitación, limpieza, conformación y reconstrucción de cunetas, incluyendo las entradas y salidas de alcantarillas, y conformación de hombros, de acuerdo a lo incluido en los planos u ordenado por el Contratante.

Materiales

303.02 Los materiales deben cumplir con lo especificado en las siguientes subsecciones:

Sello de grietas	414
Piedra triturada	308
Reparación menor con mezcla asfáltica en frío	417
Reparación menor con piedra triturada	308
Reparación menor con concreto asfáltico	402
Agua	725.01

Requerimientos para la construcción

303.03 General. Se removerá todo el material desprendido, vegetación y otros escombros de la carretera existente o de la superficie, incluyendo áreas de parqueo, retornos, sobrecanchos, hombros, cunetas, alcantarillas y entradas y salidas de alcantarillas. Incluye limpieza y reconformación de cunetas y alcantarillas con sus entradas y salidas, cuando sea requerido. La remoción y eliminación del material se harán según la Subsección 203.05.

303.04 Acondicionamiento de la Explanación. Se escarificará y conformará la rasante, incluyendo los hombros, hasta la profundidad y ancho que se requiera. El material sobrante será cortado y colocado en las áreas más bajas, y se harán los rellenos necesarios, de acuerdo a la Subsección 204.10. Se eliminará todo material orgánico y sustancias deletéreas, y todo el material de sobretamaño, mayor de 150 mm, que se encuentre a una profundidad menor de 150 mm de la rasante.

Se repararán las zonas inestables de acuerdo a la Subsección 204.07, y se eliminará el exceso de material de acuerdo a la Subsección 204.14.

303.05 Escarificación, Tendido y Conformación. La superficie debe repararse y conservarse de acuerdo a la Subsección 301.07

303.06 Superficies Asfaltadas. Se reacondicionará la superficie asfaltada, resanando, sellando grietas y prenivelando, como sigue:

(a) Bacheo. Remover y eliminar todo el material que muestre evidencia de deterioro, exceso de asfalto, fallas de subrasante etc. Tapar las áreas con material aprobado, compatible con la estructura del pavimento existente. Proceder de acuerdo a las Secciones 308, 402, 417, u otras secciones aplicables a la reparación de las capas.

(b) Sello de grietas. Se limpiarán y sellarán las grietas existentes en la superficie asfaltada, de acuerdo a las subsección 414.05.

(c) Prenivelación. Se corregirán todas las irregularidades que excedan una profundidad de 150 mm relleno con agregados graduados que cumplan con las especificaciones. Colocación y compactación de acuerdo a las Subsecciones 301.04 y 301.05.

Se prenivelarán todas las fallas y depresiones, conformando la rasante y las irregularidades de acuerdo a la Sección 402.

Colocación y compactación del concreto asfáltico en capas paralelas a la rasante, que no excedan de 50 milímetros de espesor compactado.

303.07 Acabado de la Superficie.

(a) Acondicionamiento de la explanación. La raspadura, conformación, compactación y acabado de la superficie, incluye las áreas de estacionamiento, retornos y otros sobreanchos. Se deben corregir las irregularidades, escarificando las áreas defectuosas y reconstruyéndolas. Se debe compactar de acuerdo a la Subsección 204.11. El acabado de la superficie quedará con: alineación, gradiente, elevación y sección transversal, de acuerdo a lo requerido en los planos y a satisfacción del Contratante.

(b) Escarificación, Tendido y Conformación. Se debe proceder de acuerdo a la Subsección 303.07(a), con el acabado de la superficie conforme a la Subsección 301.06. La compactación de la superficie debe regirse por la Subsección 301.05.

(c) Superficies Asfaltadas. La superficie existente se limpiará de todo material suelto, escombros, polvo y sustancias deletéreas, por los métodos aprobados por el Contratante.

303.08 Escarificación. Cuando el contrato lo requiera, escarifique a la profundidad y ancho solicitados. El material escarificado deberá pulverizarse de manera que no más de un 5 %, incluyendo la grava y la piedra, quede retenido en un tamiz de 40 milímetros. El material pulverizado deberá humedecerse y compactarse hasta alcanzar el grado requerido en la Sección 301.

303.09 Aceptación. El acabado de la superficie que ha sido reacondicionada, se evaluará como sigue:

(a) Reacondicionamiento de la calzada, de acuerdo a las Subsecciones 106.02 y 106.04.

(b) El acabado de la superficie, de acuerdo a la Sección 204.

(c) Los agregados colocados según las Secciones 301 ó 308.

(d) Las superficies asfaltadas, de acuerdo a la Sección 402 ó 417.

(e) El sello de grietas, según la Sección 414.

Medición

303.10 El reacondicionamiento de la calzada se medirá por kilómetro o por metro cuadrado e incluirá todo el trabajo a cuchilla en cunetas y espaldones, la escarificación y pulverización de la calzada existente, la preparación, la incorporación, la conservación de los materiales bituminosos existentes, la compactación de la calzada, el acabado de la superficie y el mantenimiento de la superficie terminada, si fuese necesario. La medida del área en metros cuadrados se hará en proyección horizontal.

Pago

303.11 Las cantidades aceptadas para el reacondicionamiento y fijadas de acuerdo a lo estipulado anteriormente, se pagarán de acuerdo al contrato, cuyos precios se considerarán como compensación total por el trabajo especificado en esta Sección.

El pago se hará como sigue:

Renglón de Pago		Unidad de Medida
30301	Reacondicionamiento	Kilómetro
30302	Reacondicionamiento	Metro Cuadrado
30303	Reacondicionamiento, escarificación ____mm de espesor	Kilómetro
30304	Reacondicionamiento, escarificación ____mm de espesor	Metro Cuadrado

Sección 304.) ESTABILIZACIÓN DE LOS AGREGADOS

Descripción

304.01 Este trabajo consiste en la incorporación de cenizas volcánicas, cal, o cemento Portland a una capa superior previamente construida con agregados.

Materiales

304.02 Deben cumplir con las especificaciones de las siguientes subsecciones:

Material de Secado	703.13
Aditivos Químicos (retardadores de fragua)	711.03
Emulsión Asfáltica	702.03
Cenizas	725.04
Cal [Ca (OH) ₂]	725.03
Cemento Portland	701.01
Agua	725.01

Requerimientos para la construcción

304.03 General. Se mantendrán los aditivos en recipientes cerrados, a prueba de agua. Se reacondicionará la capa de agregados de acuerdo a las Subsecciones 303.03 y 303.05, y se escarificará la capa hasta la profundidad requerida, de acuerdo a la Subsección 303.08. El material escarificado, conformado, homogenizado y controlado granulométricamente, se colocará en camellones o camas que faciliten la operación de mezcla. La humedad óptima y la densidad máxima estarán de acuerdo a lo requerido por AASHTO T 180, método D.

304.04 Aplicación. Los aditivos se aplicarán al material escarificado cuando la mezcla se encuentre con un 3 % por debajo de la humedad óptima. La temperatura no debe bajar de 4 ° C.

Los aditivos requeridos se usarán de acuerdo a los siguientes métodos:

(a) Método seco. Se aplica el aditivo uniformemente con un esparcidor aprobado. No se permite el uso de motoniveladora. El agua debe aplicarse por métodos aprobados, usando el equipo adecuado para obtener la humedad necesaria para la mezcla y compactación.

(b) Lechadas. Se mezclan los aditivos con agua y se aplica la suspensión o lechada en el distribuidor y mezclador rotatorio, previamente aprobado por el Contratante. El equipo distribuidor y mezclador rotatorio, debe estar provisto de un agitador que mantenga la lechada o suspensión homogéneamente. Se aplicarán las pasadas sucesivas necesarias para obtener la humedad y contenido de aditivo apropiados para la mezcla y compactación.

304.05 Mezcla. Se mezclarán los materiales hasta que la mezcla resulte homogénea y desmenuzable.

(a) Dosificación de Cal y Cenizas . Se agrega agua y se mezcla hasta ajustar el contenido de humedad a su valor óptimo, adicionando la cantidad necesaria para asegurar la acción química de la cal (humedad de hidratación). La humedad de hidratación es el 1,5 % de cada porcentaje de aditivo en la mezcla. La mezcla se completará antes de 6 horas desde la aplicación del aditivo, y se compactará suavemente, para sellar la superficie y prevenir la evaporación del agua durante un período de curación mínimo de 48 horas, o hasta que se empiece a fragmentar o desmenuzarse. Durante ese tiempo se harán riegos ligeros de agua sobre la superficie, para conservar la humedad. Transcurrido el tiempo requerido de curación, se mezclará nuevamente el material tratado por medio de una mezcladora, escarificadora u otro equipo aprobado por el Contratante, hasta deshacer todos los grumos. El material cumplirá los siguientes requisitos de graduación, excluyendo las partículas de grava o piedra retenidas en el Tamiz N° 4 (4.75 mm), probados conforme la AASHTO T 27, como sigue:

Malla Estándar	% Pasando la Malla
- 37.5 mm	100
- 4.75 mm	60

(b) Dosificación de Cemento. El material por estabilizar se pulverizará usando una máquina estabilizadora o pulverizadora – mezcladora, que trate el material adecuadamente, antes de aplicar el cemento Portland.

Después de pulverizado, el material debe llenar los requisitos de graduación determinados según AASHTO T 27, excluyendo las partículas de grava o piedra retenidas en el Tamiz N° 4 (4.75 mm), como sigue:

Malla Estándar	% Pasando la Malla
- 25 mm	100
- 4.75 mm	80

Se agregará el agua al material pulverizado y se mezclará ajustando la humedad a 2% por debajo de la humedad óptima determinada por el método AASHTO T 134. La mezcla debe completarse antes de 2 horas después de agregado el cemento.

El contenido de humedad de la mezcla se ajustará dentro del 2% de la humedad óptima.

304.06 Compactación y Acabado. Inmediatamente después de mezclar, distribuya y compacte la mezcla hasta obtener una densidad no menor del 95 % de la densidad óptima y mida la densidad y humedad en sitio conforme a los métodos AASHTO T 238 y AASHTO T 239, u otro método aprobado. No deben transcurrir más de 60 minutos entre el inicio de la mezcla y el inicio de la compactación. La compactación de las capas parciales adyacentes no debe exceder los 30 minutos. Las juntas de construcción deben ejecutarse de acuerdo a la Subsección 302.07.

La compactación y el afinamiento deben llevarse a cabo en un máximo de dos horas, dejando una superficie densa, con textura libre de laminaciones y material suelto, antes de colocar la capa siguiente.

304.07 Curación. No se permitirá el tránsito de vehículos sobre la capa de agregados estabilizados. La superficie se mantendrá húmeda durante por lo menos 7 días después de la compactación y afinado. Se usará el agua a presión por medio de una barra equipada de boquillas que aseguren un riego uniforme. La siguiente capa se colocará 7 días después de la compactación y afinado de la anterior.

La colocación de la capa inmediata superior no debe postergarse por más de 14 días después de transcurrido el tiempo de 7 días de curación. Después de esos 7 días se aplicará una capa de emulsión asfáltica CRS- 2 ó RS-2 a razón de 1.1 litros por metro cuadrado, de acuerdo a la Sección 409 para obtener una película fina y continua sobre la superficie. Si la obra se va a abrir al tránsito inmediato, se aplicará un riego de material de secado, conforme a la Sección 411.

Si el agregado estabilizado pierde estabilidad, densidad o acabado antes de colocar la capa siguiente, debe reprocesarse, recomprimir y agregar la cantidad de aditivos que sean necesarios para recuperar la resistencia del material dañado. Donde la película continua se haya dañado, se reaplicará asfalto emulsionado.

304.08 Aceptación. El material de secado, los aditivos químicos retardadores de fragua, la ceniza, la cal, el cemento Portland, y el agua deben evaluarse conforme a las Subsecciones 106.02 y 106.03, y la emulsión asfáltica, conforme a las Subsecciones 106.03 y 702.09.

El trabajo de estabilización debe evaluarse conforme a las Subsecciones 106.02 y 106.04. El mínimo de muestras y de pruebas, deben hacerse conforme a lo requerido en la Tabla 304-1 .

El reacondicionamiento de la calzada debe evaluarse conforme a la Sección 303. El material de secado, conforme la Sección 411. La emulsión asfáltica, conforme la Sección 409.

Medición

304.09 La medición de los agregados estabilizados se debe hacer por metro cuadrado ó metro cúbico. La medición por metro cuadrado se hará en proyección horizontal, incluyendo todo el ancho de la superficie y los sobrecanchos en las curvas. La proyección horizontal de determinará a lo largo de la línea centro de la calzada.

La medición de la cal, cemento y ceniza, se hará por tonelada métrica, la medición del asfalto, conforme a la Sección 409 y la del material de secado, conforme a la Sección 411.

Pago

304.10 Las cantidades aceptadas y medidas conforme lo anterior, debe pagarse al precio unitario de los renglones del contrato y según el cuadro siguiente. El pago será la compensación total por el trabajo prescrito en esta Sección (Ver la Subsección 109.05).

	Renglón de pago	Unidad de medida
30401	Estabilización de Agregados	Metro Cuadrado
30402	Estabilización de Agregados	Metro Cúbico
30403	Cal	Tonelada Métrica
30404	Cemento	Tonelada Métrica
30405	Ceniza	Tonelada métrica

**Tabla 304-1
Muestras y Pruebas**

Material o Producto	Propiedades o Características	Método de Prueba o Especificaciones	Frecuencia	Sitio de Muestreo
Mezcla	Humedad – Densidad	AASHTO T 180 Método D	1 por cada agregado suplido	Material procesado antes de incorporarse al trabajo
	Densidad y humedad en sitio	AASHTO T 238 y AASHTO T 239 u otro método aprobado	1 por cada 2500 m ³	En sitio de cada capa compactada y completada

Sección 305.) MEZCLA DE AGREGADO Y SUELA VEGETAL PARA RECUBRIMIENTO

Descripción

305.01 Este trabajo consiste en enrasar y colocar un agregado mezclado con suelo vegetal y semillas, sobre las superficies, tales como taludes, islas y otras definidas por el contratante.

Material

305.02 Debe cumplir con las siguientes Subsecciones:

Agregados	703.14
Semillas	713.04
Suelo vegetal	713.01
Agua	725.01

Requerimientos para la construcción

305.03 Preparación de la superficie. Se terminarán los sitios adyacentes al pavimento colocando una mezcla de agregado – suelo vegetal sobre los hombros. El área donde se colocará la mezcla se escarificará hasta una profundidad de 75 milímetros. Los terrones y hierbas se reducirán a un tamaño máximo de 100 milímetros.

305.04 Dosificación, Colocación y Compactación. Se preparará una mezcla con 50 ± 10 % de agregados y 50 ± 10 % de suelo vegetal por volumen, con suficiente agua para su compactación.

Los componentes se revolverán para formar una mezcla homogénea que será distribuida sobre la superficie preparada, en una capa uniforme. Se conforme la mezcla al alineamiento y pendiente de la sección transversal y se removerán los terrones y piedras mayores de 50 milímetros de diámetro. Antes de compactar, se esparcirá la semilla seca sobre la mezcla, a razón de 85 kilogramos por hectárea, según la Sección 625.

La densidad máxima de la mezcla será calculada de acuerdo a AASHTO T 99, método C. Se compactará la mezcla a no menos de 90 % de la densidad máxima y se determinará la densidad en sitio conforme a AASHTO T 238 ú otro método de prueba aceptado. Después de la compactación, se esparcirá de nuevo semilla seca a razón de 85 kilogramos por hectárea.

305.05 Aceptación. Los componentes de la mezcla agregado - suelo vegetal deben evaluarse conforme a las Subsecciones 106.02 y 106.04. Ver Tabla 305-1 para requerimientos mínimos de muestreo y pruebas. Las semillas y el suelo vegetal se evaluarán conforme a las Subsecciones 106.02 y 106.03.

La construcción de la capa de agregado – suelo vegetal se evaluará según las Subsecciones 106.02 y 106.04, usando la Tabla 305-1 para los requerimientos mínimos de muestreo y pruebas.

Medición

305.06 La medida se hará por metro cuadrado o por metro cúbico medido.

Pago

305.07 Las cantidades aceptadas y medidas conforme a lo anterior, se pagarán de acuerdo al precio unitario del contrato. Dichos precios y pagos constituirán la compensación total por concepto de mano de obra, equipo, herramientas e imprevistos necesarios para ejecutar los trabajos descritos.

Renglón de pago	Unidad de medida
30501 Capa de Agregado – Suelo Vegetal	Tonelada Métrica
30502 Capa de Agregado – Suelo Vegetal	Metro Cuadrado
30503 Capa de Agregado – Suelo Vegetal	Metro Cúbico

**Tabla 305-1
Muestreo y Pruebas**

Material ó Producto	Propiedades o Características	Métodos de Prueba o Especificaciones	Frecuencia	Sitio de Muestreo
Agregados para mezcla	Graduación	AASHTO T 27 y AASHTO T 11	1 de cada 1500 tons	Fuente de Apilamiento
Agregados-Suelo vegetal	Humedad – Densidad	AASHTO T 99 Método C	1 de cada mezcla o cambio de material	Material procesado antes de incorporado al trabajo
	Contenido de humedad y densidad en sitio	AASHTO T 238 y T 239 u otros aprobados	1 de cada 2500 m ²	Material compactado

Sección 306.) ESTABILIZADOR DE POLVO

Descripción

306.01 Este trabajo consiste en el suministro y aplicación de uno o más riegos de un estabilizador de polvo sobre una superficie preparada, de acuerdo con estas especificaciones, las CEC o las órdenes del Contratante.

Materiales

306.02 Los materiales cumplirán con los requisitos estipulados en los siguientes artículos:

Cloruro de Calcio	725.02
Emulsión Asfáltica	702.03
Sulfonato de Lignina	725.20
Cloruro de Magnesio	725.02
Agua	725.01

306.03 General. Se deberá usar un equipo distribuidor que se ajuste a lo estipulado en el Artículo 409.04, excepto que no serán exigidos los dispositivos de calentamiento. El distribuidor deberá estar equipado con una manguera que tenga boquilla o pitón para áreas inaccesibles para el riego con la barra y para el trabajo de riego en pequeñas áreas que hayan quedado deficientes. El estabilizador no deberá aplicarse cuando el día esté nublado o lluvioso o cuando se esperen lluvias dentro de 24 horas antes de la aplicación.

El Contratista deberá proteger las superficies de las estructuras y los árboles, de salpicaduras o manchas durante la aplicación. A fin de evitar el escurrimiento de la solución, se podrán hacer varias aplicaciones a una tasa reducida, si fuera necesario. No se deberá descargar paliativo de polvo en corrientes de agua o cauces.

306.04 Preparación y Aplicación.

(a) Con Emulsión Asfáltica.- El Contratista preparará la superficie según lo estipulado en la Sección 303.07.

Cuando se esté usando una emulsión de fraguado lento, se diluirá con agua hasta que contenga 25 ± 10 por ciento de asfalto residual. Antes de la aplicación, será necesaria la aprobación de las proporciones exactas y se deberá mezclar completamente la emulsión asfáltica con el agua que se le agrega. La aplicación deberá ser realizada de acuerdo con lo dispuesto en el Artículo 409.08.

(b) Con Sulfonato de Lignina, Cloruro de Calcio o de Magnesio. El Contratista deberá preparar la superficie de la vía por medio de la motoniveladora, dejando de 25 a 50 mm de material relativamente suelto en

la superficie. Se rociará el material con agua de manera que quede visiblemente húmedo (no remojado).

Cuando se use Sulfonato de lignina, se diluirá en agua hasta que la mezcla contenga 40 ± 10 por ciento de Sulfonato de lignina, en volumen. Cuando se use cloruro de calcio, la solución en agua deberá contener 32 ± 5 por ciento de cloruro de calcio, en peso. Antes de la aplicación, será necesario que el Contratante apruebe las proporciones exactas. Los componentes deberán ser completamente mezclados antes de la aplicación.

La solución deberá ser aplicada a una tasa de 1.4 a 2.7 litros por metro cuadrado, según lo apruebe el Contratante y la superficie compactada a continuación.

306.05 Aceptación. El material paliativo de polvo (emulsión asfáltica, sulfonato de lignina, cloruro de calcio, cloruro de magnesio) será evaluado de acuerdo a la Subsección 106.03.

Cuando se use sulfonato de lignina, el certificado comercial deberá incluir la siguiente información para cada embarque: fecha, número de identificación (camión, remolque, etc.), peso neto, volumen neto a 15°C, gravedad específica a 15°C, porcentaje de sólidos en peso, pH, catión de base y marca de fábrica.

La aplicación del paliativo de polvo será evaluada visualmente y mediante medidas y ensayos de laboratorio, de acuerdo a las Subsecciones 106.02 y 106.04.

Medición

306.06 La aplicación del paliativo de polvo será medida en kilómetros o en metros cuadrados.

El material paliativo de polvo (emulsión asfáltica, sulfonato de lignina cloruro de calcio o de magnesio) será medido en toneladas.

Pago

306.07 Las cantidades aceptadas, serán pagadas al precio de contrato por unidad de medida para los conceptos de pago listados más adelante y que aparezcan en el Pliego de Licitación, precio y pago que constituirán la compensación total por el trabajo prescrito en esta Sección. (Ver Subsección 109.05).

El pago se hará bajo los siguientes conceptos:

Renglón de Pago		Unidad de Medida
306.01	Aplicación de Paliativo de Polvo.	Kilometro
306.02	Aplicación de Paliativo de Polvo.	Metro Cuadrado
306.03	Emulsión Asfáltica Grado	Tonelada
306.04	Sulfonato de Lignina	Tonelada
306.05	Cloruro de Calcio	Tonelada
306.06	Cloruro de Magnesio	Tonelada

Sección 307.) APILAMIENTO DE AGREGADOS

Descripción

307.01 Este trabajo consiste en la selección de los lugares para colocar los materiales y la limpieza y preparación de dichos lugares, la carga, transporte y descarga del agregado, distribuyéndolo en capas para evitar la segregación y la protección adecuada para evitar su contaminación.

Materiales

307.02 Agregados conforme a la Sección 703. Los agregados depositados y almacenados deben mantener todos los requisitos especificados para el tipo y características de los materiales por usar en general, evitando la segregación y contaminación, de acuerdo a estas especificaciones y Disposiciones Especiales.

Requerimientos para la construcción

307.03 Sitio de Apilamiento. El Contratista debe seleccionar los lugares más adecuados según la posición más favorable para la ejecución de los trabajos, de conformidad con los planos y Especificaciones Especiales. La selección del sitio es responsabilidad absoluta del contratista y no se reconoce ningún pago por acarreo o sobreacarreo, ni compensación alguna si el material se pierde o se daña por cualquier causa. El sitio se preparará en conformidad con Subsecciones 106.02 y 106.04:

- (a) Limpiar y desenraizar de acuerdo a la Sección 201.
- (b) Nivelar el sitio para obtener una sección transversal que permita un buen drenaje.
- (c) Compactar el piso por lo menos con tres pasadas del equipo de compactación, conforme a la Subsección 204.11.
- (d) Colocar, compactar y mantener una capa de por lo menos 150 mm de piedra quebrada en el sitio de apilamiento y en los accesos, para estabilizar y evitar la contaminación del material del apilamiento.

307.04 Apilamiento. Los apilamientos deben tener una forma geométrica regular, no permitiéndose alturas menores de 5 metros, ni mayores de 20 metros, con un talud de pendiente lateral no mayor de 1 : 1.5.

Para formar las pilas, los agregados se deben depositar en capas uniformes de alturas no mayores de 1 metro. Cada capa deberá ser completada antes de

depositar la capa siguiente. La colocación de debe hacer por medio de vagonetas, volquetes, u otro sistema de transporte por volteo, equipado con llantas de hule. No se permite bandas o correas transportadoras, ni maquinaria empujadora para apilar los agregados.

Las pilas se deben ubicar y formar de tal manera que no se produzca mezcla de agregados de diferente tipo o segregación de ellos, 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, es obligación del Contratista cubrirlos, usando cubiertas de polietileno, lona u otro material adecuado. La cubierta debe colocarse directamente sobre los agregados, fijándola adecuadamente y cubriendo toda la superficie de las pilas, para asegurar la protección contra los elementos naturales.

307.05 Aceptación. El agregado apilado se evaluará de acuerdo con la Sección identificada en la unidad de medida.

La graduación, índice de plasticidad y otras características deben evaluarse de acuerdo a las Subsecciones 106.02, 106.04 y 106.05.

Medición

307.06 La medición se debe hacer en metros cúbicos de agregados apilados y almacenados en los lugares seleccionados. El volumen se determinará usando métodos analíticos por medición directa de las pilas formadas.

Pago

307.07 Las cantidades medidas conforme a lo anterior, se pagarán de acuerdo a los precios de los renglones de pago estipulados en el contrato y podrán ajustarse cómo lo estipula la Subsección 106.05.

No se reconocerá ningún pago adicional por la adquisición o arrendamiento de terrenos, limpia, chapeo, y destronque, caminos de acceso, materiales aislantes del terreno, cubiertas de protección, cercas, vigilancia, acarreo, sobreacarreo y pérdida de materiales por erosión, robo o cualquier otra causa.

Renglón de pago	Unidad de medida
307.01 Agregados apilados, Sección___ graduación___	Tonelada Métrica
307.02 Agregados apilados, Sección___ graduación___	metros cúbicos

Sección 308.) AGREGADOS TRITURADOS

Descripción

308.01 Este trabajo consiste en la fabricación y colocación de agregados triturados para camas, rellenos y capas de agregados granulares en carreteras. El método de compactación de los agregados se muestra en la Subsección 308.05 (a).

Materiales

308.02 Deben cumplir con las siguientes subsecciones:

Agregados triturados (piedra quebrada)	703.06
Agua	725.01

Requerimientos para la construcción

308.03 Preparación de la Superficie.

(a) Preparación. La superficie donde se colocará la capa de agregados triturados se preparará de acuerdo a la Subsección 303.07.

(b) Explanación. Esa superficie se raspará, compactará y acabará con el alineamiento requerido, pendiente, elevación y secciones transversales, de acuerdo con la Sección 209.

308.04 Mezcla y Colocación

(a) Preparación. Los agregados se mezclarán y la humedad se ajustará hasta obtener una mezcla homogénea y lista para una correcta compactación. La mezcla se colocará en la explanada preparada, en capas uniformes de no más de 150 milímetros de espesor compactado. Cuando sea necesario colocar más de una capa, se compactará cada capa de acuerdo a la Subsección 308.05(a), antes de colocar la siguiente capa.

(b) Colocación y Tendido. El relleno se colocará y la superficie de la mezcla se conformará en capas que no excedan 150 milímetros de espesor compactado.

308.05 Conformación y Compactación.

(a) Compactación de los agregados. Los agregados se compactarán según el método especificado. Cuando no se especifique ningún método, se podrá usar alguno de los descritos a continuación. Para el acabado de la superficie se procederá conforme a la Subsección 301.06.

(1) Método 1. Compacte cada capa de acuerdo a los requisitos de la Subsección 204.11(a).

Compacte de los lados hacia el centro, paralelamente a la línea centro de la calzada. A lo largo de un cordón, cabezales, muros y lugares de difícil acceso del compactador, compacte con equipo de impacto, u otro equipo aprobado por el Ingeniero.

Si la compactación muestra densidades inferiores a las requeridas, use lo recomendado en el método 2.

(2) Método 2. Cada capa se compactará de acuerdo a lo recomendado en la Subsección 301.05.

(b) Relleno de la Calzada. Cada capa se compactará conforme a la Subsección 209.11.

308.06 Control de Calidad, Tolerancias y Aceptación. Los agregados triturados deben evaluarse conforme a las Subsecciones 106.02 y 106.03. La certificación de producción debe incluir la graduación y las propiedades de calidad requeridas para cada capa.

La construcción de las capas de la calzada deben evaluarse conforme a la Subsecciones 106.02 y 106.04. El Método 2 de compactación debe evaluarse conforme a la Subsección 106.04.

Los requerimientos de muestreo para pruebas de aceptación se encuentran en la Tabla 308-1.

La colocación de la capa de agregados se debe evaluar conforme a la Subsección 106.02 y 209.

La preparación de explanación de la calzada donde colocarán los agregados triturados debe evaluarse conforme a las Secciones 303 y 209, según corresponda.

Medición

308.07 La medición de los agregados triturados se hará por metro cúbico medido en el vehículo de acarreo, por tonelada o por metro cuadrado.

Pago

308.08 Las cantidades aprobadas y medidas se pagarán de acuerdo al precio unitario por renglón de pago del contrato.

El pago comprende la compensación total del trabajo descrito en esta Sección.
(Ver la Subsección 109.05)

	Renglón de pago	Unidad de medida
308.01	Compactación de la Mezcla	Metro Cúbico
308.02	Compactación de la mezcla	Tonelada Métrica
308.03	Compactación de la mezcla	Metro Cuadrado
308.04	Relleno de la calzada	Metro Cúbico
308.05	Relleno de la calzada	Tonelada Métrica
308.06	Relleno de la calzada	Metro Cuadrado

**Tabla 308-1
Muestras y Pruebas**

Material o Producto	Propiedades o Características	Método de Prueba o Especificaciones	Frecuencia	Sitio de Muestreo
Agregado Triturado(1)	Humedad – Densidad	AASHTO T 180 Método D	1 por cada agregado suplido	Producción o Apilamiento
	Densidad y humedad en sitio	AASHTO T 238 y AASHTO T 239 u otro método aprobado	1 por cada 500 tons. (300 m ³)	En sitio de cada capa compactada y completada

(1) Muestreo y Pruebas requeridas del agregado de la calzada método 2

Sección 309.) BASE TRATADA CON ASFALTO

Descripción

309.01 Este trabajo consiste en la construcción de una o más capas de base tratada con emulsión asfáltica, sobre una superficie previamente preparada y procesada de acuerdo con estas especificaciones, ajustándose al alineamiento, pendientes, espesores y secciones transversales típicas mostradas en los planos,.

Los agregados para la base, deben cumplir con los requisitos de graduación mostrados en la Tabla 703-2.

Material

309.02 Debe cumplir con los requisitos de las Subsecciones siguientes:

Agregados para capa de base	703.05
Emulsión asfáltica	702.03
Agua	725.01

Requerimientos para la construcción

309.03 General. La superficie donde se colocarán los agregados tratados con asfalto, se preparará de acuerdo a las Secciones 204 o 303, según fuere aplicable.

Se entregará una muestra representativa de 150 Kg de los agregados, 14 días antes de incorporarlos al trabajo, para su análisis de calidad y granulometría, la que deberá cumplir con los rangos de granulometría requeridos en la Tabla 703-2.

309.04 Colocación y Tendido. Se debe usar una planta estacionaria de mezcla, con equipo de pesaje, o medición volumétrica u otro tipo de equipo, de manera que pueda controlarse con precisión la cantidad de asfalto que se introduce en la mezcla. El control de entrada de los agregados, debe estar entrelazado con el alimentador de emulsión asfáltica y del agua. Se debe encontrar el óptimo de humedad de la mezcla, por el método AASHTO T 180 método D.

Se introducirán los agregados y el agua dentro del mezclador, antes que la emulsión asfáltica. Se adicionará un 1 % de emulsión asfáltica por masa del agregado. Se ajustará el contenido total de líquido (emulsión asfáltica y agua) requerido, para que la humedad no varíe más del 2 % de la humedad óptima, para su compactación. La revoltura en planta deberá continuar hasta que se

obtenga una masa homogénea, de color uniforme, en la que todas las partículas de agregado estén revestidas de asfalto.

La mezcla se colocará sobre la superficie preparada, en una capa uniforme, con un espesor terminado de 150 milímetros. La superficie se conformará ajustándose al alineamiento, pendiente y sección transversal requeridos en los planos. Se distribuirá el material uniformemente en todo el ancho de la superficie, de tal forma que el equipo de acarreo no produzca irregularidades.

309.05 Compactación. La densidad máxima se determinará de acuerdo a AASHTO T 180, método D.

Se compactará el ancho completo, partiendo de los lados y de los lados al centro, paralelamente a la línea de centro de la carretera. A lo largo de cordón, cabezales, muros y otros sitios difíciles de compactar con la aplanadora de rodillo, se compactará el material con compactadores de impacto u otros aceptados por el Contratante.

La mezcla debe compactarse a no menos del 95 % de la densidad máxima. Se determinará la densidad máxima y la humedad óptima, de acuerdo a AASHTO T 238 y AASHTO T 239 u otros procedimientos aprobados.

309.06 Tolerancia Superficial. El acabado de la superficie debe quedar de acuerdo con la Subsección 301.06.

309.07 Mantenimiento. Se deberá mantener en buenas condiciones, sin pago adicional, toda la corona de la vía dentro de los límites de su contrato, a satisfacción del Contratante, desde el inicio y hasta que todo el trabajo haya sido completado y aceptado. El mantenimiento deberá incluir la inmediata reparación de todos los defectos que queden y la corrección de cualquier irregularidad que pueda existir, ya sea antes o después de la colocación de la carpeta de rodamiento, de acuerdo a la Subsección 301.06.

309.08 Aceptación. El asfalto emulsionado será evaluado de acuerdo con las Subsecciones 106.03 y 702.09.

La graduación del agregado será evaluada según la Subsección 106.05. Los límites de aceptación de la graduación deberán cumplir con las desviaciones permisibles mostradas en la Tabla 703-2. Los requerimientos de pruebas y muestreo mínimo, para evaluar las características de calidad se muestran en el cuadro de la Tabla 309-1.

Otras características de calidad se evaluarán de acuerdo con las Subsecciones 106.02 y 106.04.

La construcción de las capas de base tratadas con emulsión asfáltica, será evaluada visualmente y mediante mediciones o ensayos de laboratorio, de acuerdo a las Subsecciones 204 ó 303 según fuere aplicable.

Medición

309.09 Se medirá el agregado para la capa de base tratada con emulsión asfáltica, por tonelada, por metro cuadrado o por metro cúbico en los vehículos de acarreo. Para la medida por metros cuadrados, el ancho se medirá horizontalmente. La longitud será también medida horizontalmente a lo largo de la línea central de la vía. La emulsión asfáltica se medirá en toneladas métricas.

Pago

309.10 Las cantidades aceptadas, medidas de acuerdo con lo prescrito en el artículo precedente, serán pagadas al precio del contrato, por unidad de medida, para los conceptos de pago listados más adelante y que figuren en el pliego de licitación, excepto que para la base de agregados tratados con emulsión asfáltica los precios unitarios serán ajustados de acuerdo a las Subsección 106.05. El pago será la compensación total por el trabajo prescrito en esta Sección (Ver Subsección 109.05).

Reglón de pago	Unidad de Medida
309.01 Base de agregados tratados con emulsión asfáltica graduación _____	Ton. métrica
309.02 Base de agregados tratados con emulsión asfáltica , graduación_____, _____milímetros de espesor	Metro cuadrado
309.03 Base de agregados tratados con emulsión asfáltica, graduación _____.	Metro cúbico
309.04 Emulsión asfáltica, grado _____.	Ton. métrica

**TABLA 309-1
MUESTRA Y PRUEBAS**

Material o producto	Propiedades o características	Categoría	Especificación o método de prueba	Frecuencia	Sitio de muestro
Agregados	Graduación (1) 9.5 mm 4.75 mm 75 µm otras mallas especificadas	I I I II	AASHTO T 11 y AASHTO T 27	1 Muestra por cada 1000 toneladas	De la faja transportadora, antes de la mezcla
	Límite líquido	-	AASHTO T 89	1 Muestra por 3000 toneladas	De la faja transportadora antes de la mezcla
Mezcla	Humedad – Densidad (Densidad óptima)	-	AASHTO T 180 Método D	1 Muestra de cada graduación producida	Material procesado antes de incorporarlo al trabajo
	Densidad y contenido de humedad en el sitio de colocación	-	AASHTO T 238 y AASHTO T 239 u otros métodos aprobados	1 de cada 500 Tons	En el sitio en cada capa colocada y compactada

(1) Use solo las mallas especificadas en la granulometría

DIVISION 400

Capas asfálticas

DIVISIÓN 400.) CAPAS ASFÁLTICAS

SECCION 401.) MEZCLA DE CONCRETO ASFÁLTICO PROCESADA EN PLANTA CENTRAL EN CALIENTE CON LIGANTE ASFÁLTICO NO MODIFICADO

Descripción

401.01 Este trabajo consiste en la construcción de una o más capas de concretoAsfáltico para un pavimento. Se debe usar concreto asfáltico compuesto de piedra o grava triturada, y ligante asfáltico, mezclados en una planta aprobada para la producción de mezcla procesada en caliente.

La mezcla asfáltica procesada en planta central en caliente podrá ser diseñada de acuerdo con la metodología Marshall, según la designación de la Tabla 401-1; o de acuerdo con la metodología SUPERPAVE, según la designación de las Tablas 401-3, 401-4 y 401-5. En ambos casos se deberá seguir la normativa de la Tabla 401-2. El Contratante, vía Especificaciones Especiales de proyecto, definirá la metodología de diseño correspondiente para cada caso particular.

La granulometría del agregado se establece en la Tabla 703-4. El contratante, por medio de las Especificaciones Especiales del proyecto, definirá el tamaño máximo correspondiente para cada caso particular.

La clasificación por rugosidad superficial se define en la Sección 401.16.

La clasificación por ejes equivalentes simples de diseño (ESAL) para mezcla asfáltica SUPERPAVE aparece en las Tablas 703-10 a 703-13. La definición de granulometrías por tamaño nominal se presenta en las Tablas 703-14 a 703-16.

Las características del ligante asfáltico no modificado se describen en la Subsección 701.01.

Las características y clasificación de los aditivos anti-desnudantes aparecen en la Subsección 702.08.

Materiales

401.02 De acuerdo con las siguientes Sub-Secciones:

- | | |
|-----------------------------------|--------|
| - Agregado (mezclas Marshall) | 703.07 |
| - Agregado (mezclas SUPERPAVE) | 703.17 |
| - Aditivo mejorador de adherencia | 702.08 |
| - Cemento asfáltico no modificado | 702.01 |
| - Relleno mineral | 725.05 |

Requerimientos para la construcción

401.03 Composición de la mezcla asfáltica (dosificación de diseño). La dosificación de diseño debe ajustarse a las siguientes propiedades:

- **Mezcla asfáltica diseñada por la metodología Marshall.** En los proyectos en que su uso sea requerido en los proyectos que su uso sea requerido, se debe usar agregados, ligante asfáltico no modificado y aditivos dosificados, en proporciones tales que se cumplan los requisitos de granulometría de la Tabla 703-4, así como los parámetros de diseño (a), (b), (c) y (d) de la Tabla 401-1. El Contratante definirá los casos en que se usará esta mezcla.

Tabla 401-1

Requerimientos para mezclas de concreto asfáltico diseñadas por el método Marshall

Parámetros de diseño	Mezcla Marshall
<u>(a) Marshall (AASHTO T 245)</u> (1) Estabilidad (kN) (2) Flujo (1/100 cm) (3) Vacíos en la mezcla (%) (iii) (4) Vacíos en el agregado mineral (%), mín. (5) Compactación, número de golpes en cada extremo de los especímenes de prueba	8.00 – 20.00 (i) 20-40 3.0 – 5.0 Ver Tabla 401-2 75
<u>(b) Inmersión-Compresión (AASHTO T 165 / AASHTO T 167)</u> (1) Resistencia a la compresión (MPa), mín. (2) Resistencia retenida (%), mín. (3) Vacíos en los especímenes de prueba (%).	2.1 (ii) 75 (ii) 6.0 – 8.0

(c) <u>Tensión indirecta (AASHTO T 283)</u>	
(1) Resistencia retenida (%), mín.	75 (ii)
(2) Saturación en los especímenes de prueba (%).	55 – 80
(3) Ciclo de congelamiento / descongelamiento.	Uso a ser definido por el Contratante
(4) Vacíos en los especímenes de prueba (%)	6.0 – 8.0
(d) <u>Razón de polvo / asfalto efectivo (iv)</u>	0.6-1.3

Requisitos

- (1) El requisito máximo de estabilidad podrá ser obviado si: a) el ligante asfáltico tiene un temperatura intermedia inferior o igual a 16°C; b) la mezcla asfáltica dosificada según diseño, cumple con los requisitos mínimos de resistencia a la fatiga definidos por el Contratante.
- (2) Los requisitos se deben cumplir para todo el rango de contenido de vacíos en los especímenes de prueba.
- (3) El porcentaje de vacíos se basa en los procedimientos de ensayo AASHTO T 166, AAASHTO T 209 y AASHTO T 269. La determinación de la densidad máxima teórica se basa en AASHTO T 209.
- (4) La razón de polvo / asfalto efectivo se define como la razón entre el porcentaje de material, incluyendo aditivos no líquidos y relleno mineral pasando el tamiz No. 200, y el porcentaje de asfalto efectivo (por peso total de mezcla).
- (5) El porcentaje de asfalto efectivo se define como el porcentaje de asfalto total (por peso total de mezcla) menos el porcentaje de asfalto absorbido por el agregado (por peso total de mezcla).

Tabla 401-2

Vacíos en el agregado mineral (VMA)

Según métodos de diseño de mezcla Marshall y SUPERPAVE

Tamaño nominal (1)	Porcentaje mínimo de vacíos (2)	
	Marshall	Superpave
2.36 mm	21.0	-
4.75 mm	18.0	-
9.5 mm	16.0	15.0
12.5 mm	15.0	14.0
19 mm	14.0	13.0
25 mm	13.0	12.0
37.5 mm	12.0	11.0
50 mm	11.5	10.5

- (1) Tamiz de menor tamaño que no retiene más del 10 % del agregado de diseño (por peso).
- (2) La determinación del VMA corresponde a la mezcla dosificada de acuerdo con el diseño de mezcla, incluyendo la adición correspondiente del relleno mineral o agente mejorador de adherencia no líquido, en caso de que alguno de estos, o ambos, se incluyan en la dosificación de diseño.

- **Mezcla asfáltica diseñada por la metodología de SUPERPAVE, nivel 1.** Se debe usar agregado, ligante asfáltico no modificado y aditivos dosificados, en proporciones tales que cumplan los requisitos de granulometría y aceptación de la Subsección 703.17 y los parámetros de diseño de las Tablas 401-2, 401-3 y 401-4. La compactación de especímenes por medio del compactador giratorio SUPERPAVE estará de acuerdo con el esfuerzo de compactación definido en la Tabla 401-5, para las correspondientes condiciones de tránsito y temperatura.

Tabla 401-3

Requerimientos para mezclas de concreto asfáltico diseñadas por el método de SUPERPAVE nivel 1

Parámetro de diseño	Requerimiento
Vacíos en la mezcla de diseño (%) para la cantidad de giros de diseño, N_{des}	4.0
Densidad porcentual (%) respecto a densidad máxima teórica con la cantidad inicial de giros, N_{init}	89 máx.
Densidad porcentual (%) respecto a densidad máxima teórica con la cantidad final de giros, N_{max}	98 máx.
Tensión indirecta (AASHTO T 283)	
(1) Resistencia retenida (%), mín.	80 (2)
(2) Saturación en los especímenes de prueba (%).	55 – 80
(3) Ciclo de congelamiento / descongelamiento.	Uso a ser definido por el Contratante
(4) Vacíos en los especímenes de prueba (%)	6.0 – 8.0
Razón de polvo / asfalto efectivo (1)	0.60-1.30

(1) La razón de polvo / asfalto efectivo se define como la razón entre el porcentaje de material, incluyendo aditivos no líquidos y relleno mineral que pasan el tamiz No. 200, y el porcentaje de asfalto efectivo (por peso total de mezcla). El porcentaje de asfalto efectivo se define como el porcentaje de asfalto total (por peso total de mezcla) menos el porcentaje de asfalto absorbido por el agregado (por peso total de mezcla).

(2) Los requisitos se deben cumplir para todo el rango de contenido de vacíos en los especímenes de prueba.

Tabla 401-4

Vacíos llenos con asfalto para mezclas asfálticas diseñadas por el método SUPERPAVE nivel 1 (VFA)

Tránsito (millones de ESAL) (1)	VFA para la mezcla de diseño (%)
Inferior a 0.3	70-80
Superior a 0.3, pero inferior a 3.0	65-78
Superior a 3.0	65-75

Definición:

- (1) ESAL: ejes simples equivalentes que corresponden a 8.2 toneladas métricas, correspondientes al período de diseño del pavimento.

Tabla 401-5

Esfuerzo de compactación para mezclas asfálticas diseñadas con el método de SUPERPAVE nivel 1

Tránsito (millones de ESAL)	Temperatura ambiental máxima de diseño											
	> 39 °C			39 – 40 °C			41 – 42 °C			43 – 44 °C		
	N_{init}	N_{des}	N_{max}	N_{init}	N_{des}	N_{max}	N_{init}	N_{des}	N_{max}	N_{init}	N_{des}	N_{max}
≤0.3	7	68	104	7	74	114	7	78	121	7	82	127
>0.3-1	7	76	117	7	83	129	7	88	138	8	93	146
>1-3	7	86	134	8	95	150	8	100	158	8	105	167
>3-10	8	96	152	8	106	169	8	113	181	9	119	192
>10-30	8	109	174	9	121	195	9	128	208	9	135	220
>30-100	9	126	204	9	139	228	9	146	240	10	153	253
>100	9	142	233	10	158	262	10	165	275	10	172	288

Simbología:

- N_{init}: cantidad de giros relacionada con la condición de pre-compactación.
- N_{des}: cantidad de giros relacionada con la densificación de diseño.
- N_{max}: cantidad de giros relacionada con la condición de post-compactación.

- **Entrega de la dosificación de diseño al Contratante.**

La dosificación de diseño, tanto cuando se aplique la metodología Marshall como la metodología SUPERPAVE, debe ser presentada por escrito, con una anticipación de al menos 21 días previos al inicio de la producción de la planta asfáltica. En el informe de diseño de mezcla correspondiente deberá incluirse la siguiente información:

(a) Agregado y relleno mineral.

(1) Porcentaje de agregado que pasa por cada tamiz especificado, para la mezcla asfáltica preparada de acuerdo con la dosificación de diseño. Los porcentajes de agregado que pasan cada tamiz deberán estar dentro de los rangos de especificación correspondientes. En caso de que se aplique una mezcla diseñada por la metodología SUPERPAVE, los porcentajes de agregado que pasan cada tamiz deberán estar fuera de la zona de precaución definida por las Tablas 703-14, 703-15 o 703-16, para el tamaño nominal apropiado.

(2) Fuente y porcentaje de cada agregado de apilamiento que se usará.

(3) Granulometría promedio para cada apilamiento de agregado por usar y desviación estándar por tamiz, que derive de la realización de tres ensayos de granulometría, correspondientes a tres muestras, tomadas en posiciones aleatorias del apilamiento.

(4) Si el contratante lo solicita, deberán presentarse muestras representativas de cada agregado de apilamiento, en las siguientes cantidades.

- (a) 100 kg de cada apilamiento de agregado grueso.
- (b) 70 kg de cada apilamiento de agregado intermedio y fino.
- (c) 10 kg de relleno mineral de aportación adicional, tal como cal, cemento, o relleno mineral productor de la trituración de agregado o roca.
- (d) 10 kg de relleno mineral del colector de polvo de la planta asfáltica, si corresponde. (Ver Subsección 401.04)

Las muestras de agregado, cuando sean combinadas de acuerdo con los porcentajes de combinación de apilamientos propuestas por el Contratista, deberán estar dentro de los rangos correspondientes a la granulometría de diseño +/- las desviaciones tolerables para cada tamiz. En caso contrario, las muestras serán consideradas no representativas.

(b) Cemento asfáltico.

- (1) Cinco muestras de 4 litros del mismo lote de cemento asfáltico por usar en la producción de mezcla asfáltica.
- (2) Lista de resultados de los ensayos de aceptación del ligante asfáltico, con fecha de por lo menos 2 semanas posteriores a la fecha del informe de diseño de mezcla, incluyendo la curva de viscosidad vrs. temperatura (con mediciones a 60°C, 125°C, 135°C y 145°C).
- (3) Hojas de seguridad para el ligante asfáltico.

(c) Aditivos mejoradores de adherencia. Cuando un aditivo mejorador de adherencia sea necesario, se debe suministrar lo siguiente para cumplir con los requisitos de aceptación de la mezcla asfáltica:

- (1) Muestra de: 0.5 l de aditivo, si éste se aplicará en estado líquido; o 5 kg, si se aplicará en estado sólido.
- (2) Nombre del producto.
- (3) Fabricante.
- (4) Hojas de seguridad para el material.
- (5) Criterio técnico de soporte para su aplicación.

(d) Planta asfáltica donde se aplica el diseño. Debe informarse sobre la planta en que se aplicará el diseño de mezcla, así como su ubicación geográfica, teléfono, fax y/o correo electrónico.

El Contratante podrá, según su criterio y conveniencia, evaluar la aplicabilidad de los materiales y de la dosificación de diseño propuestas. Para tal efecto, usando los materiales aportados por el contratista, se verificarán las propiedades de la mezcla asfáltica, la granulometría de diseño y tres porciones de asfalto (óptimo de diseño, óptimo de diseño menos 0.5 % por peso total de mezcla, y óptimo de diseño más 0.5 % por peso total de mezcla).

A partir de la evaluación de aplicabilidad de los materiales y de la dosificación de diseño propuestas y/o la evaluación de la calidad y cantidad de información suministrada por el contratista en su informe previo, el Contratante podrá establecer un criterio de aceptación o rechazo, de la dosificación de diseño planteada en el informe correspondiente.

Si la dosificación de diseño es rechazada, se deberá efectuar una nueva dosificación de diseño, y entregar un nuevo informe en que se cumplan los requisitos previamente definidos.

Cualquier cambio de dosificación requiere aceptación previa a la producción de mezcla. El período requerido para la definición de un criterio e aceptación o rechazo de los cambios será de 14 días naturales. Los cambios aprobados en la dosificación de diseño no pueden ser aplicados de manera retroactiva para su pago.

401.04 Plantas procesadoras de mezcla asfáltica en caliente. Deberán cumplir con los requisitos de AASHTO M 156, además de lo siguiente:

(a) Todos los tipos de plantas.

(1) Controles automatizados. Control del proporcionamiento, mezcla y descarga de mezcla deben controlarse por medios automatizados (control remoto).

(2) Retorno de finos. Además de las especificaciones de AASHTO M 156 referentes a control de emisiones, se deben cumplir las siguientes condiciones:

- Equipar la planta con un colector de polvo. Se usará el material recolectado o se retornará de manera uniforme.

Cuando se use material fino retornado, en plantas de dosificación (de bache) o continuas, se deberá depositar el material de retorno en el fondo de la torre elevadora, cuantificando su dosificación por volumen o masa dentro de la cámara de mezclado. El retorno directo a la torre elevadora será permitido sólo cuando el flujo pueda controlarse a una tasa uniforme. En plantas con tambor secador y mezclador ó plantas continuas, el retorno del material al tambor se hará en el mismo punto donde se alimenta el flujo de asfalto (punto de descarga).

(3) Almacenamiento de agregados. Deberá estar de acuerdo con la Sección 307.

(b) Plantas con tambor secador y mezclador.

(1) Tolvas. Deberá proveerse una tolva fría para cada agregado de apilamiento que se incorpore en la mezcla (no se permite la premezcla en patio), de acuerdo con la dosificación de diseño. Las tolvas

deberán ser de suficiente tamaño para mantener la planta en operación continua, y diseñadas de manera apropiada para evitar el derrame de material de una tolva a otra.

(2) Maniobras de apilamiento. Los agregados deben estar separados en al menos 3 apilamientos, con diferentes granulometrías. Como mínimo, un apilamiento debe contener agregado grueso, agregado intermedio y el otro agregado fino. El apilamiento de agregados debe realizarse en conformidad a la Sección 307.

(c) Plantas de bache.

(a) Tolvas calientes. Se proveerá una tolva en caliente con al menos tres compartimientos separados, para almacenamiento de las fracciones cribadas que se combinarán en el proceso de mezcla. Las separaciones entre compartimientos deben ser resistentes y de suficiente altura para prevenir el derrame de agregados de un compartimento a otro.

(b) Celdas de carga. En plantas de dosificación o bache se permite el uso de celdas de carga calibradas, o balanzas de dosificación.

401.05 Pavimentadoras. Se usarán pavimentadoras que cumplan los siguientes requisitos:

(a) Auto propulsadas, provistas de una plancha vibratoria ajustable, con un distribuidor de tornillo sin fin a todo lo ancho.

(b) Con capacidad de calentar las planchas vibratorias si fuese necesario.

(c) Capaces de distribuir y colocar capas de mezcla asfáltica en anchos de por lo menos 30 cm más que el ancho de carril.

(d) Equipadas con un compartimento receptor con suficiente capacidad para asegurar una operación de colocación uniforme.

(e) Equipadas con control de alimentación ajustado para mantener una profundidad uniforme de colocación del material al frente de la pantalla.

(f) Capaces de desarrollar una velocidad de avance consistente con un proceso satisfactorio de colocación de mezcla asfáltica.

(g) Capaces de producir una superficie terminada con la

rugosidad y textura requeridas, sin segregación, sin desprendimientos superficiales, corrugación de la superficie, u otros defectos de acabado superficial.

(h) Equipadas con control automatizado de las planchas, con sensores capaces de detectar cambios de pendiente transversal a partir de una línea de referencia externa, detectar la pendiente transversal de la plancha y proveer las señales automáticas para la operación de la plancha de manera que las pendientes longitudinal y transversal sean mantenidas.

401.06. Preparación de la superficie. La superficie se preparará de acuerdo con la Subsección 303.07 y las Secciones 412, 413, 502 o 503 (la que corresponda). Se colocará una capa de riego de liga o imprimación, para la adherencia de la capa por colocar con las capas de apoyo inferior, cunetas, cajas de registro y otras estructuras, de acuerdo con la Sección 412. El riego de liga se aplicará para adherencia con capas asfálticas inferiores y la capa de imprimación se aplicará para adherencia con capas inferiores no asfálticas. La naturaleza y contenido del ligante asfáltico por usar en la capa de imprimación o riego de liga será definida a criterio del Contratante de acuerdo a las Secciones 412 y 413, la que corresponda.

401.07. Limitaciones ambientales. La capa asfáltica debe aplicarse sobre una superficie de apoyo seca, sin congelamiento, cuando la temperatura del aire en la sombra esté al menos sobre 4°C, y con tendencia a aumentar.

401.08.

Tabla 401-6

Temperatura de Colocación de Mezcla de Concreto Asfáltico

Espesor de Capa Compactada	< 50 mm	50-75 mm	> 75 mm
Temperatura de la Superficie de la Vía °C	Temperatura Mínima de Colocación ⁽¹⁾ °C		
10 - 14.9	146	138	132
15 - 19.9	141	135	129
20 - 24.9	138	132	129
25 - 29.9	132	129	127
≥30	129	127	124

(1) En ningún caso, la mezcla de concreto asfáltico podrá ser calentada a una temperatura superior a la especificada en el diseño de la mezcla aprobada

401.08.Preparación del ligante asfáltico no modificado. Se calentará cemento asfáltico de manera uniforme de tal manera que se supla, de manera uniforme, la demanda de cemento asfáltico en condiciones de flujo, del tanque de almacenamiento al mezclador. El tanque de almacenamiento para el cemento asfáltico debe tener recirculación, de manera que sólo el volumen de cemento asfáltico homogenizado sea aplicado en la operación de la planta. No se debe calentar el cemento asfáltico no modificado arriba de 175°C.

Si la dosificación de diseño requiere la adición de un aditivo de mejoramiento de adherencia líquido, el cual deberá mantenerse estable durante el calentamiento, se deberá conducir dentro de las líneas de transmisión del ligante asfáltico, hacia una terminal de dosificación o hacia la planta de mezclado. Se debe inyectar el aditivo, por lo menos, durante un 80 % del tiempo de transferencia o mezcla, para obtener uniformidad.

401.09. Preparación del agregado. Si se usa un aditivo de mejoramiento de adherencia que no sea líquido, incorporado por vía húmeda (mezcla con el agregado en una condición de humedad), se debe ajustar la humedad del agregado a por lo menos 4 % del peso total de agregado. Se mezclará el aditivo de mejoramiento de adherencia de manera uniforme con el agregado, antes de la introducción del agregado dentro del sistema de secado. Se deben utilizar dispositivos de dosificación calibrados para medir la cantidad de aditivo de mejoramiento de adherencia y humedad incorporado al agregado.

Si se usa un aditivo de mejoramiento de adherencia no líquido, incorporado por vía seca (mezclado con el agregado posterior al secado), se debe contar con un sistema de dosificación calibrado para medir la cantidad de ese aditivo, e incorporado en el proceso productivo posterior al secado.

Se debe calibrar la llama del secador para que el proceso de secado y calentamiento no produzcan daño o contaminación del agregado.

Se debe controlar la operación de la planta de manera que el contenido de humedad de la mezcla muestreada durante las obras de pavimentación, antes de su compactación, sea de 0.5 % o menos, de acuerdo con AASHTO T 110.

Respecto a la incorporación de aditivos mejoradores de adherencia, el proceso de mezcla deberá estar de acuerdo con los siguientes lineamientos: a) dosificación según diseño de mezcla, b) método de incorporación según recomendación del fabricante, c) incorporación homogénea.

401.10. Mezclado. Se deben dosificar el agregado y el ligante asfáltico incorporados dentro del mezclador de acuerdo con el diseño. Se debe revolver hasta que las partículas estén completa y uniformemente recubiertas con ligante asfáltico, de acuerdo con AASHTO M 156. Se mantendrá la temperatura de mezcla dentro del rango aprobado para el diseño de mezcla propuesto. El tiempo de mezcla deberá ser tal que no se produzca envejecimiento excesivo en el ligante asfáltico, evaluado de acuerdo con el criterio que establezca el Contratante.

401.11. Transporte. Se deben usar vagonetas o camiones con firmes, limpios y lisas góndolas metálicas.

Se debe aplicar un recubrimiento delgado con un material aprobado por el Contratante, para prevenir que la mezcla asfáltica se adhiera a la góndola de la vagoneta. No pueden utilizarse derivados del petróleo (diesel, por ejemplo) u otros materiales de recubrimiento no autorizados, que contaminen o alteren las características de la mezcla. Se debe eliminar cualquier acumulación de sustancias en la góndola de la vagoneta antes de su carga.

Cada vagoneta o camión debe estar equipado con un manteado de lona u otro material adecuado, de tamaño suficiente para proteger la mezcla del intemperismo. Cuando se requiera mantener la temperatura de la mezcla asfáltica en la vagoneta, se deben usar camiones con góndolas aisladas y cobertores firmemente asegurados. Cada vagoneta o camión de transporte debe contar con un puerto u hoyo de acceso para el monitoreo de la temperatura de la mezcla asfáltica cargada.

401.12. Procedimiento para el inicio de labores en una planta de producción de mezcla asfáltica. Se requiere una notificación, al Contratante, con al menos 7 días antes del inicio de la producción.

En el primer día de operaciones se deberá producir suficiente mezcla asfáltica para construir un tramo de prueba de 300 m, aplicando el espesor de capa contratado para el proyecto; se usarán 100 m para la compactación a tres distintas temperaturas (con diferencias de 5°C), previa consulta con el Contratante. Se debe construir la franja de control en el proyecto de pavimentación, en una posición aprobada por aquel.

La construcción del tramo de prueba requiere la aplicación de los mismos procesos de mezcla, colocación y compactación que se aplicarán en la ejecución del proyecto. Se iniciará la producción después de que la mezcla asfáltica producida y el tramo de prueba sean evaluados y aceptados.

(a) Contenido de asfalto y granulometría. Se deben tomar al menos tres muestras de mezcla asfáltica durante la producción de mezcla para el tramo de prueba, las cuales serán evaluadas de acuerdo con la Subsección 401.17. La mezcla asfáltica será aceptable si todos los resultados de evaluación están dentro de los límites de especificación y dentro de los rangos de tolerancia para la dosificación del diseño de mezcla aprobado.

(b) Compactación. Se debe cuantificar la densificación de la mezcla asfáltica después de cada pasada de compactador, con el fin de determinar el patrón de compactación necesario para lograr la densidad requerida, sin deterioro en la mezcla asfáltica.

En un mínimo de 5 posiciones sobre la franja de control, se tomarán mediciones de densidad con un densímetro nuclear y se extraerán y analizarán núcleos de acuerdo con la Subsección 401.17. La densidad es aceptable si todos los resultados de ensayo están dentro del límite de especificación. Se deben informar al Contratante, las magnitudes de densidad en sitio, correlacionadas con las mediciones de densidad a partir del análisis de los núcleos extraídos.

Se debe repetir la construcción del tramo de prueba hasta que se obtenga una densificación satisfactoria, al menos para una de las temperaturas evaluadas. (Ver la Subsección 106.01 referente a la disposición del material de tramos de prueba no aceptado). Los tramos de prueba con densificación dentro de especificaciones, pueden permanecer en el sitio de obras y serán aceptados y pagados considerándolos como parte de la estructura de pavimento. Los resultados de evaluación para las franjas de control no serán incluidas en la evaluación y pago, de acuerdo con la Subsección 106.05. Cuando una franja de control es aceptada, la producción en gran escala se puede iniciar.

Se debe usar este mismo procedimiento para el reinicio de labores cuando se reanuden labores luego de una suspensión por calidad no satisfactoria, de acuerdo con la Subsección 106.05.

401.13. Colocación y terminación. En un mismo frente de obra no deben usarse mezclas asfálticas de dos diferentes plantas, a menos que las mezclas sean producidas de acuerdo con la misma dosificación de diseño, materiales de las mismas fuentes y que tal práctica haya sido autorizada por el Contratante. Se deben construir tramos de prueba de acuerdo con la Subsección 401.12 para la producción de cada planta asfáltica involucrada.

La mezcla de concreto asfáltico se debe colocar a una temperatura conforme con los resultados de densificación determinados en el tramo de prueba; siempre que la temperatura ambiental esté de acuerdo con la Subsección 401.07. Se debe medir la temperatura de la mezcla en el vehículo de transporte

justamente antes de ser depositada en el mecanismo de distribución, o en un apilamiento inmediatamente antes de su aplicación.

La mezcla asfáltica se colocará de conformidad con la Subsección 401.05. Se controlará el alineamiento horizontal mediante una línea de referencia. Las pendientes longitudinal y transversal serán controladas a partir de líneas de referencia, mediante métodos automatizados, tales como esquís o dispositivos de control de pendiente. Los esquís deberán tener una longitud mínima de 6 metros.

En áreas donde la distribución y acabado por medios mecanizados no resulta práctica, se deberán aplicar equipos alternativos tales que la uniformidad en la superficie terminada sea comparable con la uniformidad lograda cuando se usan equipos mecanizados.

Se requiere un traslape en la junta longitudinal de una capa de mezcla asfáltica de al menos de 150 mm, a partir de la junta longitudinal en con la capa inmediatamente inferior. Se debe construir la junta longitudinal en la capa de superficie a lo largo de la línea de centro en carreteras de dos carriles o en las líneas de demarcación de carriles en carreteras con más de dos carriles.

El Contratante definirá la dosificación de diseño por aplicar para el bacheo preliminar y la capa de nivelación. El bacheo preliminar y la capa de nivelación, serán colocados en espesores máximos de 75 mm y terminados antes de que inicien las operaciones de pavimentación para una capa superficial.

401.14. Compactación. Se deberán disponer suficientes compactadores para cumplir con los requisitos de densificación definidos a partir del tramo de prueba. Se utilizará un rodillo compactador para cada una de las etapas de asentamiento, compactación intermedia y compactación final. Se debe contar con al menos un rodillo compactador, equipado con llantas de hule, para la compactación final. Las dimensiones de los rodillos compactadores deben corresponder con los resultados deseados. Los rodillos compactadores deben ser operados de acuerdo con las recomendaciones de los fabricantes.

La superficie asfáltica deberá ser compactada en forma uniforme. Deberá compactarse de manera que no haya desplazamiento lateral, agrietamiento o corrugación de la superficie. Se compactará hasta que las marcas de rodillo sean eliminadas y la densidad requerida sea obtenida. No se permitirá la compactación cuando la temperatura en la mezcla descienda de 100°C (para capas asfálticas de espesor inferior a 75 mm) y de 110°C (para capas asfálticas de espesor superior o igual a 75 mm); en cuyo caso se deberá retirar del sitio de las obras.

El proceso de compactación será monitoreado con densímetros nucleares calibrados de acuerdo con los resultados de compactación en los tramos de

prueba. Se compactará con la meta de obtener densidades en sitio de no menos del 92 %, y no más del 98 %, respecto a la densidad máxima teórica determinada de acuerdo con AASHTO T 209. La densidad máxima teórica de referencia para el cálculo de densidad en sitio corresponderá a un muestreo de mezcla asfáltica de la producción en el mismo día que la colocación, con la misma dosificación de diseño y seleccionado de manera aleatoria.

A lo largo de cunetas, alcantarillas, muros y otros elementos donde el acceso de los compactadores se dificulte, se deberá compactar con equipo alternativo tal que se logre cumplir con la compactación requerida. El Contratante evaluará la aprobación de tal equipo de compactación alternativo, antes de su aplicación.

Se deberá usar un equipo liviano de compactación para los bordes de capas asfálticas no confinadas, que permita compactar el borde y el ángulo de reposo de la mezcla asfáltica.

La compactación de la mezcla asfáltica en las juntas longitudinales deberá tener un traslape de 150 mm sobre la capa adyacente ya compactada.

401.15. Juntas, bordes y limpieza. Se deberá completar la construcción de carriles de tránsito adyacentes, al mismo nivel de rasante, dentro de un plazo máximo de 24 horas. Diferencias de nivel de 50 mm o menos, sobre el nivel de rasante del pavimento, dejados durante el transcurso de una noche, requerirán la rotulación como zonas de "Alerta por carril disparejo". Diferencias de nivel dejadas en el transcurso de una noche con dimensiones de más de 50 mm, requerirán la construcción de rampas temporales, con una relación longitud / espesor de 3:1.

En juntas transversales, con pavimentos existentes y capas previamente colocadas, las juntas serán verticales. Se construirán estas juntas transversales mediante cortes verticales, de manera que se abarque el espesor total de capa.

Se aplicará un riego de adherencia en los bordes de las juntas, tanto transversales como longitudinales, de acuerdo con la Sección 412.

Se colocará la mezcla de concreto asfáltico de manera continua. Los bordes no confinados de capas asfálticas recién colocadas serán compactados con equipo alternativo a rodillos, a proponer por el contratista para consideración del Contratante.

El material que sea eliminado de los bordes de capa será retirado del sitio, así como cualquier otro elemento sobrante, de acuerdo con la Subsección 211.03 (b).

401.16. Rugosidad superficial del pavimento. Después de la compactación final, se medirá el nivel de rugosidad en la capa de superficie, o en la capa de

apoyo para una capa asfáltica friccionante de graduación gruesa. El índice de rugosidad internacional (IRI) será el parámetro que se usará para determinar la rugosidad del pavimento. El Contratante establecerá los requisitos de IRI para el proyecto.

Se define como sub-lote a una sección de 0.1 km medida en el sentido del tránsito. Se define como lote a la totalidad de sub-lotes que integran un proyecto

Aquellos sub-lotes que no cumplan con los requisitos de aceptación fijados por el Contratante deberán ser reemplazados por el contratista.

401.17 Deflexiones medidas en la superficie del pavimento. Para la aceptación de los trabajos de pavimentación, en que la superficie del pavimento se haga con mezcla asfáltica procesada en caliente, con la uso de cemento asfáltico no modificado, se aplicarán los requisitos de deflexión máxima definidos por el Contratante. La deflexión será medida bajo el punto de aplicación de una carga correspondiente a un eje simple equivalente de 8200 kg y será determinada por medio de la viga Benkelman o el deflectómetro de impacto, según sea establecido por el Contratante.

Se define como sub-lote a una sección de 0.1 km de longitud medida en el sentido del tránsito. Se define como lote a la totalidad de sub-lotes que integran un proyecto.

Aquellos sub-lotes que no cumplan con los requisitos de aceptación fijados por el Contratante deberán ser reconstruidos por el contratista.

401.18. Deformación permanente. Para capas asfálticas en que las cargas de diseño superen los tres millones de ejes equivalentes simples de 8200 kg, el Contratante definirá una metodología para la aceptación de la dosificación de diseño, de acuerdo con un criterio de deformación permanente. La metodología de aceptación se aplicará también al monitoreo del cumplimiento del criterio de deformación permanente en la producción de mezcla asfáltica.

401.19. Fatiga. Para capas asfálticas en que las cargas de diseño superen los tres millones de ejes equivalentes simples de 8200 kg, el Contratante definirá también una metodología para la aceptación de la dosificación de diseño de acuerdo con un criterio de fatiga, como lo hará para el monitoreo del cumplimiento del criterio de fatiga en la producción de mezcla asfáltica.

401.20. Aceptación. El relleno mineral y el aditivo antidesnudante serán evaluados de acuerdo con las Sub-Secciones 106.02 y 106.03.

El ligante asfáltico no modificado será evaluado de acuerdo con las Sub-Secciones 106.04 y 702.09.

La construcción de capas de mezcla asfáltica será evaluada de acuerdo con las Sub-Secciones 106.02 y 106.04.

El contenido de asfalto, la granulometría, la densidad y la rugosidad superficial serán evaluados de acuerdo con la Subsección 106.05.

Las propiedades de aceptación del agregado serán evaluadas de conformidad con las Sub-Secciones 106.02 y 106.04. (Ver la Tabla 401-7 para requisitos mínimos de muestreo y ensayo).

(a) Contenido de asfalto. Los límites de tolerancia, a partir de la dosificación de diseño aprobada, serán de +/- 0.5 %. La categoría de pago en función de la calidad para el parámetro de contenido de asfalto se indica en la Tabla 401-7.

(b) Granulometría del agregado. Los límites de tolerancia a partir de la dosificación de diseño aprobada se presentan en la Tabla 703-4. La categoría de pago en función de la calidad para granulometría se indica en la Tabla 401-7.

(c) Densidad en sitio. El límite inferior de tolerancia para la densidad en sitio es de 92 % de la densidad máxima teórica determinada a partir de AASHTO T 209 y el límite superior de tolerancia es de 98 % de la densidad máxima igualmente determinada. En ambos casos se usará, como referencia para el cálculo del porcentaje de densificación, la densidad máxima teórica correspondiente a un muestreo aleatorio, para la producción de mezcla asfáltica correspondiente a la producción evaluada. La categoría de pago, en función de la calidad para granulometría, se indica en la Tabla 401-7. La densidad en sitio será medida, para efectos de aceptación, en un plazo no mayor de 2 semanas posterior a la compactación. La categoría de pago en función de la calidad para densidad en sitio se indica en la Tabla 401-7.

(d) Rugosidad superficial del pavimento. La evaluación para pago deberá realizarse luego de la corrección de todos los defectos identificados. Los criterios de aceptación en función de la calidad para la rugosidad superficial serán definidos por el Contratante para cada proyecto particular, Tabla 401-7.

(e) Deflexiones medidas en la superficie del pavimento. La evaluación para pago se realizará luego de la corrección de todos los defectos identificados. Los criterios de aceptación en función de la calidad para deflexión será definidos por el Contratante para cada proyecto particular, Tabla 401-7

(f) Deformación permanente. Este concepto se aplica a la mezcla asfáltica que se colocará en capas diseñadas para una vida útil sobre tres millones de ejes equivalentes. La categoría de pago en función de la calidad para deformación permanente que se requiere ver Tabla 401-7.

(g) Fatiga. El concepto aplica a mezcla asfáltica que se coloque en capas diseñadas para una vida útil sobre tres millones de ejes equivalentes. La categoría de pago en función de la calidad para fatiga será definida de acuerdo con el criterio establecido por el Contratante para cada proyecto en particular. Tabla 401-7.

Medición

401.21. La unidad de medición para mezcla asfáltica procesada en planta central en caliente con ligantes no modificados, relleno mineral y aditivo antidesnudante será la tonelada métrica.

El muestreo y ensayos se efectuarán de acuerdo con la Tabla 401 – 7 siguiente:

Tabla 401-7

Material o producto	Propiedad o característica	Categoría	Método de prueba o especificación	Frecuencia	Punto de muestreo
Capa de superficie de concreto asfáltico procesado en planta en caliente, Con ligante asfáltico no modificado	Contenido de asfalto	I	FLH T 516, FLH T 517, o AASHTO T 164	1 cada 500 Toneladas	Después de la colocación y antes de la compactación
	Granulometría (1) 4.75 mm 600µm 75µm Otros tamices especificados	I II I II	AASHTO T 30 (4)	1 cada 500 Toneladas	Después de la colocación y antes de la compactación
	Densidad en núcleos (2)	I	AASHTO T 166 y AASHTO T 209,	1 cada 500 Toneladas	En sitio, no más de dos semanas después de la compactación
	Rugosidad superficial (3)	I	A definir por el Contratante	Sub-lotes de 0.1 m a lo largo de todo el proyecto	En sitio, posterior a la compactación
	Deflexión en la superficie del pavimento (3)	I	A definir por el Contratante	Sub-lotes de 0.1 m a lo largo de todo el proyecto	En sitio, posterior a la compactación
	Deformación permanente (4)	I	En sitio, posterior a la compactación	A definir por el Contratante	A definir por la Administración
	Fatiga (4)	I	En sitio, posterior a la compactación	A definir por Administración	A definir por la Administración

- 1) Usar sólo los tamices requeridos por las especificaciones de granulometría.
- 2) Cortar núcleos del pavimento compactado, de acuerdo con AASHTO T 230, método B. Llenar y compactar el hueco correspondiente al muestreo con mezcla de concreto asfáltico.
- 3) Se aplica solo a capas de superficie, de acuerdo con el contrato.
- 4) Para mezcla asfáltica que se use en capas asfálticas con vida útil de más de tres millones de ejes equivalentes.

Pago

401.22. Las cantidades aceptadas por el Contratante, medidas de acuerdo con la Subsección 401.18, serán pagadas por ítem según el precio de contrato; excepto en el caso de las capas de mezcla asfáltica, cuyo precio unitario de contrato será ajustado de acuerdo con las Sub-Secciones 106.05 y 109.05. El pago corresponderá a la compensación total por los trabajos realizados de acuerdo con esta Sección.

El pago para capas de mezcla asfáltica procesada en planta central en caliente con ligante asfáltico no modificado, será el producto del precio unitario del contrato y el factor de pago.

El factor de pago por aplicar será, según criterio del Contratante, alguno de los dos siguientes:

(a) El factor de pago más bajo determinado a partir de los criterios definidos en la Subsección 401.21.

(b) El promedio ponderado de los factores de pago por criterio individual, de la Subsección 401.21, de acuerdo con los factores de ponderación definidos por el Contratante para un proyecto particular.

El pago se realizará de acuerdo con las siguientes unidades de medida:

Renglón de pago		Unidad de Medida
40101	Capa de concreto asfáltico preparado en planta central en caliente (se debe especificar clase, grado y tipo de rugosidad superficial), diseñado por la metodología Marshall	Tonelada métrica o metro cúbico, de acuerdo con la sección típica
40102	Concreto asfáltico para bacheo preliminar y capa de nivelación (se debe especificar clase y grado)	Tonelada métrica o metro cúbico, de acuerdo con la sección típica

40103	Ligante asfáltico no modificado (se debe especificar el grado)	Tonelada métrica o metro cúbico
40104	Relleno mineral	Tonelada métrica o metro cúbico
40105	Aditivo anti-desnudante (se debe especificar el tipo)	Tonelada métrica o metro cúbico
40106	Capa de concreto asfáltico preparado en planta central en caliente (se debe especificar tamaño nominal máximo del agregado, ejes equivalentes de diseño y tipo de rugosidad superficial), diseñado por la metodología SUPERPAVE	Tonelada métrica o metro cúbico de acuerdo con la sección típica

El Contratante definirá el criterio de unidad de medida correspondiente a cada proyecto, ya sea por tonelada métrica o por metro cúbico. También definirá la sección típica en los casos en que el pago sea por metro cúbico, de acuerdo con la sección típica.

SECCION 402.) MEZCLA DE CONCRETO ASFÁLTICO PROCESADA EN PLANTA CENTRAL EN CALIENTE CON LIGANTE ASFÁLTICO NO MODIFICADO PARA APLICACIONES MISCELANEAS

Descripción

402.01 Este trabajo consiste en la aplicación de mezcla de concreto asfáltico procesado en planta central en caliente, para la construcción de aceras, conductos de agua, pavimentadas y vías menores (vida útil para menos de cien mil ejes equivalentes simples de 8200 kg).

Requerimientos para la construcción

402.02 Composición de la mezcla (dosificación de diseño). Se debe suministrar concreto asfáltico compuesto de piedra o grava triturada, y ligante asfáltico, mezclados en una planta aprobada para la producción de mezcla procesada en caliente. Tanto los agregados, como el ligante asfáltico y la mezcla asfáltica dosificada según diseño deben estar de acuerdo con los requisitos definidos por el Contratante. Este definirá, antes de iniciar las obras, si tales requisitos corresponden a los indicados en las Secciones 401, 702 y 703, o si se usan requisitos de Especificación Especial.

Se requiere suministrar prueba de la resistencia, calidad y especificaciones de granulometría para la mezcla de concreto asfáltico. Se deben incluir los informes de laboratorio que demuestren que las propiedades de los agregados, ligante asfáltico, aditivos y mezcla cumplan con los requisitos definidos por el Contratante. Adicionalmente debe suministrarse la magnitud de la densidad máxima teórica determinada de acuerdo con AASHTO T 209.

402.03 Preparación de la superficie. La superficie se preparará de acuerdo con la Sección 209 o Subsección 303.07, la que sea aplicable.

402.04 Limitaciones ambientales. La colocación de la mezcla de concreto asfáltico se hará sobre una superficie seca y no congelada, y cuando la temperatura del aire a la sombra sea de al menos 4°C, y subiendo.

402.05 Transporte. La mezcla asfáltica será transportada en vehículos que se conformen a la Subsección 401.11.

402.06 Colocación. La colocación de la mezcla se hará mediante un pavimentador mecánico. Para la pavimentación de vías menores se considerarán espesores de capa de menos de 10,0 cm. En áreas donde no sea práctica la distribución y colocación por medios mecanizados, la mezcla asfáltica será colocada por los medios aprobados por el Contratante. Se debe construir

una superficie uniforme en textura y sección transversal. Las juntas serán construidas de acuerdo con la Subsección 401.15.

402.07 Compactación.

(a) Pavimentación de vías menores: Se compactará la mezcla a un mínimo de 92%, y a un máximo de 98% de la densidad máxima teórica. Se determinará la densidad en sitio, mediante el uso de densímetros nucleares y/o extracción de núcleos. La densidad máxima teórica de referencia será la correspondiente a un muestreo en el mismo día de la colocación.

(b) Pavimentación de aceras, conductos de agua pavimentados y otros: Serán compactados con rodillos de operación manual, con un peso aprobado por el Contratante, o con pavimentadores mecanizados pequeños, con características aprobadas por auqel.

Las áreas que no sean accesibles a los rodillos compactadores serán densificadas por el método que defina el Contratante.

402.08 Rugosidad superficial del pavimento. Se usará un codal recto de 3 metros, para medición de deformaciones en ángulos rectos, en forma paralela a la línea de centro. Se considerarán como áreas defectivas aquellas que experimenten desviaciones superficiales en exceso de 7 mm para distancias de 3 metros (longitud del codal recto), para al menos uno de los puntos de contacto del codal recto respecto a la depresión máxima en la superficie del pavimento. Las áreas con defectos serán corregidas por el método y dentro del plazo que el Contratante establezca.

402.09 Aceptación. La mezcla de concreto asfáltico para usos misceláneos será evaluada de acuerdo con las Sub-Secciones 106.02 y 106.03.

La construcción de obras con mezcla de concreto asfáltico para usos misceláneos será evaluada de acuerdo con las Sub-Secciones 106.02 y 106.04.

De especificarse la calidad de la mezcla asfáltica de acuerdo con la Sección 401, se aplicará el criterio de aceptación de la Subsección 401.20. En caso contrario se aplicará el criterio de aceptación de la Tabla 402-1.

Medida

402.10 Se medirá la mezcla de concreto asfáltico por tonelada métrica o por metro cúbico de acuerdo con la sección típica. La aplicación de uno u otro método de medida dependerá del criterio del Contratante para cada proyecto particular.

Pago

402.11 Las cantidades aceptadas, medidas de acuerdo con la Subsección 402.10, serán pagadas al precio unitario de contrato, para las partidas listadas a continuación, que figuren dentro de los términos contractuales y de acuerdo con las siguientes consideraciones adicionales:

- (a) El pago determinado corresponderá a la compensación por los trabajos realizados en conformidad con esta Subsección.
- (b) De especificarse la calidad de la mezcla asfáltica de acuerdo con la Sección 401, se aplicará el criterio de pago de la Subsección 401.22.
- (c) De aplicarse especificaciones de calidad para la mezcla asfáltica distintas a las determinadas en la Sección 401, se pagará de acuerdo con el monto unitario de contrato siempre que todas los inconformidades respecto a la Tabla 402-1 hayan sido objeto de reparación satisfactoria por cuenta del contratista, según criterio de el Contratante.

Renglón de pago

Unidad de medida

40201	Mezcla de concreto asfáltico para pavimentación de obras misceláneas.	Tonelada métrica o metro cúbico de acuerdo con la sección típica.
-------	---	---

Tabla 402-1

Muestreo y ensayo

Material o producto	Propiedad o característica	Método de prueba o especificación	Frecuencia	Punto de muestreo
Pavimentación de obras misceláneas con mezcla asfáltica	Densidad en sitio	Densímetro nuclear o extracción de núcleos (1)	1 por cada 1000 metros cúbicos	En sitio, posterior a la colocación.

- (2) Cuando el Contratante requiera la extracción de núcleos, a partir de la capa compactada, se aplicará el método AASHTO T 230, método B los huecos correspondientes al muestreo de núcleos, se tapanán con mezcla asfáltica y se compactarán.

SECCION 403.) MEZCLA ASFÁLTICA RECICLADA PREPARADA EN PLANTA CENTRAL EN CALIENTE

Descripción

403.01 Este trabajo consiste en la construcción de una o más capas asfálticas usando mezcla asfáltica producida en planta central en caliente, considerando la incorporación de mezcla asfáltica recuperada y/o agregado reciclado, en conjunto con agregado nuevo, ligante asfáltico nuevo y agentes de reciclaje.

La granulometría del agregado en la mezcla (combinación de agregado recuperado y agregado nuevo), el grado del cemento asfáltico (combinación de cemento asfáltico recuperado y cemento asfáltico nuevo), y el tipo de aditivo de mejoramiento de adherencia, deberán estar en conformidad con las Tablas 703-14 a 703-16, la Subsección 702.01 y la Subsección 702.08, respectivamente.

Material

40301.02 De acuerdo con las siguientes Sub-Secciones:

Agregado (mezclas Marshall)	703.07
Agregado (mezclas SUPERPAVE)	703.17
Aditivo de mejoramiento de adherencia	702.08
Cemento asfáltico	702.01
Relleno mineral	725.05
Agente de reciclaje	702.06

Requerimientos para la construcción

403.03 Composición de la mezcla (dosificación de diseño). La mezcla de concreto asfáltico reciclada será preparada usando agregados recuperados, mezcla asfáltica recuperada, agregado nuevo, ligante asfáltico nuevo, agente de reciclaje y aditivos, que cumplan con los requisitos de la Tabla 703-4 y los parámetros de diseño (a), (b), (c) y (d) de la Tabla 401-1, Sub-Secciones 401.16, 401.17, 401.18 y 410.19. Se podrá usar hasta un 50 % de material recuperado en la mezcla asfáltica, determinado como porcentaje de peso de mezcla recuperada respecto al peso total de mezcla.

Se requiere que el suministro de la dosificación de diseño (contenido de asfalto total por peso total de mezcla, contenido de asfalto recuperado por peso total de mezcla, el contenido de asfalto nuevo por peso total de mezcla, el contenido de agente de reciclaje por peso total de mezcla, y el contenido de mezcla recuperada por peso total de mezcla, granulometría sean dos al menos 30 días antes del inicio de la producción. Para cada dosificación de diseño, se deberán suministrar muestras de acuerdo con la Subsección 401.03, así como la siguiente información:

(a) Muestras de la mezcla asfáltica recuperada, muestras del agregado recuperado y agentes de reciclaje por incorporar, de acuerdo con la dosificación de diseño.

Cuando sea necesario suministrar una muestra del pavimento existente, se deberá escarificar hasta la profundidad de remoción en las áreas definidas por el Contratista. Se sustituirá la porción de pavimento removida con una mezcla de concreto asfáltico aprobada por el Contratante, que no deberá contener material recuperado del mismo proyecto.

(b) Fuentes de todos los tipos de material a recuperar.

(c) Informes de laboratorio para el ligante asfáltico recuperado, el nuevo ligante asfáltico y el agente de reciclaje, de manera que se demuestre el cumplimiento del grado requerido para la combinación de ligantes asfálticos, en las proporciones establecidas por la dosificación de diseño, de acuerdo con la Sección 702.01.

La dosificación de diseño deberá ser evaluada y su aprobación considerada, de acuerdo con la Subsección 401.03.

403.04 Planta de procesamiento de mezcla asfáltica reciclada. Las plantas asfálticas deberán ser modificadas en conformidad con la Subsección 401.04 y de acuerdo con las recomendaciones del fabricante respecto al procesamiento de mezcla asfáltica reciclada.

(a) Plantas de bache. Las plantas de bache deberán ser modificadas de manera que se permita la introducción de mezcla asfáltica reciclada en la mezcla asfáltica, usando métodos de conducción que eviten el contacto del ligante asfáltico recuperado con el secador. Se deberán diseñar tolvas de alimentación en frío, el sistema de conducción y las tolvas de alimentación especiales adyacentes al dosificador, en los casos donde se apliquen; con el propósito de evitar la segregación y acumulación de material asfáltico recuperado.

Se debe disponer el calentamiento del agregado nuevo y/o agregado recuperado (en caso de que se esté reciclando agregado de una capa

granular), a una temperatura tal que suficiente calor sea transferido a la mezcla asfáltica recuperada, para producir una mezcla con temperatura uniforme dentro del rango especificado para la dosificación de diseño.

(b) Plantas con tambor secador y mezclador. Las plantas con tambor secador y mezclador deberán ser acondicionadas para prevenir el contacto directo de la mezcla asfáltica recuperada con la llama del tambor secador y quemador, y para prevenir el sobrecalentamiento de la mezcla asfáltica reciclada.

403.05 Construcción. La pavimentación con mezcla asfáltica reciclada se hará de acuerdo con las Sub-Secciones 401.05 a 401.16. El material recuperado no incorporado en las obras será retirado de acuerdo con la Subsección 211.03.

403.06 Aceptación. El agente de reciclaje y el aditivo de mejoramiento de adherencia serán evaluados de acuerdo con las Sub-Secciones 106.02 y 106.03.

El ligante asfáltico será evaluado de acuerdo con las Sub-Secciones 106.04 y 702.09.

La construcción de capas de mezcla asfáltica reciclada en planta central en caliente será evaluada de acuerdo con las Sub-Secciones 106.02 y 106.04.

El contenido de asfalto, la granulometría del agregado, la densidad, la rugosidad superficial, las deflexiones medidas en la superficie del pavimento, la deformación permanente y la fatiga de la capa asfáltica serán evaluados de acuerdo con la Subsección 106.05.

Las propiedades de aceptación del agregado serán evaluadas de acuerdo con las Sub-Secciones 106.02 y 106.04. (Ver Tabla 403-1 para requisitos mínimos de muestreo y ensayo).

(a) Contenido de asfalto. Los límites de tolerancia del contenido de asfalto aprobado para la dosificación de diseño corresponden a +/- 0.50 % multiplicado por el resultado de sumar uno más la razón de peso de mezcla asfáltica reciclada, respecto al peso total de mezcla (redondeando a la décima -0.10 %- más cercana). (Ver categoría de aceptación de calidad en la Tabla 403-1).

Ejemplo: si se utiliza un 30 % de mezcla asfáltica reciclada, la desviación máxima tolerable respecto a la dosificación de diseño será $0.50 * (1,30) = 0.65\%$. Así, el rango de tolerancia será de +/- 0.70 % a partir del contenido de asfalto aprobado en la dosificación de diseño.

(b) Granulometría del agregado. Los límites de tolerancia de la granulometría correspondiente a la dosificación de diseño, son los indicados en la Tabla 703-4 multiplicados por el resultado de sumar uno más la razón de peso de mezcla asfáltica reciclada respecto al peso total de mezcla. Se requiere redondear el rango de tolerancia a la unidad porcentual entera más cercana, excepto en el caso del porcentaje de agregado pasando el tamiz No. 200, en que se debe redondear a la décima -0.10% más cercana. (Ver categoría de aceptación de calidad en la Tabla 403-1).

Ejemplo: si se utiliza un 30% de mezcla asfáltica reciclada, la desviación máxima tolerable para el porcentaje de agregado pasando el tamiz No. 200 respecto a la dosificación de diseño será $2.0 * (1.30) = 2.60\%$. Así, el rango de tolerancia será de $\pm 2.60\%$ a partir del porcentaje de agregado que pasa el tamiz No. 200 aprobado en la dosificación de diseño.

(c) Densidad en sitio. El límite inferior de tolerancia para la densidad en sitio es 92% de la densidad máxima teórica determinada a partir de AASHTO T 209. El límite superior de tolerancia para la densidad en sitio es 98% de la densidad máxima teórica determinada a partir de AASHTO T 209. En ambos casos se usará, como referencia para el cálculo de porcentaje de densificación, la densidad máxima teórica correspondiente a un muestreo aleatorio, para la producción de mezcla asfáltica correspondiente a la producción evaluada. La densidad en sitio será medida, para efectos de aceptación, en un plazo no mayor de 2 semanas posterior a la compactación. La categoría de pago en función de la calidad para densidad en sitio se indica en la Tabla 403-1.

(d) Rugosidad superficial del pavimento. La evaluación para pago deberá realizarse después de la corrección, por el contratista, de todos los defectos identificados. Los criterios de aceptación en función de la calidad para la rugosidad superficial, serán definidos por el Contratante para cada proyecto en particular. La categoría de pago en función de la calidad para rugosidad superficial se indica en la Tabla 403-1.

(e) Deflexiones medidas en la superficie del pavimento. La evaluación para pago deberá realizarse después de la corrección por el Contratista, de todos los defectos identificados. Los criterios de aceptación en función de la calidad para deflexión serán definidos por el Contratante para cada proyecto en particular. La categoría de pago en función de la calidad para deflexión se indica en la Tabla 403-1.

(f) Deformación permanente. Se aplica para mezcla asfáltica por colocaren capas diseñadas para una vida útil sobre tres millones de ejes equivalentes. La categoría de pago en función de la calidad para deformación permanente se indica en la Tabla 401-7. (La categoría de pago en función de la calidad para deformación permanente se indica en la Tabla 403-1).

(g) Fatiga. Se aplica a la mezcla asfáltica por colocar en capas diseñadas para una vida útil sobre tres millones de ejes equivalentes. La categoría de pago en función de la calidad para fatiga será definida de acuerdo con el criterio establecido por el Contratante para cada proyecto en particular. La categoría de pago en función de la calidad para fatiga se indica en la Tabla 403-1.

Medida

403.07 Se medirá la mezcla de concreto asfáltico con material recuperado, ligante asfáltico nuevo, relleno mineral, agente de reciclaje y aditivo de mejoramiento de adherencia, por tonelada métrica o por metro cúbico, según defina el Contratante para cada proyecto en particular.

La escarificación será medida en conformidad con la Sección 413.

**Tabla 403-1
Muestreo y ensayo**

Material o producto	Propiedad o característica	Categoría	Método de prueba o especificación	Frecuencia	Punto de muestreo
Capa de superficie de concreto asfáltico procesado en planta en caliente, Con material recuperado.	Contenido de asfalto	I	FLH T 516, FLH T 517, o AASHTO T 164	1 cada 500 Toneladas	Después de la colocación, antes de la compactación
	Granulometría (1) 4.75 mm 600µm 75mm Otros tamices especificados	I II I II	AASHTO T 30 (4)	1 cada 500 Toneladas	Después de la colocación, antes de la Compactación
	Densidad en núcleos (2)	I	AASHTO T 166 y AASHTO T 209,	1 cada 500 Toneladas	En sitio, no más de dos semanas después de la compactación
	Rugosidad superficial (3)	I	A definir por el Contratante	Sub-lotes de 0.1 m a lo largo de todo el proyecto	En sitio, posterior a la compactación
	Deflexión en la superficie del pavimento (3)	I	A definir por el Contratante	Sub-lotes de 0.1 m a lo largo de todo el proyecto	En sitio, posterior a la compactación
	Deformación permanente (4)	I	En sitio, posterior a la compactación	A definir por el Contratante	A definir por el Contratante
	Fatiga (4)	I	En sitio, posterior a la compactación	A definir por Administración	A definir por Administración

- 1) Usar sólo los tamices requeridos por las especificaciones de granulometría.
- 2) Cortar núcleos del pavimento compactado, de acuerdo con AASHTO T 230, método B. Llenar y compactar el hoyo correspondiente al muestreo con mezcla de concreto asfáltico.
- 3) Se aplica sólo a capas de superficie, de acuerdo con el contrato.
- 4) Para mezcla asfáltica por aplicar en capas asfálticas con vida útil de más de tres millones de ejes equivalentes.

Pago

403.08 Las cantidades aceptadas por el Contratante, medidas de acuerdo con la Subsección 401.18, serán pagadas por ítem, según el precio de contrato, excepto en el caso de las capas de mezcla asfáltica con material recuperado, cuyo precio unitario de contrato será ajustado de acuerdo con las Sub-Secciones 106.05 y 109.05. El pago corresponderá a la compensación por los trabajos realizados de acuerdo con esta Sección.

El pago para capas de mezcla asfáltica procesada en planta central en caliente con material recuperado, será el producto del precio unitario del contrato y el factor de pago.

El factor de pago por aplicar será, según criterio de el Contratante, alguno de los dos siguientes:

(a) El factor de pago más bajo determinado a partir de los criterios definidos en la Subsección 403.06.

(b) El promedio ponderado de los factores de pago por criterio individual, de la Subsección 403.06, de acuerdo con los factores de ponderación definidos por el Contratante para un proyecto en particular.

El pago se realizará como sigue:

Renglón de pago		Unidad de medida
40301	Capa de concreto asfáltico reciclado preparado en planta central en caliente (se debe especificar clase, grado y tipo de rugosidad superficial), diseñado por la metodología Marshall	Tonelada métrica o metro cúbico, de acuerdo con la sección típica
40302	Concreto asfáltico reciclado para bacheo preliminar y capa de nivelación (se debe especificar clase y grado)	Tonelada métrica o metro cúbico, de acuerdo con la sección típica

40303	Ligante asfáltico (se debe especificar el grado)	Tonelada métrica o metro cúbico
40304	Relleno mineral	Tonelada métrica o metro cúbico
40305	Agente de reciclado	Tonelada métrica o metro cúbico
40306	Aditivo anti-desnudante (se debe especificar el tipo)	Tonelada métrica o metro cúbico
40307	Capa de concreto asfáltico reciclado preparado en planta central en caliente (se debe especificar clase, grado y tipo de rugosidad superficial), diseñado por la metodología SUPERPAVE	Tonelada métrica o metro cúbico, de acuerdo con la sección típica

El Contratante definirá el criterio de unidad de medida correspondiente a cada proyecto ya sea por tonelada métrica o por metro cúbico. Así mismo, definirá la sección típica en los casos en que el pago sea por metro cúbico de acuerdo con la sección típica.

SECCION 404.) MEZCLA ASFÁLTICA DE GRADUACIÓN ABIERTA PARA CAPAS DE RUEDO

Descripción

404.01 Este trabajo consiste en la construcción de una capa de ruedo de concreto asfáltico con graduación abierta, procesado en planta central en caliente.

Las características correspondientes al ligante asfáltico no modificado se describen en la Subsección 702.01.

Las características y clasificación de los aditivos mejoradores de adherencia se presentan en la Subsección 702.08.

Materiales

404.02 De conformidad con las siguientes Sub-Secciones:

Agregado	703.08
Aditivo mejorador de adherencia	702.08
Cemento asfáltico no modificado	702.01

Requisitos para la construcción

404.03 Composición de la mezcla asfáltica (dosificación de diseño). Se diseñará la mezcla asfáltica de graduación abierta para capas de ruedo de acuerdo con el procedimiento de diseño en Federal Highway Administration; Technical Advisory T 5040.31; Open graded friction courses, de diciembre de 1990, o por otro método aprobado por el Contratante. La granulometría de diseño deberá cumplir con las especificaciones de la Tabla 703-4 (columna F). Se reportará la temperatura de mezclado y de colocación.

La dosificación de diseño deberá ser presentada por escrito, con una anticipación de al menos 21 días de previo al inicio de la producción de la planta asfáltica. Se suministrará la información definida en la Subsección 401.03. Se suministrarán las muestras definidas en la Subsección 401.03. La dosificación de diseño será considerada para aprobación de acuerdo con la Subsección 401.03.

404.04 Plantas procesadoras y pavimentadores. Deberá utilizarse una planta procesadora de acuerdo con los requisitos de la Subsección 401.04. Deberán utilizarse pavimentadores de acuerdo con los requisitos de la Subsección 401.05.

404.05 Preparación de la superficie. La superficie se preparará de acuerdo con la Subsección 401.06.

404.06 Limitaciones ambientales. La capa asfáltica deberá aplicarse en una superficie de apoyo seca, cuando la temperatura ambiental, a la sombra, sea igual o superior a 13°C, y cuando la temperatura en la superficie a pavimentar sea igual o superior a 16°C. Deberá detenerse la pavimentación si cualquiera de los requisitos mencionados anteriormente deja de cumplirse.

404.07 Preparación y mezclado. Se deberán preparar y mezclar los materiales, y aplicar los controles respectivos, de acuerdo con las Subsecciones 401.08 a 401.10, con la única excepción de que la temperatura del agregado introducido en el tambor mezclador no deberá exceder la temperatura óptima de mezcla, establecida en conjunto con la dosificación de diseño (Subsección 404.03).

404.08 Transporte, colocación y terminado. Se construirá la capa de ruedo con concreto asfáltico de graduación abierta de acuerdo con las Subsecciones 401.11 a 401.13, con la única excepción de que la temperatura de la mezcla durante la colocación deberá estar dentro del rango reportado en conjunto con la dosificación de diseño (Subsección 404.03).

Para minimizar el drenaje de cemento asfáltico, se deberá descargar la mezcla en el paivmentador dentro de un plazo de 1.5 horas, luego de cargada la vagoneta.

404.09 Compactación. La mezcla asfáltica será compactada en paralelo a la línea de centro, comenzando por el extremo exterior de la capa y acercándose progresivamente al centro de la calzada. Se utilizará un compactador con rodillo de acero de manera que al ser operado no deberá determinar ninguna ondulación o distorsión en la superficie bajo el rodillo. En curvas con superelevación, se realizará la compactación del punto de menor elevación al de mayor elevación. Se limitarán las pasadas de rodillo a aquellas necesarias para consolidar la capa asfáltica y lograr una buena adherencia con la estructura de soporte.

Se deberá proveer una superficie lisa y uniforme de acuerdo con la Subsección 402.08.

404.10 Juntas y limpieza. Las juntas de construcción longitudinales y transversales serán construidas de acuerdo con los lineamientos definidos por El Contratante, debiendo, en todo momento, utilizarse cortes verticales y sellarse de manera que se impida la entrada de humedad. Se protegerá la capa asfáltica compactada de la circulación de tránsito hasta que haya desarrollado suficiente resistencia para resistir la abrasión, desprendimientos y desgaste.

404.11 Aceptación. El relleno mineral y el aditivo mejorador de adherencia serán evaluados de acuerdo con las Sub-Secciones 106.02 y 106.03.

El ligante asfáltico no modificado será evaluado de acuerdo con las Sub-Secciones 106.04 y 702.09.

La construcción de capas de ruedo con mezcla asfáltica de graduación abierta será evaluada de acuerdo con las Sub-Secciones 106.02 y 106.04.

El contenido de asfalto y la granulometría serán evaluados de acuerdo con la Subsección 106.05.

Las propiedades de aceptación del agregado serán evaluadas de conformidad con las Sub-Secciones 106.02 y 106.04. Ver la Tabla 404-1 para requisitos mínimos de muestreo y ensayo.

(a) Contenido de asfalto. Los límites de tolerancia a partir de la dosificación de diseño aprobada serán de +/- 0.5 %. La categoría de pago en función de la calidad para el parámetro de contenido de asfalto se indica en la Tabla 404-1.

(b) Granulometría del agregado. Los límites de tolerancia a partir de la dosificación de diseño aprobada se presentan en la Tabla 703-4 (columna F). La categoría de pago en función de la calidad para granulometría se indica en la Tabla 404-1.

Medición

404.12 La unidad de medición para mezcla asfáltica de graduación abierta para capa de ruedo será la **tonelada métrica**.

Pago

404.13 Las cantidades aceptadas, medidas de acuerdo con la Subsección 404.12, serán pagadas según el precio de contrato, por unidad de medida, para los renglones de pago indicados en los términos del contrato, excepto en el caso de las capas de ruedo con mezcla asfáltica de graduación abierta, cuyo precio unitario de contrato será ajustado de acuerdo con la Subsección 106.05. El

pago corresponderá a la compensación por los trabajos realizados de acuerdo con esta Sección. Ver Subsección 109.05.

El pago para capas de ruedo de mezcla asfáltica de graduación abierta será el producto del precio unitario del contrato y el factor de pago. El factor de pago a aplicar será el factor de pago más bajo determinado a partir de la evaluación de contenido de asfalto o cualquier tamiz individual utilizado para evaluar la granulometría del agregado.

El pago se realizará de acuerdo con:

Reglón de pago		Unidad de medida
40401	Capa de ruedo con mezcla asfáltica de graduación abierta preparada en planta central en caliente	Tonelada métrica
40402	Ligante asfáltico no modificado (se debe especificar el grado)	Tonelada métrica
40403	Aditivo de mejoramiento de adherencia (se debe especificar el tipo)	Tonelada métrica

Tabla 404-1
Muestreo y ensayo

Material o producto	Propiedad o característica	Categoría	Método de prueba o especificación	Frecuencia	Punto de muestreo
Capa de ruedo con mezcla asfáltica de graduación abierta, procesada en planta en caliente.	Contenido de asfalto	1	AASHTO T 164	1 cada 250 Toneladas	Tolva receptora del pavimentador, posterior a la descarga de la vagoneta.
	Granulometría (1) 4.75 mm 75µm Otros tamices especificados	I I II	ASHTO T 30	1 cada 250 Toneladas	Tolva receptora del pavimentador, posterior a la descarga de la vagoneta.

5) Utilizar sólo los tamices requeridos por las especificaciones de granulometría.

SECCION 405.) MEZCLA ASFÁLTICA PARA CAPAS DE BASE

Descripción

405.01 Este trabajo consiste en la construcción de una o más capas asfálticas de base, procesada en planta central en caliente.

La granulometría para capas asfálticas de base está designada en la Tabla 703-2.

Las características correspondientes al ligante asfáltico no modificado se describen en la Subsección 702.01.

Las características y clasificación de los aditivos mejoradores de adherencia se presenta en la Subsección 702.08.

Materiales

405.02 De conformidad con las siguientes Sub-Secciones:

Agregado	703.05
Aditivo mejorador de adherencia	702.08
Cemento asfáltico no modificado	702.01
Relleno mineral	725.05

Requisitos para la construcción

405.03 Composición de la mezcla asfáltica (dosificación de diseño). Se diseñará una mezcla de agregado, cemento asfáltico y aditivos que cumpla con los requisitos de granulometría de la Tabla 703-2, y con los requisitos (a), (b) y (c) de la Tabla 401-1, exceptuando el contenido de vacíos en la mezcla que podrá estar entre 3.0 y 8.0 %.

La dosificación de diseño deberá ser presentada por escrito, con una anticipación de al menos 21 días de previo al inicio de la producción de la planta asfáltica. Se suministrará la información definida en la Subsección 401.03. Se suministrarán las muestras definidas en la Subsección 401.03. La dosificación de diseño será considerada para aprobación de acuerdo con la Subsección 401.03.

405.04 Plantas procesadoras. Deberá utilizarse una planta procesadora de mezcla asfáltica en caliente de acuerdo con los requisitos de la Subsección 401.04, excepto en:

- (a) Para mezcladoras de bache, la única acción de cribado requerida es la eliminación del sobre-tamaño.
- (b) No se requiere la separación de las tolvas de alimentación para agregados de apilamiento.
- (c) Para mezcladoras continuas, no se requiere contar con dos o más apilamientos de agregado.

405.05 Construcción. Se preparará la superficie de soporte para la capa de base de acuerdo con la Subsección 303.07. Se construirá la capa de base de acuerdo con las Sub-Secciones 401.05 a 401.15. Se proveerá una superficie lisa y uniforme de acuerdo con la Subsección 402.08.

405.06 Aceptación. El relleno mineral y el aditivo mejorador de adherencia serán evaluados de acuerdo con las Sub-Secciones 106.02 y 106.03.

El ligante asfáltico no modificado será evaluado de acuerdo con las Sub-Secciones 106.04 y 702.09.

La construcción de capas de base con mezcla asfáltica será evaluada de acuerdo con las Sub-Secciones 106.02 y 106.04.

El contenido de asfalto, la granulometría y la densidad de la capa compactada serán evaluados de acuerdo con la Subsección 106.05.

Las propiedades de aceptación del agregado serán evaluadas de conformidad con las Sub-Secciones 106.02 y 106.04. Ver la Tabla 405-1 para requisitos mínimos de muestreo y ensayo.

(a) Contenido de asfalto. Los límites de tolerancia a partir de la dosificación de diseño aprobada serán de +/- 0.5 %. La categoría de pago en función de la calidad para el parámetro de contenido de asfalto se indica en la Tabla 405-1.

(b) Granulometría del agregado. Los límites de tolerancia a partir de la dosificación de diseño aprobada se presentan en la Tabla 703-2. La categoría de pago en función de la calidad para granulometría se indica en la Tabla 405-1.

(c) Densidad en sitio. El límite inferior de tolerancia para la densidad es 90 % de la densidad máxima teórica determinada a partir de AASHTO T 209 como parte de la evaluación para la dosificación de trabajo especificada en la Subsección 405.03. La categoría de pago en función de la calidad para densidad en sitio se indica en la Tabla 405-1.

Medición

405.07 La unidad de medición para mezcla asfáltica de base, ligante asfáltico, relleno mineral y aditivo mejorador de adherencia será la **tonelada métrica**.

Pago

405.08 Las cantidades aceptadas, medidas de acuerdo con la Subsección 405.07, serán pagadas según el precio de contrato, por unidad de medida, para los renglones de pago indicados en los términos del contrato, excepto en el caso de las capas de base con mezcla asfáltica, cuyo precio unitario de contrato será ajustado de acuerdo con la Subsección 106.05. El pago correspondiente corresponderá a la compensación por los trabajos realizados de acuerdo con esta Sección. Ver Subsección 109.05.

El pago para capas de base con mezcla asfáltica será el producto del precio unitario del contrato y el factor de pago. El factor de pago a aplicar será el factor de pago más bajo determinado a partir de la evaluación de contenido de asfalto, densidad en sitio o cualquier tamiz individual utilizado para evaluar la granulometría del agregado.

El pago se realizará de acuerdo con:

Renglón de pago		Unidad de medida
40501	Capa de base con mezcla asfáltica (se debe especificar la granulometría)	Tonelada métrica
40502	Ligante asfáltico no modificado (se debe especificar el grado)	Tonelada métrica
40503	Relleno mineral	Tonelada métrica
40504	Aditivo de mejoramiento de adherencia (se debe especificar el tipo)	Tonelada métrica

Tabla 405-1

Muestreo y ensayo

Material o producto	Propiedad o característica	Categoría	Método de prueba o especificación	Frecuencia	Punto de muestreo
Capa de base con mezcla asfáltica, procesada en planta en caliente.	Contenido de asfalto	1	AASHTO T 164	1 cada 500 Toneladas	Posterior a la colocación, de previo a la compactación
	Granulometría (1)		ASHTO T 30	1 cada 500 Toneladas	Posterior a la colocación, de previo a la compactación
	9.5 mm	1			
	4.75 mm	I			
	75µm	I			
	Otros tamices especificados	II			
	Densidad (a partir de núcleos) (2)	I	AASHTO T166 / AASHTO T209	1 cada 500 Toneladas	En sitio, posterior a la compactación

- (1) Utilizar sólo los tamices requeridos por las especificaciones de granulometría.
- (2) Obtener los núcleos en la capa compactada, de acuerdo con AASHTO T230 (método B). Llenar y compactar los orificios de las muestras con mezcla asfáltica para base.

SECCION 406.) MEZCLA ASFÁLTICA DE GRADUACIÓN DENSA CON ASFALTO EMULSIFICADO

Descripción

406.01 Este trabajo consiste en la construcción de una o más capas con mezcla asfáltica de graduación densa con asfalto emulsificado.

La granulometría para capas asfálticas de graduación densa con asfalto emulsificado está designada en la Tabla 703-5.

Las características correspondientes al asfalto emulsificado se describen en la Subsección 702.03.

Materiales

406.02 De conformidad con las siguientes Sub-Secciones:

Agregado	703.09
Gravilla	703.13
Asfalto emulsificado	702.03
Relleno mineral	725.05
Agua	725.01

Requisitos para la construcción

406.03 Composición de la mezcla asfáltica (dosificación de diseño). Se diseñará una mezcla de agregado, asfalto emulsificado, aditivos y/o agua que cumpla con los requisitos de granulometría de la Tabla 703-5, y con los requisitos (a), (b) y (c) de la Tabla 406-1.

La dosificación de diseño deberá ser presentada por escrito, por el contratista, con una anticipación de al menos 21 días de previo al inicio de la producción de la planta asfáltica. Se suministrará la siguiente información:

(a) Agregados.

- (1) Porcentaje de agregado pasando cada tamiz especificado, para la dosificación de diseño.
- (2) Porcentaje de dosificación de los agregados de apilamiento a utilizar.
- (3) Granulometría promedio de cada apilamiento a utilizar.
- (4) Muestras representativas de cada apilamiento a utilizar, en cantidad proporcional a la dosificación de diseño, de manera que en total representen un peso combinado de 300 kg.

(b) Asfalto emulsificado.

- (1) Porcentaje de asfalto emulsificado a ser incorporado, por peso total de mezcla; incluyendo el contenido de asfalto residual correspondiente.
- (2) Temperatura de mezclado aplicable para el asfalto emulsificado, de acuerdo con la Tabla 702-1.
- (3) Origen del asfalto emulsificado, incluyendo una muestra de 20 litros. Se entregará la muestra de asfalto emulsificado en contenedores plásticos.

(c) Aditivos. Se suministrará una muestra de 25 kg para cada aditivo sólido (cal, cemento Portland, relleno mineral, ceniza volante, etc.).

(d) Agua. Se reportará el porcentaje de agua que debe ser incorporado, con base en el peso total de mezcla.

La dosificación de diseño será presentada para la evaluación de su aprobación por el Contratante, de acuerdo con la Subsección 406.03.

Tabla 406-1

Requerimientos para mezcla asfáltica con granulometría densa y asfalto emulsificado

Parámetros de diseño (i)	Especificación	Procedimiento de ensayo
Recubrimiento (%), mínimo (1) Capa de base (2) Capa de ruedo	50 75	Visual (ii)
(e) Resistencia (iii) R_i a 22.8 +/- 3°C (1) Cura temprana (iv), mínimo (2) Cura total y condicionamiento con humedad (v), mínimo	70 78	(iii)
(f) Estabilidad Marshall (kN) (1) Mínimo a 22.2 +/- 1°C (2) Estabilidad retenida (vi) (%), mínimo		
	2.22 50	AASHTO T 245

(i) De acuerdo con Instituto del Asfalto; Manual Series No. 19 (MS-19).

(ii) Se debe evaluar la mezcla posterior al secado de superficie, cuantificando el porcentaje de partículas recubiertas.

(iii) $R_i = R + 0.05 C$

Donde:

R = valor de resistencia (AASHTO T 190).

C = valor de cohesiómetro (AASHTO T 246)

(iv) Curado en molde durante 24 horas a la temperatura especificada.

(v) Curado en molde durante 72 horas a la temperatura especificada y con desecación de vacío.

(vi) Después de saturación de vacíos e inmersión.

406.04 Plantas procesadoras. Deberá utilizarse una planta procesadora de mezcla asfáltica de bache o de tambor mezclador (continua), equipada con un sistema de dosificación por peso o volumen, capaz de proveer control preciso en la cantidad de cada material a incorporar en la mezcla.

La incorporación del asfalto emulsificado, aditivos y agua deberá permitir la dosificación uniforme con el agregado. Se deberá utilizar equipo de conformidad con AASHTO M 156 para el transporte del asfalto emulsificado. Se utilizarán bombas de desplazamiento para controlar el flujo de asfalto emulsificado. Se proveerán instalaciones para el almacenamiento seco de los aditivos.

406.05 Preparación de la superficie. Se preparará la superficie de acuerdo con la Subsección 401.06.

406.06 Limitaciones ambientales. La capa de mezcla asfáltica con asfalto emulsificado deberá aplicarse en una superficie de apoyo seca, sin congelamiento, cuando la temperatura del aire, en la sombra, esté al menos sobre 10°C y cuando la temperatura de la superficie de la capa de apoyo esté al menos sobre 4°C.

No deberá colocarse mezcla asfáltica preparada con asfalto emulsificado cuando haya posibilidades de neblina, lluvias, lloviznas, congelamiento, o temperaturas por debajo de 2°C, durante las 24 horas posteriores a la colocación de la capa.

406.07 Mezclado, transporte, colocación, compactación y terminado. Se construirá la capa de mezcla asfáltica con granulometría densa y asfalto emulsificado de acuerdo con las Sub-Secciones 401.10 a 401.15, excepto en:

(a) Se incorporará lo siguiente a la Subsección 401.10:

- (1)** Cuando se mezcle el agregado con el asfalto emulsificado, se mantendrá la temperatura del agregado entre 16 y 80°C.
- (2)** Se mantendrá la temperatura del asfalto emulsificado dentro del rango aprobado (Subsección 406.03).
- (3)** Se combinará y secará la combinación de agregado de apilamientos de acuerdo con la dosificación de diseño por un período suficiente para proveer una granulometría uniforme. Se incorporarán los aditivos y agua antes que el asfalto emulsificado. Se mezclará el material hasta que las partículas estén uniformemente recubiertas y se aprecie: a) un color uniforme en la mezcla, y b) distribución uniforme de agregado grueso y fino.

(b) Se incorporará lo siguiente a la Subsección 401.14.

Se compactará cuando el contenido de fluidos (asfalto emulsificado y agua) esté dentro de un rango de +/- 2 % del contenido óptimo de fluidos, de acuerdo con la dosificación de diseño, debiéndose dar, simultáneamente, un contenido de asfalto residual dentro de un rango de tolerancia de +/- 0.75 %, respecto al establecido en la dosificación de diseño (Subsección 406.03). Se utilizará un compactador con rodillo de acero, con un peso de al menos 8 toneladas métricas, para la compactación inicial; y un compactador con llantas de hule con presión de inflado en las llantas de menos de 275 kPa, para la compactación intermedia.

Se proveerá una superficie uniforme, de acuerdo con la Subsección 402.08. Se corregirán las áreas defectivas mediante la remoción o la incorporación de material adicional, con recompactación.

Cuando se permita el tránsito sobre una capa recién compactada, se distribuirá gravilla sobre las áreas donde se vaya a dar la circulación de vehículos o donde se puedan dar desprendimientos de agregado en la mezcla.

Se permitirá que la superficie cure por no menos de 10 días, antes que la capa asfáltica de graduación densa con asfalto rebajado sea cubierta con la capa superior, correspondiente a la estructura de pavimento en construcción. Durante este período se mantendrá la superficie libre de corrugaciones; se taparán todos los baches que se desarrollen, con mezcla asfáltica aprobada por el Contratante. Se removerá el exceso de gravilla, polvo u otras sustancias contaminantes, antes de la colocación de capa superior.

406.08 Aceptación. El relleno mineral y el aditivo mejorador de adherencia serán evaluados de acuerdo con las Sub-Secciones 106.02 y 106.03.

El asfalto emulsificado será evaluado de acuerdo con las Sub-Secciones 106.04 y 702.09.

La construcción de capas asfálticas con granulometría densa y asfalto emulsificado será evaluada de acuerdo con las Sub-Secciones 106.02 y 106.04.

El contenido de asfalto residual y la granulometría serán evaluados de acuerdo con la Subsección 106.05.

La densidad en sitio y otras propiedades de aceptación del agregado serán evaluadas de conformidad con las Sub-Secciones 106.02 y 106.04. Ver la Tabla 406-2 para los requisitos mínimos de muestreo y ensayo.

(a) Contenido de asfalto residual. Los límites de tolerancia a partir de la dosificación de diseño aprobada serán de +/- 0.75 %. La categoría de pago en función de la calidad para el parámetro de contenido de asfalto se indica en la Tabla 406-2.

(b) Granulometría del agregado. Los límites de tolerancia a partir de la dosificación de diseño aprobada se presentan en la Tabla 703-5. La categoría de pago en función de la calidad para granulometría se indica en la Tabla 406-2.

Medición

406.09 Se medirá la mezcla asfáltica con graduación densa y asfalto rebajado; el asfalto emulsificado; y el relleno mineral, por **tonelada métrica**. No se ajustarán los pesos de balanza de la mezcla en función del contenido de asfalto emulsificado, contenido de humedad y aditivos.

Pago

406.10 Las cantidades aceptadas, medidas de acuerdo con la Subsección 406.09, serán pagadas según el precio de contrato, por unidad de medida, para los renglones de pago indicados en los términos del contrato, excepto en el caso de las capas con mezcla asfáltica de graduación densa y asfalto rebajado, cuyo precio unitario de contrato será ajustado de acuerdo con la Subsección 106.05. El pago corresponderá a la compensación por los trabajos realizados de acuerdo con esta Sección. Ver Subsección 109.05.

El pago para capas asfálticas de graduación densa y asfalto rebajado será el producto del precio unitario del contrato y el factor de pago. El factor de pago a aplicar será el factor de pago más bajo determinado a partir de la evaluación de contenido de asfalto, densidad en sitio o cualquier tamiz individual utilizado para evaluar la granulometría del agregado.

El pago se realizará de acuerdo con:

Renglón de pago		Unidad de medida
40601	Capa de mezcla asfáltica con graduación densa y asfalto emulsificado (se debe especificar la granulometría)	Tonelada métrica
40602	Asfalto emulsificado (se debe especificar el grado)	Tonelada métrica
40603	Relleno mineral	Tonelada métrica

Tabla 406-2

Muestreo y ensayo

Material o producto	Propiedad o característica	Categoría	Método de prueba o especificación	Frecuencia	Punto de muestreo
Capa de mezcla asfáltica de graduación densa y asfalto emulsificado	Contenido de asfalto	I	AASHTO T 164	1 cada 500 Toneladas	Posterior a la colocación, de previo a la compactación
	Granulometría (1)		ASHTO T 30	1 cada 500 Toneladas	Posterior a la colocación, de previo a la compactación
	4.75 mm	I			
	2.36 mm	II			
	75µm	I			
	Otros tamices especificados	II			
	Densidad (a partir de núcleos) (2)	I	AASHTO T166 / AASHTO T209	1 cada 500 Toneladas	En sitio, posterior a la compactación

(1) Utilizar sólo los tamices requeridos por las especificaciones de granulometría.

(2) Obtener los núcleos en la capa compactada, de acuerdo con AASHTO T230 (método B). Llenar y compactar los orificios de las muestras con mezcla asfáltica con graduación densa y asfalto emulsificado.

SECCION 407.) MEZCLA ASFÁLTICA DE GRADUACIÓN ABIERTA PREPARADA EN FRÍO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA

Descripción

407.01 Este trabajo consiste en la construcción de una o más capas de mezcla asfáltica de graduación abierta preparada en frío con emulsión asfáltica. Esta sección aplica para capas de base o para capas de ruedo.

La designación para el agregado en una mezcla asfáltica de graduación abierta preparada en frío con emulsión asfáltica se presenta en la Tablas 703-6.

El grado de la emulsión asfáltica corresponderá a la designación de la Subsección 702.03. Corresponderá al Contratante el definir el tipo de asfalto emulsificado.

Materiales

407.02 De conformidad con las siguientes Sub-Secciones:

Agregado	703.09
Material de secado	703.12
Emulsión asfáltica	702.03
Agua	725.01

Requisitos para la construcción

407.03 Composición de la mezcla asfáltica (dosificación de diseño). Se presentará la dosificación correspondiente a una mezcla de agregado, emulsión asfáltica, aditivos y/o agua que cumpla con los requisitos de granulometría de la Tabla 703-6 y los parámetros de diseño de la Tabla 407-1.

El Contratista suministrará la dosificación de diseño, para su aprobación por el Contratante, al menos 21 días antes del inicio de los trabajos. El método de selección de la dosificación de diseño será establecido por el Contratante. Se deberá presentar la información requerida de acuerdo con la Subsección 406.03,

debiendo, además, indicar el porcentaje de agua a incorporar en la mezcla (si aplica); deberá definirse un máximo contenido de humedad aproximado a la condición saturada superficie seca del agregado, determinada de acuerdo con AASHTO T 85.

La dosificación de diseño será evaluada y su aprobación considerada, por el Contratante, de acuerdo con la Subsección 401.03.

Tabla 407 – 1

Requisitos de aceptación para mezcla asfáltica de graduación abierta preparada en frío con emulsión asfáltica

Parámetros de diseño ⁽¹⁾	Especificación	Procedimiento de ensayo
(a) Recubrimiento, porcentaje mínimo (%)		Visual ⁽²⁾
Capa de base	50	
Capa de ruedo	75	
Escurrecimiento (Run off), porcentaje de asfalto residual máximo (%)	0.5	
Lavado (wash off), porcentaje de asfalto residual máximo (%)	0.5	
Combinado (Escurrecimiento y lavado), porcentaje máximo (%)	0.5	

(1) Referencia – Instituto del Asfalto, Manual Serie No. 19 (MS – 19).

(2) Evaluar la mezcla después del secado superficial, determinando el porcentaje de partículas superficiales recubiertas.

407.04 Planta de mezclado. El Contratista podrá utilizar un tambor mezclador estacionario, una planta de bache, una planta de tambor secador y mezclador, o una planta continua, equipados con un sistema de dosificación por peso, o volumétrico, siempre que sea capaz de proveer un adecuado control de la cantidad de material ingresando en el mezclador, de conformidad con lo requerido por el Contratante.

Se utilizará una planta de mezclado que permita la variación en los tiempos de mezclado de 5 a 30 segundos, y que inyecte la emulsión asfáltica en la mezcla mediante un sistema de flujo y no como una aplicación de aspersion.

Se ubicará la planta de mezclado tan cerca del proyecto como sea práctico, a criterio del Contratista.

407.05 Preparación de la superficie. Se preparará la superficie de acuerdo con la Subsección 401.06.

409.07 Limitaciones ambientales. Se cumplirán los requisitos de la Subsección 406.06.

407.07 Mezclado. Se introducirá el material en la planta de mezclado de acuerdo con la dosificación de diseño aprobada por el contratante. Se controlará el contenido de humedad en el agregado de los apilamientos, de manera que el contenido de humedad máximo de la dosificación de diseño no sea excedido. Se mezclará hasta lograr un recubrimiento uniforme del 70 al 95 %; determinado a partir de la inspección visual.

407.08 Transporte, distribución y acabado. El Contratista deberá utilizar vehículos de transporte de conformidad con la Subsección 401.11. Se iniciará la colocación en el estacionamiento más alejado respecto a la planta de mezclado y se progresará en dirección hacia la planta. Se minimizará la circulación de vehículos de transporte sobre las capas de material previamente colocadas y no habrá circulación alguna de tránsito hasta que la capa esté compactada. Se eliminarán los restos de ligante asfáltico producto de derrames de los vehículos de transporte sobre las capas previamente construidas, en una base diaria.

Se colocará la mezcla por medio de pavimentadoras, que deberán ser conformes con la Subsección 401.05. Se distribuirá, nivelará y terminará la mezcla asfáltica a la pendiente y elevación necesaria para cumplir con el espesor definido por el Contratante. Se identificarán y tratarán las juntas longitudinales de acuerdo con la Subsección 401.13.

Se limpiará el pavimentador inmediatamente después de su uso fuera del área de trabajo. Se limpiará únicamente en los puntos donde la mezcla asfáltica no es descargada.

407.09 Compactación. Se compactará cuando el contenido fluido (emulsión asfáltica y agua) esté dentro de un rango de +/- 2 % del contenido óptimo de fluido de la dosificación de diseño y cuando el contenido de asfalto residual esté dentro de un rango de +/- 0.5 % del correspondiente a la dosificación de diseño aprobada por el Contratante. Se compensará cualquier deficiencia en el contenido de asfalto residual mediante la aplicación de un sello asfáltico (Subsección 407.10), de conformidad con el Contratante.

El Contratista dispondrá de los compactadores requeridos para obtener la densificación sin desplazamiento superficial, agrietamiento o corrugación en la capa colocada; en cuanto a cantidad, peso y tipo. Los compactadores se utilizarán a una velocidad uniforme inferior a 5 km/h, con las llantas de propulsión en la posición más cercana al pavimento.

Se corregirá cualquier deformación plástica relacionada con el cambio de dirección del compactador, o con otras causas, de inmediato a su manifestación; se utilizarán rastrillos y mezcla asfáltica fresca para realizar dichas correcciones. No deberá alterarse el alineamiento y pendiente de los bordes de capa, cuando se hagan correcciones.

Se iniciará la compactación en los lados y se progresará de forma paralela a la línea de centro. Se traslapará cada franja compactada en un ancho equivalente a la mitad del ancho del rodillo compactador, progresando gradualmente hacia la corona de la sección transversal. En curvas peraltadas, se iniciará la compactación en el extremo de menor elevación, progresando hacia el extremo de mayor elevación, traslapando pasadas de rodillo paralelas a la línea de centro.

Se aplicará un mínimo de 3 pasadas completas de rodillo (ida y vuelta), usando un compactador sin vibración, de dos rodillos, y con un peso mínimo de 8 toneladas métricas, para la densificación inicial.

Inmediatamente después de la densificación preliminar, el Contratista aplicará el material de secado, utilizando un distribuidor diseñado para la aplicación uniforme de un material granular fino. Se distribuirá el agregado de secado a una tasa de 1.7 a 3.2 kg por metro cuadrado.

Se aplicará un mínimo de 2 pasadas completas, para la densificación intermedia, utilizando un compactador de llantas con neumáticos, con una presión de inflado de aproximadamente 275 kPa, para la densificación intermedia. Se deberá obtener una superficie de textura uniforme, con el mínimo de vacíos.

Se utilizará un compactador con dos llantas de acero, sin vibración, para la densificación final. Se continuará densificando hasta que todas las marcas de rodillo hayan sido eliminadas.

Se construirá una superficie suave, de acuerdo con la Subsección 402.08. Se corregirán las áreas defectuosas mediante la remoción, o la incorporación de material adicional y la recompactación.

En los sitios inaccesibles para los compactadores, como cunetas, cabezales, muros, etc., se compactará la mezcla por medio de densificadores manuales (tampers). Se construirán las juntas, se terminarán los bordes y se limpiarán los residuos sobre el pavimento de acuerdo con la Subsección 401.15.

407.10 Sello asfáltico. Se permitirá que la superficie compactada cure por un mínimo de 2 días. El Contratista mantendrá la superficie libre de corrugaciones. Se repararán los desprendimientos con material aprobado por el Contratante. Se removerán los excesos de material de secado, polvo, u otras sustancias contaminantes.

Si la superficie final será utilizada como superficie de ruedo, se aplicará un sello asfáltico, correspondiente a una aplicación de emulsión asfáltica, por medio de un equipo distribuidor, de conformidad con la Subsección 409.04. Se utilizará el mismo tipo y grado de emulsión asfáltica, de la mezcla asfáltica. Se incorporará agua a la emulsión asfáltica y se mezclarán ambos materiales hasta producir un material uniforme con una dosificación de 50 % de emulsión asfáltica y 50 % de agua añadida.

Cuando se introduzca agua en una emulsión CMS-2, CMS-2s o CMS-2h, el calentamiento del agua puede ser necesario.

Se aplicará la combinación de emulsión asfáltica y agua a una tasa de 0.2 a 0.7 litros por metro cuadrado.

407.11 Tratamiento superficial. Se permitirá que la superficie cure por un mínimo de 10 días, de acuerdo con la Subsección 407.10. Cuando sea requerido por el Contratante, se colocará un tratamiento superficial de acuerdo con la Subsección 409.

407.12 Aceptación. El material de secado será evaluado de acuerdo con las Sub-Secciones 106.02 y 106.03.

La emulsión asfáltica será evaluado de acuerdo con las Sub-Secciones 106.04 y 702.09.

La construcción de la capa de mezcla asfáltica de graduación abierta preparada en frío con emulsión asfáltica será evaluada de acuerdo con las Sub-Secciones 106.02 y 106.04.

El contenido de asfalto residual y la granulometría del agregado serán evaluados de acuerdo con la Subsección 106.05. Otras propiedades de calidad del agregado serán evaluadas de acuerdo con las Sub-Secciones 106.02 y 106.04. Véase la Tabla 407-2 para requisitos mínimos de muestreo y ensayo.

(a) Contenido de asfalto residual. Los límites de especificación máximo y mínimo corresponden al contenido de asfalto residual de la dosificación de diseño +/- 0.5 %. Ver la Tabla 407-2 para la definición de las categorías de aceptación de calidad.

(b) Granulometría del agregado. Los límites de especificación máximo y mínimo corresponden a la granulometría de la dosificación de diseño +/- las desviaciones tolerables, indicadas en la Tabla 703-6.

El sello asfáltico será evaluado de conformidad con la Sección 409.

Medición

407.10 Se medirán las cantidades de mezcla asfáltica de graduación abierta preparada en frío con emulsión asfáltica, emulsión asfáltica, sello asfáltico y material de secado por **tonelada métrica**.

Se evaluará el tratamiento superficial según la Sección 409.

Pago

407.11 Las cantidades aceptadas, medidas de acuerdo con la Subsección 407.13, serán pagadas según el precio de contrato, por unidad de medida, para los renglones de pago indicados en los términos del contrato, exceptuando la mezcla asfáltica de graduación abierta preparada en frío con emulsión asfáltica, cuyo precio unitario será ajustado de acuerdo con la Subsección 106.05. El pago será la compensación para los trabajos descritos en esta Sección. Véase la Subsección 109.05.

El pago se realizará de acuerdo con:

Renglón de pago		Unidad de medida
40701	Mezcla asfáltica de graduación abierta preparada en frío con emulsión asfáltica (se debe especificar el grado de la emulsión asfáltica).	Tonelada métrica
40702	Emulsión asfáltica(se debe especificar el grado).	Litro ó galón
40703	Material de secado.	Metro cuadrado

Tabla 407 – 2

Muestreo y ensayo

Material o Producto	Propiedad o característica	Categoría	Procedimiento de ensayo	Frecuencia de muestreo y ensayo	Punto de muestreo
Mezcla asfáltica de graduación abierta preparada en frío con emulsión asfáltica	Contenido de asfalto residual	I	AASHTO T 164	1 cada 500 toneladas	Vehículo de transporte, posterior a la descarga de planta.
	Granulometría ⁽¹⁾		AASHTO T 30	1 cada 500 toneladas	Vehículo de transporte, posterior a la descarga de planta.
	9.5 mm	I			
	4.75 mm	I			
	75 µm	I			
	Otros tamices especificados	II			

(1) Utilizar solo los tamices indicados para la granulometría especificada.

SECCION 408.) MEZCLA ASFÁLTICA PROCESADA EN FRÍO PARA CAPAS DE BASE INCORPORANDO MATERIAL DE RECICLADO

Descripción

408.01 Este trabajo consiste en la construcción de una o más capas de base correspondiente a mezcla asfáltica procesada en frío, con la incorporación de materiales reciclados de capas asfálticas y/o granulares. El procesamiento de la mezcla podrá ser en sitio o en una planta procesadora central. En esta aplicación se considerará la incorporación de agregado nuevo.

La designación para el agregado en una mezcla asfáltica reciclada en frío para capas de base se presenta en la Tablas 703-5.

El grado de la emulsión asfáltica corresponderá a la designación de la Subsección 702.03. .

Materiales

408.02 De conformidad con las siguientes Sub-Secciones:

Agregado nuevo	703.06
Emulsión asfáltica	702.03
Cal (Ca(OH) ₂)	725.03
Agente rejuvenecedor para ligantes asfálticos	702.06
Agua	725.01
Cemento	

Requisitos para la construcción

408.03 Composición de la mezcla asfáltica (dosificación de diseño). El Contratista presentará la dosificación correspondiente a cada uno de los siguientes materiales: mezcla asfáltica reciclada, agregado reciclado, agregado nuevo, agua, emulsión asfáltica, agente rejuvenecedor para ligantes asfálticos y/o cal; que cumpla con los requisitos de granulometría de la Tabla 703-5 y los parámetros de diseño (a), y (b) o (c) de la Tabla 408-1.

Se suministrará la dosificación de diseño, para su aprobación por el Contratante, al menos 21 días antes del inicio de los trabajos.

Tabla 408-1

Requerimientos para mezcla asfáltica procesada en frío para capas de base incorporando material reciclado

Parámetros de diseño (i)	Especificación	Procedimiento de ensayo
(g) Recubrimiento (%), mínimo (1) Capa de base	50	Visual (ii)
(h) Resistencia (iii) R_i a 22.8 +/- 3°C (1) Cura temprana (iv), mínimo (2) Cura total y condicionamiento con humedad (v), mínimo	70 78	(iii)
(i) Estabilidad Marshall (kN) (1) Mínimo a 22.2 +/- 1°C (2) Estabilidad retenida (vi) (%), mínimo	2.22 50	AASHTO T 245

- I. De acuerdo con Instituto del Asfalto; Manual Series No. 19 (MS-19).
- II. Se debe evaluar la mezcla posterior al secado de superficie, cuantificando el porcentaje de partículas recubiertas.
- III. $R_i = R + 0.05 C$

Donde:

R = valor de resistencia (AASHTO T 190).
C = valor de cohesiómetro (AASHTO T 246)
- IV. Curado en molde durante 24 horas a la temperatura especificada.
- V. Curado en molde durante 72 horas a la temperatura especificada y con desecación de vacío.
- VI. Después de saturación de vacíos e inmersión.

El Contratista deberá suministrar, en conjunto con la dosificación de diseño, lo siguiente:

(a) Agregado. Fuentes de origen y muestras proporcionales representativas de la mezcla asfáltica reciclada, agregado de capa granular reciclado, y agregados nuevos a incorporar en la mezcla de diseño, para un peso total combinado de agregado de 300 kg. Se obtendrán las muestras de los materiales en el pavimento existente de acuerdo con la Subsección 403.03 (a).

(b) Emulsión asfáltica . Proveedor y certificados técnicos de calidad para el emulsión asfáltica y/o agente rejuvenecedor para ligantes asfálticos. Se deberán suministrar muestras de 20 litros para ambos materiales, contenidas en recipientes plásticos

(c) Cal. Proveedor y certificados técnicos de calidad incluyendo la composición química.

(d) Cemento. La dosificación de emulsión asfáltica , agente rejuvenecedor, agua y cal será reportada como porcentaje por peso total de mezcla.

La dosificación de diseño será evaluada y considerada para su aprobación por el

Contratante, de acuerdo con la Subsección 401.03.

408.04 Preparación de la superficie. El Contratista deberá, de previo, limpiar, retirar y disponer, cualquier tipo de vegetación y basura al menos a una distancia de 30 cm del borde del pavimento a reciclar. Los trabajos se desarrollarán de acuerdo con la Sección 201. Se preparará la superficie de acuerdo con la Subsección 303.07.

408.05 Limitaciones ambientales. Se cumplirán los requisitos de la Subsección 406.06.

408.06 Mezclado. El Contratista utilizará mezcladores rotatorios, máquinas escarificadoras en frío, sistemas de procesamiento móviles en serie, plantas mezcladoras estacionarias, u otro equipo aprobado por el Contratante para la producción de la mezcla asfáltica reciclada en frío.

Para el mezclado en sitio, se utilizarán equipos auto-propulsados, capaces de escarificar, triturar, mezclar, dosificar, y colocar la mezcla asfáltica. Se utilizarán equipos con sistemas de medición capaces de regular la tasa de adición de emulsión asfáltica , agente rejuvenecedor de ligantes asfálticos, y agua. El Contratista ajustará la velocidad de avance y/o el número de pasadas para obtener una mezcla uniforme.

Para el mezclado en una planta procesadora central, el Contratista utilizará los equipos apropiados para la escarificación y la trituración del pavimento existente, a criterio del Contratante. Se utilizarán equipos mezcladores de flujo continuo o de proporcionamiento por tandas, equipados con dispositivos de dosificación en buen funcionamiento y capaces de medir las cantidades específicas de los respectivos materiales.

El contenido de emulsión asfáltica , agente rejuvenecedor para ligantes asfálticos y/o contenido de cal definidos por la dosificación de diseño, podrán ser ajustados, previa autorización del Contratante, con base en la evaluación de los resultados en el sitio del proyecto.

408.07 Distribución, acabado y compactación. El Contratista distribuirá, dará acabado y compactará la mezcla asfáltica procesada en frío para capas de base incorporando material reciclado, de acuerdo con la Subsección 406.07.

Después de que la capa de base con mezcla asfáltica procesada en frío ha sido compactada, no se permitirá ningún tránsito por al menos 2 horas. Se permitirá la cura del pavimento de acuerdo con la Subsección 406.07, antes de la colocación de la siguiente capa, o la protección de la superficie con un sello asfáltico de acuerdo con la Sección 409.

408.08 Aceptación. El agente rejuvenecedor para ligantes asfálticos y la cal serán evaluados de acuerdo con las Sub-Secciones 106.02 y 106.03.

La emulsión asfáltica será evaluada de acuerdo con las Sub-Secciones 106.04 y 702.09.

El agregado nuevo será evaluado de acuerdo con las Sub-Secciones 106.02 y 106.04. Véase la Tabla 408-2 para requisitos mínimos de muestreo y ensayo.

La construcción de la capa asfáltica de base procesada en frío incorporando material reciclado será evaluada de acuerdo con las Sub-Secciones 106.02 y 106.04. La densidad de la capa asfáltica de base procesada en frío incorporando material reciclado será evaluada de acuerdo con las Sub-Secciones 106.02 y 106.04. Véase la Tabla 408-2 para requisitos mínimos de muestreo y ensayo.

Medición

408.09 Se medirán las cantidades de mezcla asfáltica de base procesada en frío incorporando material reciclado por **tonelada métrica** o por **metro cuadrado**. Cuando la medición es por tonelada métrica, no se deducirán las cantidades de emulsión asfáltica, agente rejuvenecedor para ligantes asfálticos, y/o cal, contenidas en la mezcla. Cuando la medición es por metro cuadrado, se definirá el ancho de manera que incluya el ancho de la superficie de la base, medida en perpendicular a la línea de centro, y cualquier grado de ensanchamiento en las curvas; se definirá la longitud en paralelo a la línea de centro de la calzada.

Se medirán las cantidades de emulsión asfáltica, cal, cemento y agente rejuvenecedor para ligantes asfálticos por CORREGIR UNIDADES DE MEDIDA

Se medirá la cantidad de material en la capa de sello asfáltico de acuerdo con la Sección 409.

Pago

408.10 Las cantidades aceptadas, medidas de acuerdo con la Subsección 408.09, serán pagadas según el precio de contrato, por unidad de medida, para los renglones de pago indicados en los términos del contrato. El pago será la compensación para los trabajos descritos en esta Sección. Véase la Subsección 109.05.

El pago se realizará de acuerdo con:

Renglón de pago		Unidad de Medida
40801	Mezcla asfáltica procesada en frío para capas de base incorporando material reciclado	Tonelada métrica
40802	Mezcla asfáltica procesada en frío para capas de base incorporado material reciclado	Metro cuadrado
40803	Emulsión asfáltica (se debe especificar el grado).	Litro o galón
40804	Agente rejuvenecedor para ligantes asfálticos.	Litro o galón
40805	Cal.	Tonelada métrica
40806	Cemento	Tonelada métrica

Tabla 408 – 2

Muestreo y ensayo

Material o Producto	Propiedad o característica	Método de prueba especificado	Frecuencia	Punto de muestreo
Agregado nuevo	Granulometría	AASHTO T 27 / AASHTO T 11	1 para cada apilamiento de agregado	Apilamientos.
Capa de base con mezcla asfáltica procesada en frío	Densidad a partir de núcleos ⁽¹⁾	AASHTO T 166 / AASHTO T 209	1 para cada 3500 metros lineales - carril	En sitio, posterior a la compactación.

Se extraerá el núcleo de la capa compactada, de acuerdo con AASHTO T 230 (método B), utilizando equipo con enfriamiento de aire. Se deberá llenar y compactar los orificios de la capa evaluada con mezcla asfáltica.

SECCION 409.) TRATAMIENTOS SUPERFICIALES ASFALTICOS

Descripción

409.01 Este trabajo consiste en la construcción de un tratamiento superficial asfáltico simple o múltiple, como superficie de ruedo.

El grado de cemento asfáltico corresponderá a la designación de la Subsección 702.01; el grado de la asfalto emulsificado corresponderá a la designación de la Subsección 702.03; el grado del asfalto rebajado corresponderá a la designación de la Subsección 702.04. Competerá al Contratante el definir el tipo de ligante asfáltico (cemento asfáltico, asfalto emulsificado o asfalto rebajado), así como el grado correspondiente.

La designación para agregado en tratamientos superficiales se define en las Tablas 409-1, 409-2 y 409-3.

Materiales

409.02 De conformidad con las siguientes Sub-Secciones:

Agregado	703.10
Cemento asfáltico	702.01
Gravilla	703.13
Asfalto emulsificado	702.03
Asfalto rebajado	702.04

Requisitos para la construcción

409.03 Composición de la mezcla asfáltica (dosificación de diseño). Para tratamientos superficiales, se deberá suministrar la siguiente información, junto con muestras de los materiales; para la consideración de su aprobación, con una anticipación de 21 días al inicio de las obras.

(a) Agregados. 35 kg de cada apilamiento a utilizar y la granulometría correspondiente a cada uno.

(b) Graduación de diseño. Se debe suministrar la dosificación porcentual de cada apilamiento a ser utilizado, así como la granulometría de diseño correspondiente (porcentajes pasando cada tamiz especificado).

(c) Ligante asfáltico. 2 litros de asfalto del mismo origen, tipo y grado que el utilizado en la construcción del tratamiento superficial.

(d) Temperatura de aplicación del ligante asfáltico. Deberá reportarse, y ser acorde con la Tabla 702-1.

409.04 Equipamiento. Deberá disponerse del siguiente equipamiento para las obras:

(a) Distribuidor de asfalto.

(1) Capaz de calentar de manera uniforme el ligante asfáltico del tipo y grado a utilizar en las obras.

(2) Barra de aplicación por rocío ajustable, con un ancho de 4 a 6 metros.

(3) Sistema de control, incluyendo tacómetro, medidor de presión de rocío, indicador de volumen, o tanque calibrado capaz de distribuir el ligante asfáltico uniformemente sobre el ancho total de aplicación, con precisión de +/- 0.08 litros por metro cuadrado, respecto al contenido de ligante asfáltico de la dosificación de diseño.

(4) Termómetro en el tanque.

(b) Barredora autopropulsada.

(c) Compactadores de llantas de hule.

(1) Ancho mínimo de compactación de 1.5 metros.

(2) Presión mínima de contacto de 550 kPa.

(d) Distribuidor de agregado.

(1) Autopropulsado.

(2) Mínimo de 4 llantas de hule, en dos ejes.

(3) Sistema de control que permita depositar el agregado de manera uniforme sobre el ancho total de la aplicación, con una precisión de +/- 10 % del peso a aplicar según dosificación de diseño.

(e) Otros equipos. Otros equipos de desempeño comprobado, que pueden

incorporarse a las obras en lugar de los equipos específicos descritos. Corresponderá al Contratante definir cuáles son estos equipos.

409.02 Preparación de la superficie. Se preparará la superficie de acuerdo con la Subsección 303.07.

409.07 Limitaciones ambientales. El tratamiento superficial podrá ser aplicado cuando la temperatura del aire, en la sombra, y la temperatura de la superficie de la capa de apoyo sean, ambas, de al menos 16°C y con tendencia a incrementarse; y cuando el ambiente no esté lluvioso ni con neblina.

409.08 Requisitos de pre-construcción. El inicio de las labores de construcción se deberá notificar con una anticipación de siete días. Adicionalmente, se requerirá el aviso previo de siete días cuando se esté reanudando la construcción luego de ser interrumpida por aplicaciones de tratamientos superficiales no conformes.

En el primer día de construcción, se colocará un tramo de prueba de 150 m, en el ancho de un carril. Se deberán utilizar, para tales efectos, los materiales, porcentajes de dosificación, equipos de colocación y técnicas de compactación que se aplicarán en el resto de la construcción del tratamiento superficial. Se terminarán las obras del primer día cuando se concluya el tramo de prueba. El tramo de prueba será sujeto de la evaluación del cumplimiento a las especificaciones aplicables.

Tramos de prueba en cumplimiento con las especificaciones aplicables serán aceptados como parte de los trabajos terminados.

Se construirán cuántos tramos de control se requieran hasta lograr el cumplimiento de las especificaciones para el tratamiento experimental terminado. Tramos de prueba no conformes con los requisitos de aceptación serán removidos y reemplazados o costo del contratista.

409.09 Aplicación del ligante asfáltico. Se calibrará la barra de aplicación por rocío ajustable: altura, ángulo de boquillas y presión de bombeo, y se verificarán semanalmente las tasas de aplicación longitudinal y transversal, de acuerdo con ASTM D 2995.

Se protegerán las superficies en la vía que requieran protección durante el rocío de ligante asfáltico. Se colocará papel protector en la superficie de trabajo a lo largo de una distancia suficiente, al inicio y fin de la aplicación, de manera que, en cada aplicación, el flujo de rocío de ligante asfáltico se inicie y detenga en el papel protector.

Cualquier trabajo previo a la aplicación y cambios de dosificación deberán ser aprobados por el Contratante.

Se aplicará el ligante asfáltico con el distribuidor de ligante asfáltico; aplicando la dosificación de diseño aprobada por el Contratante. Deberá tenerse el cuidado de no aplicar exceso de ligante asfáltico en las juntas entre diferentes colocaciones de tratamiento superficial. Durante la construcción se deberán hacer las correcciones correspondientes en zonas con deficiencias.

Los residuos de papel u otros materiales que no forman parte del acabado final deberán disponerse en una forma aprobada por el Contratante.

409.10 Aplicación de agregado. Cuando se aplique asfalto emulsificado, se deberá humedecer el agregado para remover el polvo adherido.

Cualquier trabajo previo a la aplicación y cambios de dosificación deberán ser aprobados por el Contratante.

Se aplicará el agregado uniformemente con un distribuidor de agregado, inmediatamente después de que el ligante asfáltico es aplicado de acuerdo con la dosificación de diseño. Se deberá operar el distribuidor de agregado de manera que el ligante asfáltico sea cubierto con el agregado antes de que las llantas del distribuidor le pasen por encima. Cuando se esté aplicando el tratamiento superficial sobre únicamente una parte del ancho de calzada se deberá dejar una franja de 150 mm de ligante asfáltico sin aplicación de agregado, para permitir el traslape de ligante asfáltico en posteriores aplicaciones adyacentes.

Se deberán corregir excesos y deficiencias por barrido, o por la adición o remoción de agregado, hasta lograr textura uniforme en la superficie del tratamiento superficial. Tales prácticas podrán ser manuales en áreas no accesibles al equipo de barrido autopropulsado.

La primera pasada del compactador tiene como propósito asentar el agregado inmediatamente después de distribuido. Se operarán los compactadores a velocidades iguales o inferiores a 10 km / h.

409.11 Tratamientos superficiales simples. Un tratamiento superficial simple consiste en una aplicación de ligante asfáltico en una superficie asfáltica, seguida inmediatamente después por una aplicación simple y uniforme de agregado. Se aplicarán el ligante asfáltico y el agregado de acuerdo con las Sub-Secciones 409.08 y 409.09, a las tasas de dosificación de la Tabla 409-1. Se determinarán las dosis de diseño con base en la evaluación de tramos de prueba.

Se deberá utilizar un automóvil piloto, de acuerdo con la Sección 635, para limitar la velocidad de tránsito. Durante los 45 minutos posteriores a la compactación, se deberá limitar la velocidad de tránsito a 15 km / h. Durante las 24 horas posteriores se deberá limitar la velocidad de tránsito a 30 km / h.

La mañana posterior a la construcción se deberá barrer la superficie del tratamiento superficial. Se aplicará gravilla de acuerdo con la Sección 411 para absorber cualquier exceso de ligante asfáltico. Se deberán reparar las áreas con carencia de agregados. Los materiales de exceso serán removidos con un sistema de barrido autopropulsado; debe tenerse la precaución de no desalojar material ya embebido en el ligante asfáltico.

Tabla 409-1

Cantidades aproximadas de material para tratamientos superficiales simples

Secuencia de operación	Designación de tratamiento superficial y graduación del agregado (1)				
	B	C	D	E	F
Aplicación de ligante asfáltico (l / m ²)					
Asfalto emulsificado	2.00	1.70	1.25	0.90	0.90
Asfalto rebajado o cemento asfáltico	1.80	1.15	0.90	0.70	0.70
Aplicación de agregado (kg/m ³) (2)	24	16	12	8	11

(1) Ver Tabla 703-7 para granulometría del agregado.

(2) Los pesos de agregado se refieren a agregados que tienen una gravedad específica de 2.65, según AASHTO T84 y AASHTO T85. Deberán hacerse las correcciones de dosificación cuando el agregado de diseño tenga una gravedad específica bruta sobre 2.75 o por debajo de 2.55; aplicando el método que defina el Contratante.

409.12 Tratamientos superficiales múltiples. Un tratamiento superficial

múltiple consiste en una aplicación de múltiples capas de ligante asfáltico y agregado. Se aplicará cada capa de ligante asfáltico de acuerdo con las Sub-Secciones 409.08 y 409.09. Se determinarán las tasas de dosificación a partir de la evaluación de los tramos de prueba.

Se mantendrá la superficie sin tránsito de acuerdo con la Subsección 409.11.

Para tratamientos superficiales múltiples, de acuerdo con estándares ASTM, se aplicarán las pruebas AT-61 y E-61; deberá esperarse un plazo de 24 horas entre aplicaciones (tercera y cuarta capa de la emulsión asfáltica).

Tabla 409-2
Cantidades aproximadas de material para tratamientos
superficiales
múltiples usando cemento asfáltico o asfalto rebajado

Secuencia de operación (1) (2)	Designación de tratamiento superficial y graduación del agregado				
	AT-19	AT-27	AT-33	AT-38	AT-61
Primera capa.					
Aplicar ligante asfáltico (l/m ²)	1.00	1.15	0.70	1.35	0.90
Distribuir agregado (kg/m ²)					
Graduación D	13				
Graduación C		19			
Graduación B			21	27	
Graduación A					38
Segunda capa.					
Aplicar ligante asfáltico (l/m ²)	0.60	1.15	1.35	1.55	1.80
Distribuir agregado (kg/m ²)					
Graduación E	6	8			
Graduación D			7	11	
Graduación C					11

Tercera capa. Aplicar ligante asfáltico (l/m ²) Distribuir agregado (kg/m ²), graduación E				0.70		0.90
				5		7

Cuarta capa. Aplicar ligante asfáltico (l/m ²) Distribuir agregado (kg/m ²), graduación F (3)						0.90
						5
Total						
Ligante asfáltico (l / m ²)	1.60	2.30	2.75	2.90	4.56	
Agregado (kg / m ²)	19	27	33	38	61	

(1) Ver Tabla 703-7 para granulometría del agregado, especificaciones de graduación referidas a dicha tabla.

(2) Los pesos de agregado se refieren a agregados que tienen una gravedad específica de 2.65, según AASHTO T84 y AASHTO T85. Deberán hacerse las correcciones de dosificación cuando el agregado de diseño tenga una gravedad específica bruta sobre 2.75 o por debajo de 2.55; aplicando el método que defina el Contratante.

(3) Después de que se concluye la distribución del agregado se incorporará agregado fino (graduación F), en todas las áreas con ligante asfáltico en aparente exceso.

Tabla 409-3

Cantidades aproximadas de material para tratamientos superficiales múltiples usando asfalto emulsificado

Secuencia de operación (1) (2)	Designación de tratamiento superficial y graduación del agregado				
	E-19	E-27	E-33	E-38	E-61
Primera capa.					
Aplicar ligante asfáltico (l/m ²)	2.00	1.55	2.00	2.25	1.80
Distribuir agregado (kg/m ²)					
Graduación D	13				
Graduación C		17			
Graduación B			19	21	
Graduación A					38
Segunda capa.					
Aplicar ligante asfáltico (l/m ²)	1.15	1.15	1.15	1.15	2.00
Distribuir agregado (kg/m ²)					
Graduación E	6	5			
Graduación D			9	11	11
Tercera capa.					
Aplicar ligante asfáltico (l/m ²)		1.15	1.15	1.15	1.15
Distribuir agregado (kg/m ²), graduación E		5	5	6	7

Cuarta capa.					
Aplicar ligante asfáltico (l/m ²)					1.15
Distribuir agregado (kg/m ²), graduación F (3)					5
(3)					
Total					
Ligante asfáltico (l / m ²)	3.15	3.85	4.30	4.55	6.10
Agregado (kg / m ²)	19	27	33	38	61

(1) Ver Tabla 703-7 para granulometría del agregado, especificaciones de graduación referidas a dicha tabla.

(2) Los pesos de agregado se refieren a agregados que tienen una gravedad específica de 2.65, según AASHTO T84 y AASHTO T85. Deberán hacerse las correcciones de dosificación cuando el agregado de diseño tenga una gravedad específica bruta sobre 2.75 o por debajo de 2.55; aplicando el método que defina el Contratante.

(3) Después de que se concluye la distribución del agregado se incorpora agregado fino (graduación F), en todas las áreas con ligante asfáltico en aparente exceso.

409.13 Aceptación. El ligante asfáltico, asfalto emulsificado y asfalto rebajado serán evaluados de acuerdo con en las Sub-Secciones 106.04 y 702.69.

El agregado para la construcción de tratamientos superficiales estará de conformidad con las Sub-Secciones 106.02 y 106.05. La Tabla 409-4 indica los requisitos mínimos de muestreo y ensayo.

La construcción del tratamiento superficial será evaluada de acuerdo con las Sub-Secciones 106.02 y 106.04.

La aplicación de gravilla será evaluada de acuerdo con la Sección 411.

Medición

409.14 Se medirá la cantidad de material para tratamientos superficiales, por unidades de **tonelada métrica o por metro cúbico** en el vehículo de transporte.

Se medirá el ligante asfáltico por **tonelada métrica**. Se medirá la gravilla de acuerdo con la Sección 411.

Pago

409.15 Las cantidades aceptadas, medidas de acuerdo con la Subsección 409.13, serán pagadas según el precio de contrato, por unidad de medida, para los renglones de pago indicados en los términos del contrato. El pago corresponderá a la compensación de los trabajos realizados según esta Sección. Ver subsección 109.05

El pago se realizará de acuerdo con:

Renglón de pago	de	Unidad de medida
40901	Agregado para tratamiento superficial (se debe especificar la granulometría).	Tonelada métrica
40902	Agregado para tratamiento superficial (se debe especificar la granulometría).	Metro cúbico
40903	Cemento asfáltico (se debe especificar el grado).	Tonelada métrica
40903	Asfalto rebajado (se debe especificar el grado)	Tonelada métrica
40905	Asfalto emulsificado (se debe especificar el grado)	Tonelada métrica

Tabla 409-4

Muestreo y ensayo

Material o producto	Propiedad o característica	Método de ensayo especificado	Frecuencia de muestreo	Punto de muestreo
Capa de mezcla asfáltica con tratamiento superficial.	Granulometría (1)	AASHTO T27 / T11	1 cada 500 toneladas	Descarga del distribuidor
	Caras fracturadas (1)	FLH T 507	1 cada 500 toneladas	Descarga del distribuidor
	Indice de forma (Flakiness) (1)	FLH T 508	1 cada 500 toneladas	Descarga del distribuidor

(1) Procede para cada aplicación de agregado (por capa del tratamiento superficial).

SECCION 410.) SELLO CON LECHADA ASFÁLTICA (slurryseal)

Descripción

410.01 Este trabajo consiste en la aplicación de un sello con lechada asfáltica.

La designación de los tipos de lechadas asfálticas se presenta en la Tabla 703-8.

El grado de emulsión asfáltica corresponderá a la designación de la Subsección 702.03.

Materiales

410.02 De conformidad con las siguientes Sub-Secciones:

Agregado	703.11
Emulsión asfáltica	702.03
Relleno mineral	725.03
Agua	725.01

Requisitos para la construcción

410.03 Composición de la mezcla asfáltica (dosificación de diseño). El Contratista presentará la dosificación correspondiente a una lechada asfáltica con agregado, agua, emulsión asfáltica y aditivos, de acuerdo con ASTM D 3910 e ISSA T 114. Deberán cumplirse los requisitos de granulometría de la Tabla 703-8 que apliquen, así como los siguientes criterios para el contenido de asfalto residual.

(a) Tipo I - Contenido de asfalto residual entre 10.0 % y 16.0 %.

(b) Tipo II - Contenido de asfalto residual entre 7.5 % y 13.5 %.

(c) Tipo III - Contenido de asfalto residual entre 6.5 % y 12.0 %.

El Contratista suministrará la dosificación de diseño, indicando el contenido

porcentual de cada material en la mezcla, con base en una referencia por peso o volumen; para su evaluación y consideración de aprobación por el Contratante, al menos 21 días antes del inicio de los trabajos.

Se deberá presentar, adicionalmente, lo siguiente:

(a) Granulometría del agregado. Los valores representativos de los porcentajes del agregado de diseño pasando para todos los tamaños estándar.

(b) Contenido de emulsión asfáltica . El contenido de asfalto residual, como un porcentaje por peso del agregado en estado seco.

(c) Muestras de agregado. Se requieren 45 kg para cada tipo de agregado a utilizar.

(d) Muestra de emulsión asfáltica . Se suministrará el nombre del proveedor y los certificados técnicos de calidad, así como una muestra de 20 litros, que será contenida en un recipiente plástico.

(e) Muestras de relleno mineral. Se requieren 25 kg para cada tipo de relleno mineral que se incorpore a la lechada asfáltica.

La dosificación de diseño será evaluada y considerada para aprobación de acuerdo con la Subsección 401.03.

410.04 Equipo. El Contratista dispondrá de un equipo con las siguientes capacidades:

(a) Mezclador de lechada asfáltica.

- (1) Auto – propulsado.
- (2) De mezclado en flujo continuo.
- (3) Con controles calibrados.
- (4) Dispositivos para dosificación de lectura fácil, que permitan la medición precisa de todos los materiales dosificados que ingresan al mezclador.
- (5) Sistema automatizado de secuencia de introducción de la materia prima al mezclador, que permita la mezcla constante de la lechada asfáltica.
- (6) Cámara de mezclado capaz de mezclar uniformemente la materia prima introducida.
- (7) Alimentador de finos con dispositivo de dosificación.
- (8) Dispositivo de dosificación para aditivos.
- (9) Sistema de agua a presión con aspersores, capaz de

humedecer la superficie de previo a la distribución de la lechada asfáltica, con una tasa de distribución de 0.13 a 0.27 litros por metro cuadrado.

(10) Sistema de dosificación con precisión para el proporcionamiento de materiales, independiente de la velocidad del motor.

(11) Velocidad mínima de 20 metros por minuto y velocidad máxima de 55 metros por minuto.

(12) Capacidad mínima de almacenaje de 6 toneladas métricas.

(13) Capacidad de operación de acuerdo con las Guías de Desempeño A 105 de ISSA.

(b) Dispositivo mecánico de distribución.

(1) Se incorpora en el mezclador de lechada asfáltica.

(2) Boquillas de distribución flexibles, en contacto con la superficie; para evitar el desperdicio de material.

(3) Ajustable para asegurar una tasa de distribución uniforme cuando se opere con geometría variable (pendientes y coronas de la calzada).

(4) Ajustable en ancho, con un dispositivo de rastrillado flexible.

(5) Boquillas para flujo uniforme en los extremos.

(c) Equipo auxiliar. Se contará con distribuidores manuales, palas y otros equipos necesarios para realizar los trabajos, de conformidad con el Contratante. Se proveerán equipos de limpieza tales como sistemas barredores auto-propulsados, compresores de aire, equipos de distribución de agua, y escobones manuales, para la preparación de la superficie.

410.05 Preparación de la superficie. El Contratista deberá preparar la superficie a sellar con la lechada asfáltica, de acuerdo con la Subsección 303.07.

410.06 Limitación de condiciones climáticas. Se aplicarán lechadas asfálticas cuando la temperatura del aire a la sombra y sobre la superficie del pavimento estén, ambas, sobre 15°C e incrementándose; y cuando no haya neblina ni lluvia.

410.07 Aplicación de la lechada asfáltica. El Contratista deberá preparar la mezcla utilizando un mezclador de acuerdo con la Subsección 410.04 (a); se humedecerá la superficie con agua en el instante inmediato previo a la distribución de la lechada asfáltica.

Se mezclará el aditivo con el agregado utilizando el sistema de alimentación de finos. Se debe pre-humedecer el agregado en el mezclador en el instante inmediato previo al mezclado con el emulsión asfáltica.

Se mezclará la lechada asfáltica por un máximo de 4 minutos. Se tomarán las precauciones para asegurarse que la lechada asfáltica sea de la consistencia requerida en el momento que es desalojada del mezclador, y que esté conforme con la dosificación de diseño aprobada. El ajuste en el contenido de relleno mineral y de emulsión asfáltica es factible, previa autorización por el Contratante, para tomar en cuenta el cambio en las condiciones propias del sitio del proyecto.

Se dispondrá de suficiente cantidad de lechada asfáltica en el sistema distribuidor para cubrir completamente la sección transversal de la colocación. Se distribuirá la mezcla con un dispositivo mecánico de acuerdo con la Subsección 410.04 (b). En áreas no accesibles para el sistema de distribución, se utilizarán distribuidores manuales.

El Contratista permitirá que las áreas tratadas curen completamente de previo a la apertura al tránsito. El curado se considerará completo cuando agua limpia y clara pueda ser desalojada al aplicar presión con un pedazo de papel sobre la capa de lechada asfáltica, sin que el papel se decolore.

410.08 Aceptación. El emulsión asfáltica será evaluado de acuerdo con las Sub-Secciones 106.04 y 702.09.

El agregado para lechada asfáltica será evaluado de acuerdo con las Sub-Secciones 106.02 y 106.04. Véase la Tabla 410-1 para requisitos mínimos de muestreo y ensayo.

La construcción del sello de lechada asfáltica será evaluada de acuerdo con las Sub-Secciones 106.02 y 106.04.

Medición

410.09 Se medirá la cantidad de lechada asfáltica por **metro cuadrado**. Se definirá el ancho de manera que incluya el ancho de la superficie del sello y cualquier grado de ensanchamiento en las curvas. Se definirá la longitud de forma paralela a la línea de centro de la calzada.

Se medirán las cantidades de emulsión asfáltica por litro o galón.

Pago

410.10 Las cantidades aceptadas, medidas de acuerdo con la Subsección 410.09, serán pagadas según el precio de contrato, por unidad de medida, para los renglones de pago indicados en los términos del contrato. El pago será la compensación para los trabajos descritos en esta Sección. Véase la Subsección 109.05.

El pago se realizará de acuerdo con:

Renglón de pago		Unidad de medida
41001	Sello con lechada asfáltica (se debe especificar el tipo de lechada asfáltica).	Metro cuadrado
41002	Emulsión asfáltica (se debe especificar el grado).	Litro o galón
41003	Agregado	Metro cúbico

**Tabla 410-1
Muestreo y Prueba**

Material o Producto	Propiedad o característica	Método de prueba o especificación	Frecuencia	Lugar de muestreo
Agregado para lechada	Granulometría	AASHTO T27 y AASHTO T11	1 por cada 500 toneladas	Producción y apilamiento
	Módulo de finesa (1)	AASHTO T27	1 por cada 500 toneladas	Producción y apilamiento
	Equivalente de arena	AASHTO T176 método alternativo no.2	1 por cada 500 toneladas	Producción y apilamiento

SECCION 411.) RIEGO DE IMPRIMACION

Descripción

411.01 Este trabajo consiste en la aplicación de un riego de imprimación, a partir de la distribución de asfalto rebajado o emulsión asfáltica. Se aplicará un riego de imprimación previo a la colocación de una capa asfáltica sobre una capa granular o una capa de agregado estabilizado con algún material no asfáltico.

El grado del asfalto rebajado corresponderá a la designación de la Subsección 702.02. El grado de la emulsión asfáltica corresponderá a la designación de la Subsección 702.03.

Materiales

411.02 De conformidad con las siguientes Sub-Secciones:

Material de secado	703.13
Asfalto rebajado	702.02
Emulsión asfáltica	702.03

Requisitos para la construcción

411.03 Equipos. El Contratista deberá utilizar equipos conforme a la Sub-Sección 409.04.

411.04 Preparación de la superficie. El Contratista preparará la superficie a imprimir de acuerdo con la Subsección 303.07.

411.05 Limitación de condiciones climáticas. Se aplicarán riegos de imprimación en superficies secas o con humedad superficial moderada, a criterio del Contratante, cuando la temperatura del aire a la sombra y en la superficie del pavimento, ambas, sean por lo menos 10°C e incrementándose; y cuando no haya neblina ni lluvia.

411.06 Aplicación de la imprimación . Cuando se requiera, se aplicará un pre-humedecido por medio de aspersores, de previo a la aplicación del riego de imprimación. Se aplicará el ligante asfáltico de acuerdo con la Subsección 409.08, con una tasa de dosificación de 0.45 a 2.25 litros por metro cuadrado, para óptima penetración.

Cuando se utilice emulsión asfáltica que así lo requiera, a criterio del Contratante, se humedecerá la superficie de colocación. Cuando se requiera, se diluirá un emulsión asfáltica de rompimiento lento con una cantidad igual de agua. La tasa de aplicación del emulsión asfáltica es de 0.45 a 1.35 litros por metro cuadrado. Inmediatamente después, se distribuirá y compactará la el material de secado.

Las superficies imprimadas con emulsión asfáltica deberán ser curadas por no menos de 24 horas; las superficies imprimadas con asfalto rebajado serán curadas por no menos de 3 días; en ambos casos, de previo a la colocación de la siguiente capa.

Hasta que la siguiente capa sea colocada, se deberá mantener la superficie imprimada limpia y sin corrugación, mediante barredora mecánica.

A criterio del Contratante, en una superficie imprimada, previo a la colocación de la siguiente capa, se distribuirá material de secado para cubrir el asfalto no absorbido. Se removerá el exceso de material de secado tan pronto como sea práctico, luego de que el exceso de asfalto es absorbido. Se removerá todo resto de contaminantes y partículas extrañas sobre la superficie, y se repararán todas las áreas dañadas de previo a la colocación de la siguiente capa.

411.07Aceptación. La emulsión asfáltica será evaluada de acuerdo con las Sub-Secciones 106.04 y 702.09.

El material de secado será evaluado de acuerdo con la Subsección 106.03.

La construcción del riego de imprimación será evaluada de acuerdo con las Sub-Secciones 106.02 y 106.04.

La preparación de la superficie será evaluada de acuerdo con la Sección 303.

Medición

411.08 Se medirá la cantidad de riego de imprimación por metro cuadrado, por litro o galón, incluyendo el agua agregada para dilución.

Se medirá la cantidad de material de secado por tonelada métrica o por metro cúbico en el vehículo de transporte.

Pago

411.09 Las cantidades aceptadas, medidas de acuerdo con la Subsección 411.08, serán pagadas según el precio de contrato, por unidad de medida, para los renglones de pago indicados en los términos del contrato. El pago será la compensación para los trabajos descritos en esta Sección. Véase la subsección 109.05.

El pago se realizará de acuerdo con:

Renglón de pago		Unidad de medida
41101	Riego de imprimación (se debe especificar el tipo de ligante asfáltico y su grado respectivo).	Metro cuadrado
41102	Riego de imprimación (se debe especificar el tipo de ligante asfáltico y su grado respectivo).	Litro o galón
41103	Material de secado	Tonelada métrica
41104	Material de secado	Metro cúbico

SECCION 412.) RIEGO DE LIGA

Descripción

412.01 Este trabajo consiste en la aplicación de un riego de liga, a partir de la distribución de emulsión asfáltica o asfaltos rebajados. Se aplicará un riego de liga de previo a la colocación de una capa asfáltica sobre una capa asfáltica existente (sea de base o de ruedo) o sobre una losa de concreto hidráulico.

El grado de la emulsión asfáltica corresponderá a la designación de la Subsección 702.03 y el del asfalto rebajado a la sección 702.02.

Materiales

412.02 De conformidad con la siguiente Subsección:

Emulsión asfáltica	702.03
Asfalto rebajado	702.02

Requisitos para la construcción

412.03 Equipos. El Contratista deberá utilizar equipos conforme a la Subsección 409.04.

412.04 Preparación de la superficie. El Contratista preparará la superficie donde se aplicará el riego de liga de acuerdo con la Subsección 303.07. Cuando la superficie sea de concreto hidráulico, se deberán remover los excesos de sello de juntas y sello de grietas.

412.05 Limitación de condiciones climáticas. Se aplicarán riegos de liga sobre superficies secas, cuando la temperatura en la sombra sea al menos 2°C e incrementándose.

412.06 Aplicación del ligante asfáltico. Cuando se utilice emulsión asfáltica de rompimiento lento, se diluirá con una cantidad igual de agua.

Se aplicará el emulsión asfáltica de conformidad con la Subsección 409.08 a una tasa de dosificación de 0.15 a 0.70 litros por metro cuadrado. Cuando un riego de liga no puede ser aplicado con un sistema de distribución por aspersores, se aplicará de manera uniforme, con las políticas de control definidas por el Contratante, mediante distribuidores manuales, o algún otro método autorizado por el Contratante.

Si se aplica exceso de ligante asfáltico, se eliminará el exceso de la superficie.

Se permitirá que el material de riego de liga cure completamente de previo a la colocación de la capa siguiente. Se colocará la capa siguiente en un plazo menor a 4 horas de colocado el riego de liga.

412.07 Aceptación. El riego de liga será evaluado de acuerdo con las Sub- Secciones 106.04 y 702.09.

La construcción del riego de liga será evaluada de acuerdo con las Sub- Secciones 106.02 y 106.04.

La preparación de la superficie será evaluada de acuerdo con la Sección 303.

Medición

412.08 Se medirá la cantidad de riego de liga por litro o galón incluyendo el agua agregada para dilución.

Pago

412.09 Las cantidades aceptadas, medidas de acuerdo con la Subsección 412.08, serán pagadas según el precio de contrato, por unidad de medida, para los renglones de pago indicados en los términos del contrato. El pago será la compensación para los trabajos descritos en esta Sección. Véase la Subsección 109.05.

El pago se realizará de acuerdo con:

Renglón de pago

Unidad de medida

41201	Riego de liga _____(<i>indicar tipo</i>)_____	Litro o galón
-------	---	---------------

SECCION 413.) PERFILADO DE CAPAS ASFÁLTICAS

Descripción

413.01 Este trabajo consiste en el perfilado y remoción de pavimentos asfálticos.

Requisitos para la construcción

413.02 Equipos. El Contratista deberá contar con un equipo de escarificación, con las siguientes características:

- (a) Auto – propulsado.
- (b) Con suficiente potencia, tracción y estabilidad para mantener una profundidad de escarificación uniforme.
- (c) Con capacidad para remover el espesor requerido de la(s) capa(s) asfáltica(s) con un control de perfil y de pendiente en el sentido transversal.
- (d) Sistema automatizado para el control del nivel de rasante, referido al nivel de la superficie existente, mediante un sistema de verificación de rasante independiente, u otro método aprobado por el Contratante.
- (e) Sistema automatizado para el control de la pendiente transversal.
- (f) Sistema para el control de la cantidad de polvo u otras partículas residuales, producto de la escarificación.
- (g) Sistema de carga continua, o el equipo de apoyo necesario para remover completamente el material escarificado de la superficie del pavimento existente.
- (h) Ancho de corte de al menos un tercio del ancho de carril a perfilar.

413.03 Escarificación. El Contratista deberá utilizar un sistema de referencia longitudinal como guía para el funcionamiento del equipo de escarificación. El sistema de referencia puede basarse en un bordillo, el borde de pavimento, o una cuerda alineada a lo largo de la superficie del pavimento. Se perfilará en la dirección longitudinal.

La pendiente transversal de la superficie escarificada será tal que el nivel de profundidad de corte no presente una desviación de más de 6 mm medida en distancias transversales de 3 m, respecto a la pendiente requerida por el Contratante. La transición de una a otra magnitud de pendiente transversal, cuando sea requerido un cambio por el Contratante, será hecha a una tasa uniforme, de forma gradual. El contratista deberá perfilar, en cada pasada del equipo, al menos el ancho de un carril.

La transición entre diferentes profundidades de corte deberá hacerse a una tasa uniforme de 17 mm de profundidad por cada 10 metros de avance del equipo. Al inicio y al final de la sección perfilada, el Contratista deberá construir una superficie de transición hacia el nivel del pavimento no perfilado, a una tasa uniforme de 17 mm de profundidad por cada 10 metros; lo anterior no aplica en los casos donde se vaya a colocar una sobrecapa en el área escarificada. No deberá dejarse, en ningún momento, una superficie vertical expuesta, perpendicular a la dirección de tránsito; el Contratante establecerá las políticas respectivas a las pausas diarias o por cortos períodos, en los casos donde se habilite el tránsito sobre la superficie perfilada. Cuando no se impida la circulación de vehículos sobre el pavimento, se deberán limitar las diferencias de elevación entre carriles adyacentes, de acuerdo con la Subsección 156.06 (b).

El texturizado superficial de la superficie perfilada deberá estar de conformidad con la Subsección 402.08.

El contratista deberá disponer de un equipo barredor rotatorio y un sistema de succión, los cuales serán operados de inmediato a la operación de escarificación en frío, para remover y recuperar, en su totalidad, cualquier residuo de material sobre la superficie escarificada. Los restos serán dispuestos de acuerdo con la Subsección 211.03 (b).

Antes de colocar una capa nueva, se deberán reparar las superficies perfiladas, aplicando las técnicas de bacheo de la Subsección 635.17.

413.04 Aceptación. El perfilado de superficies asfálticas será evaluada de acuerdo con las Sub-Secciones 106.02 y 106.04.

La rugosidad superficial de la superficie perfilado será evaluada de acuerdo con la Sección 402.

Medición

413.05 Se medirá el perfilado de una capa asfáltica por metro cuadrado o por kilómetro-carril. La medición de cantidad escarificada por metro cuadrado se basará en una medición de ancho perpendicular a la línea de centro (horizontal); mientras que la medición de la longitud será paralela a la línea de centro.

Pago

413.06 Las cantidades aceptadas, medidas de acuerdo con la Subsección 413.05, serán pagadas según el precio de contrato, por unidad de medida, para los renglones de pago indicados en los términos del contrato. El pago será la

compensación para los trabajos descritos en esta Sección. Véase la Subsección 109.05.

El pago se realizará de acuerdo con:

Renglón de pago		Unidad de medida
41301	Perfilado de capa asfáltica (se deberá especificar la profundidad de corte, en milímetros)	Metro cuadrado
41302	Perfilado de capa asfáltica (se deberá especificar la profundidad de corte, en milímetros)	Kilómetro-carril

SECCION 414.) SELLO DE FISURAS Y GRIETAS EN LAS JUNTAS (EMPATES) EN PAVIMENTOS ASFÁLTICOS

Descripción

414.01 Este trabajo consiste en la preparación y limpieza de fisuras en la superficie de rodamiento y grietas en las juntas (empates) en pavimentos asfálticos y la selladura de las mismas mediante un sellador vertido en caliente

Materiales

414.02 De conformidad con las siguientes Secciones y Sub-Secciones:

Cemento asfáltico	702.01
Material de secado	703.13
Emulsión asfáltica	702.03
Agregado fino	703.01
Material de sello	712.01 (a)
Lechada asfáltica	410
Asfalto Rebajado	702.02

Requisitos para la construcción

414.03 Equipos. El Contratista deberá contar con equipos conformes con las siguientes características:

(a) Sierra y cuchillas de corte. La sierra y las correspondientes cuchillas serán de tal tamaño y configuración que el corte a la profundidad deseada se obtenga con una única pasada. Otros equipos distintos podrán ser utilizados únicamente previa autorización del Contratante.

(b) Dispositivo ranurador. Se dispondrá de un ranurador rotatorio auto-propulsado, o de un ranurador de cuchilla vertical. Deberá tener suficiente capacidad para limpiar las grietas o juntas, en la profundidad y ancho requeridos.

(c) Inyector de aire caliente comprimido. Deberá tener capacidad para suministrar aire comprimido, limpio y seco (sin aceite ni humedad), a razón de 2.8 metros cúbicos por minuto, con una presión de 830 kilopascales y a una temperatura de 1000°C.

(d) Aplicador del material de sello. Se dispondrá de un aplicador para inyectar el material de sello, el que será conectado a una cámara térmica de almacenamiento del material. El dispositivo controlador de temperatura deberá mantener la temperatura de aplicación dentro del rango de tolerancia recomendado por el fabricante para dicho material.

(e) Calentador térmico. Se deberá contar con un contenedor de calentamiento indirecto, con doble sistema de calentamiento, con aceite u otro medio de transferencia de calor, que deberá mantenerse en constante agitación, y ubicarse entre las paredes internas y externas. Deberá disponerse de un termómetro con capacidad para medir temperaturas entre 100 y 300°C, con una escala graduada cada 2°C. El termómetro será dispuesto de manera que la temperatura del material sellante (dentro del contenedor) sea monitoreada en forma segura.

(f) Conformador de la grieta. Con una herramienta manual apropiada, recoja los sobrantes del material de sello que han quedado fuera de la grieta e introdúzcalos en esta, dejándola a nivel con la superficie existente.

414.04 Corte y sello de juntas. El Contratista deberá cortar, limpiar y sellar las juntas del pavimento asfáltico en una operación continua. El corte podrá realizarse en un medio húmedo o seco, dependiendo del tipo de sierra utilizado.

En caso de que la preparación para el material de sello sea en medio seco, se deberán limpiar las juntas, posterior al corte, con un flujo de aire en cantidad suficiente para remover todo resto de material adherido a las paredes de la cavidad o en el fondo de la misma. Posteriormente se deberá eliminar todo residuo sobre la capa de superficie.

En caso de que la preparación para el material sellante sea en medio húmedo, se deberán limpiar las juntas, posterior al corte, con un flujo de agua, con una presión de aplicación de al menos 350 kilopascales, con el propósito de remover todo resto de material adherido a las paredes de la cavidad, o en el fondo de la misma. Inmediatamente se deberá eliminar todo residuo sobre la superficie de la capa de ruedo. Finalmente, se deberá inyectar en las cavidades aire a presión con el propósito de lograr el secado final.

No se permitirá tránsito sobre cavidades preparadas previo a la aplicación del material de sello. Si a criterio del Contratante las operaciones de limpieza

ocasionan interferencia en la circulación del tránsito, el Contratista podrá ser autorizado para permitir la circulación de vehículos, previa protección de los reservorios preparados según metodología a autorizar por el Contratante.

Se colocará el material de sello cuando la superficie del pavimento sea de 4°C o mayor. Se descontinuarán las operaciones de aplicación del material de sello cuando las condiciones ambientales afecten la colocación del material de sello, sea por lluvia, por cambios súbitos de temperatura u otras condiciones climáticas adversas.

El Contratista deberá suministrar al Contratante una copia de las recomendaciones del fabricante para el calentamiento y aplicación del material de sello. Se calentará el material de sello en un contenedor térmico metálico. No se deberá calentar el material de sello por arriba de la temperatura máxima recomendada por el fabricante. No se deberá mantener el material de sello a la temperatura de aplicación por más de seis horas y no podrá ser recalentado.

Se deberá colocar una banda aislante en el fondo del reservorio, con el propósito de impedir la adherencia del material de sello.

Las juntas serán selladas con un aplicador cuando la temperatura del material de sello sea la apropiada para su colocación. Se calentará o aislará térmicamente el aplicador para mantener la temperatura de distribución del material sellante durante las operaciones de colocación.

Cada junta será sellada de manera que, posterior al enfriamiento, el nivel de la superficie sellada no esté más de tres milímetros por debajo del nivel de la capa asfáltica adyacente al sello.

Deberá prolongarse la apertura del pavimento al tránsito hasta que el material de sello se endurezca y no se sienta pegajoso al tacto. No se deberá distribuir material secante sobre la superficie sellada.

414.05 Limpieza, preparación y sello de grietas. El Contratista deberá limpiar la superficie existente, eliminando todo resto de material, polvo o sustancias contaminantes, en una acción de cepillado, circulación de agua, u otros métodos aprobados por el Contratante. Se formará un reservorio mediante un corte con una sierra u otro medio aprobado por el Contratante; con una abertura promedio de 6 mm o más, con una profundidad correspondiente a la de la grieta por sellar, siempre que tal profundidad exceda los 20 mm. En caso contrario, la profundidad de corte será al menos 20 mm. Los reservorios, deberán secarse posterior al corte.

Cuando se utilice un inyector de aire caliente comprimido, éste deberá operarse de manera que la superficie del pavimento adyacente no sea quemada. Se

colocará y dará acabado al material de sellado dentro de un plazo de cinco minutos posterior al calentamiento con aire caliente comprimido e inyectado en el reservorio.

Para grietas con una abertura de 13 mm o menos, se deberá utilizar un material elástico de sello, aplicado en caliente de acuerdo con la Subsección 414.04.

Para grietas con una abertura de más de 13 mm, se deberá aplicar como material de sello una lechada asfáltica, una mezcla asfáltica de graduación fina preparada en caliente o una mezcla asfáltica de graduación fina con emulsión asfáltica o asfalto rebajado. Se deberá utilizar un aplicador manual para introducir la mezcla dentro de las fisuras.

Inmediatamente, conforme con un codal el sellante de la junta, o la mezcla asfáltica, a la elevación de la superficie existente. Usar un aplicador apropiado de manera que quede una franja de sello de 75 milímetros de ancho centrada sobre la fisura terminada. La superficie sellada será cubierta con una aplicación ligera de material de secado.

414.06 Reparación del sello de grietas y juntas deteriorados. Se deberán resellar las áreas que exhiban problemas de adherencia, daño, desprendimientos, presencia de materiales extraños u otros problemas relacionados con el deterioro acelerado.

414.07 Aceptación. El material de sello para grietas y juntas en capas asfálticas será evaluado de acuerdo con la Sub-Secciones 106.02 y 106.03.

El sellado de grietas y juntas en pavimentos asfálticos será evaluado de acuerdo con la Subsección 106.04.

Medición

414.08 Se medirá la cantidad de material de sello para grietas y juntas en capas asfálticas por litro o galón, o kilogramo.

Se medirá el corte y sello de juntas; y la limpieza, la preparación y el sello de grietas, por metro.

Pago

414.09 Las cantidades aceptadas, medidas de acuerdo con la Subsección 414.08, serán pagadas según el precio de contrato, por unidad de medida, para los renglones de pago indicados en los términos del contrato. El pago será la

compensación total para los trabajos descritos en esta Sección. Véase la Subsección 109.05.

El pago se realizará de acuerdo con:

Renglón de pago		Unidad de medida
41401	Material de sello para grietas y juntas	Litro o galón
41402	Material de sello para grietas y juntas	Kilogramo
41403	Corte y sello de juntas	Metro
41404	Limpieza, preparación y sello de grietas	Metro

SECCION 415.) GEOTEXILES PARA PAVIMENTOS

Descripción

415.01 Este trabajo consiste en el suministro, preparación y colocación de una tela geotextil en conjunto con un sello asfáltico entre dos capas de la estructura del pavimento, para proveer una membrana impermeable y de mitigación de esfuerzos, integrada al pavimento.

Materiales

415.02 De conformidad con las siguientes Sub-Secciones:

Cemento asfáltico	702.01
Material de secado	703.13
Emulsión asfáltica	702.03
Tela Geotextil tipo VI	714.01
Material de sello	712.01 (a)
Asfalto rebajado	702.02

Requisitos para la construcción

415.03 Preparación de la superficie. El Contratista preparará la superficie sobre la cual se colocará la tela geotextil de acuerdo con la Subsección 303.07.

415.04 Limitación de condiciones climáticas. El Contratista aplicará la tela geotextil y el sello asfáltico en una superficie seca, cuando la superficie del pavimento este por lo menos a 13°C, e incrementándose.

415.05 Aplicación del sello asfáltico. El contratista aplicará cemento asfáltico dentro de un rango de temperatura de 140 a 165°C; o emulsiones asfálticas dentro de un rango de temperatura de 55 a 70°C. El Contratante definirá la aplicación de uno u otro tipo de ligante asfáltico, así como el grado correspondiente (Incluir las temperaturas)

El sello con ligante asfáltico, sea cemento asfáltico o emulsión asfáltica, será aplicado sobre la superficie de pavimento, de acuerdo con la Subsección 409.08, a una tasa de dosificación entre 0.90 y 1.35 litros por metro cuadrado.

Se distribuirá el sello asfáltico en un ancho que exceda en 150 milímetros el ancho de la tela geotextil. El sello asfáltico deberá aplicarse con la anticipación adecuada a la colocación de la tela geotextil. Deberá evitarse, además, que haya circulación de vehículos sobre el sello asfáltico, de previo a la colocación de la tela geotextil.

Cuando se utilice emulsión asfáltica o asfalto rebajado, se debe permitir que este cure antes de la colocación de la tela geotextil.

Cuando se utilice cemento asfáltico, se colocará la tela geotextil antes de que este se haya enfriado y perdido pegajosidad al tacto.

415.06 Colocación de la tela geotextil. El Contratista colocará la tela geotextil sobre el sello asfáltico, de manera que no se formen arrugas en su extendido. Se deberán suprimir, aplanar o nivelar, todas las arrugas o corrugaciones de una altura superior a veinticinco milímetros. Se extenderá la tela geotextil de manera que se maximice el contacto con la superficie de apoyo.

El Contratista proveerá traslapes de 150 milímetros en las juntas entre dos tendidos adyacentes de tela geotextil. Deberá proveerse un traslape en las juntas transversales, en la dirección de la pavimentación, para prevenir el desplazamiento por el tránsito. Se aplicará un sello asfáltico adicional sobre los traslapes de los geotextiles, para asegurar la propia adherencia de la doble tela geotextil en tales áreas.

Si el ligante asfáltico exuda a través de la tela geotextil, se deberá tratar el área afectada con un material de secado. Se evitará el tránsito sobre el geotextil. Si las circunstancias requieren la circulación de vehículos, se deberá aplicar un material de secado sobre la superficie de ruedo y se deberán proveer rótulos de advertencia con la leyenda "Posibilidad de derrape". Corresponderá al Contratante el definir cuando se permite el tránsito de vehículos sobre la tela geotextil.

El Contratista deberá remover el exceso de material de secado de la superficie de la tela geotextil, de previo a la colocación de la capa superior en la estructura de pavimento. Se repararán todos los daños sobre la tela geotextil, de previo a la colocación de la capa superior en la estructura de pavimento. Se distribuirá una aplicación ligera de riego de liga, de acuerdo con la Sección 412, de previo a la colocación de una sobrecapa asfáltica. Para prevenir el daño de la tela geotextil, no deberán permitirse virajes para los equipos de pavimentación que operen sobre la misma.

El Contratista deberá colocar una sobrecapa de concreto asfáltico dentro de un plazo no mayor a 48 horas posterior a la colocación de la tela geotextil. Se limitará la temperatura de colocación de la sobrecapa asfáltica sobre la tela

geotextil a un máximo de 165°C; excepto cuando la tela geotextil esté compuesta de fibras de polipropileno, en cuyo caso se limitará la temperatura de colocación de la sobrecapa asfáltica a un máximo de 150°C.

415.07 Aceptación. El material asfáltico será evaluado de acuerdo con las Sub-Secciones 106.04 y 702.09. La tela geotextil será evaluada de acuerdo con las Sub-Secciones 106.02, 106.03 y 714.01.

La colocación de la tela geotextil será evaluada de conformidad con las Sub-Secciones 106.02 y 106.04.

La preparación de la superficie donde se colocará el sello asfáltico y la tela geotextil será evaluada de acuerdo con la Sección 303.

Medición

415.08 Se medirá la cantidad de tela geotextil por metro cuadrado, excluyendo traslapes. Se medirá la cantidad de sello asfáltico por litro o galón.

Pago

415.09 Las cantidades aceptadas, medidas de acuerdo con la Subsección 415.09, serán pagadas según el precio de contrato, por unidad de medida, para los renglones de pago indicados en los términos del contrato. El pago será la compensación para los trabajos descritos en esta Sección. Véase la Subsección 109.05.

El pago se realizará de acuerdo con:

Renglón pago	de	Unidad de medida
41501	Tela geotextil	Metro cuadrado
41502	Sello asfáltico	Litro o galón

SECCION 416.) MEZCLA ASFÁLTICA RECICLADA EN FRIO EN SITIO PARA CAPAS DE BASE

Descripción

416.01 Este trabajo consiste en la construcción de una capa asfáltica de base a partir de métodos y equipos apropiados para la escarificación, reciclado, e incorporación de un producto bituminoso para producir y colocar una mezcla asfáltica preparada en frío en sitio, en una sola pasada del equipo. Esta aplicación no considera la incorporación de agregado nuevo, adicional al contenido en la capa existente que se está reciclando

La compactación de la capa de base asfáltica reciclada en frío en sitio será designada con el tipo A o B, de acuerdo con la Subsección 416.08.

El grado de la emulsión asfáltica o asfalto rebajado corresponderá a la designación de la Subsección 702.03 y 702.02. .

Materiales

416.02 De conformidad con las siguientes Sub-Secciones:

Emulsión asfáltica 702.03

Cal de reacción acelerada (quick lime) 725.03

Agente rejuvenecedor para ligantes asfálticos 702.06

Agua 725.01

Asfalto rebajado 702.02

Requisitos para la construcción

416.03 Composición de la mezcla asfáltica (dosificación de diseño). El Contratista deberá suministrar lo siguiente, con una anticipación de 28 días de previo al inicio de las labores de reciclado en frío en sitio, cuando la compactación tipo A sea designada:

- (a) Razón de aplicación del asfalto, agente rejuvenecedor y cal de reacción acelerada, cuando apliquen.
- (b) Nombre, currículum vitae y referencias de un profesional competente

en la operación de reciclado en frío en sitio. Este profesional será el encargado de dirigir las labores del Contratista; sus responsabilidades se definen en la Subsección 416.07 (c).

(c) Secuencia de operaciones para el reciclado en frío en sitio, incluyendo los Requisitos para la equipos y personal.

(d) Diez núcleos de diámetro igual o mayor a 150 milímetros, seleccionados sobre la capa asfáltica a reciclar, de manera aleatoria en la totalidad del sitio del proyecto.

(e) Fuente y muestra de siete litros de del material bituminoso.

(f) Fuente y muestra de siete litros de agente rejuvenecedor.

(g) Fuente y muestra de un kilogramo de cal de reacción acelerada, siempre que se incluya en la dosificación de diseño.

(h) Hojas de seguridad para los diferentes materiales a utilizar en las obras de reciclado.

Corresponderá al Contratante el evaluar y aprobar: a) la dosificación de diseño; b) el profesional responsable por parte del Contratista; y c) la secuencia operativa (incluyendo Requisitos para la equipos y personal).

416.04 Preparación de la superficie. El Contratista deberá preparar la superficie de acuerdo con la Subsección 303.07 (c). Deberá limpiarse la vegetación y demás sustancias extrañas a la estructura de pavimento existente, a una distancia de hasta 0.50 metros del borde de pavimento a reciclar.

416.05 Limitaciones climáticas. Se cumplirán los requisitos de la Subsección 406.06.

416.06 Fresado del pavimento existente. El Contratista deberá utilizar equipo autopropulsado con las siguientes características:

(a) Equipado con un control automatizado para la profundidad de corte.

(b) Capaz de mantener una profundidad de corte uniforme.

(c) Capaz de fresar a la profundidad requerida en una única pasada, abarcando al menos la mitad del ancho de la capa a reciclar, o un carril, el que sea mayor.

(d) Capaz de triturar el material fresado.

El equipo de fresado no deberá dañar el material a profundidades mayores a la de corte.

El tamaño máximo para las partículas de agregado fresado y triturado será de 25.0 milímetros.

416.07 Mezclado y dosificación. El contratista deberá producir una mezcla asfáltica homogénea y uniforme, dosificando el material fresado, la emulsión asfáltica y el agua.

El Contratista deberá cumplir con los siguientes requisitos de equipamiento:

(a) Equipo de mezclado. Deberá utilizarse equipo auto-propulsado de acuerdo con los siguientes requisitos:

(1) Contará con un sistema de bombeo de desplazamiento positivo, con un sistema de cierre automático, que permita la adición de emulsión asfáltica y/o agente rejuvenecedor sólo cuando se haya descargado material escarificado en la cámara de mezclado; y que se desconecte automáticamente cuando el equipo se detenga. El sistema de bombeo deberá ser capaz de suplir una tasa de 0 a 10 % de emulsión asfáltica por peso del agregado, con una tolerancia de +/- 0.1 % respecto al porcentaje de dosificación de diseño.

(2) Contará con un dispositivo de dosificación calibrado y sincronizado con el sistema de bombeo de emulsión asfáltica, para regular la cantidad de emulsión asfáltica incorporada en la cámara de mezclado.

(3) Contará con un sistema de medición de la tasa de flujo y dosificación del emulsión asfáltica y/o agente rejuvenecedor en la mezcla.

(b) Equipo para la incorporación de la cal de reacción acelerada.

Cuando se incorpore cal de reacción acelerada, sea porque se incluya como un renglón de pago o porque el Contratista lo especifique en su dosificación de diseño, ésta deberá incorporarse por medio de alguno de los siguientes métodos:

(1) Método seco. El Contratista deberá utilizar un distribuidor calibrado para aplicar la cal de reacción acelerada en forma peletizada, sobre la capa de pavimento a reciclar, adelante del equipo de escarificación y mezclado. Se aplicará la cal de reacción acelerada sobre el ancho abarcado por el equipo de escarificación. Posterior a la escarificación, se incorporará suficiente agua para hidratar la cal de reacción acelerada.

(2) Método húmedo. El contratista deberá utilizar equipo de mezclado diseñado para producir lechadas asfálticas. Se adaptará el equipo de mezclado con un sistema de dosificación para la cal de reacción acelerada y el agua en un porcentaje de 0.50 por ciento por peso. Los tanques de transporte deberán tener un sistema de agitación para mantener la cal de reacción acelerada en suspensión en el agua. Se deberá proveer una lechada fluida

con la cal en suspensión en el agua, con la cantidad de cal de reacción acelerada a incorporar en la mezcla asfáltica reciclada. Se introducirá la lechada fluida con la cal en suspensión al frente del equipo de escarificación. Se dosificará la cantidad de lechada fluida con la cal en suspensión con una tolerancia de +/- 10 por ciento de la dosificación de diseño.

(c) Monitoreo. El Contratista monitoreará continuamente y evaluará las operaciones de escarificación, mezclado y colocación, realizando los ajustes de dosificación aprobados por el Contratante, para maximizar la calidad de la capa de base asfáltica reciclada. Los ajustes podrán incluir la dosis de aplicación de emulsión asfáltica, la dosis de aplicación de la cal de reacción acelerada y la dosis de aplicación de agua, así como la secuencia de las operaciones de reciclado, para tomar en cuenta las variaciones en las condiciones de los materiales de la capa escarificada, mediante el uso de un pavimentador.

416.08 Distribución, terminado y compactación. El Contratista dispondrá de un pavimentador de conformidad con la Subsección 401.05, con la capacidad de recuperar y alimentarse con la totalidad de material reciclado en la superficie escarificada. No deberá haber calentamiento del material en el momento de su reincorporación sobre la superficie escarificada.

El Contratista colocará y distribuirá la mezcla reciclada de acuerdo con el alineamiento, pendiente y elevación requeridos por el Contratante.

(a) Compactación inicial. La compactación de la capa de base asfáltica reciclada en frío en sitio se realizará de conformidad con el tipo de designación:

(1) Tipo A. Se compactará la mezcla reciclada de acuerdo con la Subsección 401.14, excepto en el hecho de que se deberán utilizar compactadores con rodillos de neumáticos con peso de al menos 27 toneladas métricas, en un plazo de una a dos horas posterior a su colocación. No deberán estacionarse o maniobrarse compactadores sobre las capas de mezcla asfáltica reciclada no compactadas. Se iniciará la compactación con rodillos neumáticos, hasta que no se aprecie ningún desplazamiento con la acción de los compactadores. Se utilizarán compactadores con rodillos de acero, en modo estático o vibratorio, para lograr densificación adicional.

Se compactará la mezcla asfáltica reciclada hasta obtener un mínimo de densidad de 88 por ciento de la densidad de los especímenes de laboratorio preparados de acuerdo con AASHTO T 247 a 60°C. Se medirá la densidad de los especímenes de

laboratorio de acuerdo con AASHTO T 166. Se medirá la densidad de la mezcla asfáltica reciclada compactada en el sitio de las obras de acuerdo con AASHTO T 238.

(2) Tipo B. Se compactará la mezcla reciclada de conformidad con los siguientes equipos, secuencia y número de pasadas de compactador.

(a) Seis a ocho pasadas de compactador con doble rodillo. Deberán utilizarse compactadores con rodillos vibratorios, con un peso mínimo de 5.5 toneladas métricas, y equipados con control de frecuencia y amplitud.

(b) Ocho a doce pasadas de compactador con neumáticos de hule. Deberán utilizarse compactadores con un peso mínimo de 900 kilogramos por llanta y una presión de contacto de 550 kilo Pascales.

(c) Cuatro a seis pasadas de compactador con rodillos de acero en modo estático, con una presión mínima de 1.7 Mega Pascales.

Se mantendrá todo tránsito y equipo afuera de la capa de base asfáltica reciclada en frío en sitio, al menos durante dos horas posterior a la finalización de la compactación inicial.

(b) Rugosidad superficial. De inmediato, luego de la compactación inicial, el Contratista deberá medir la rugosidad superficial, de acuerdo con la Subsección 401.16 (b); las áreas consideradas como defectuosas, de acuerdo con el criterio definido por el Contratante serán corregidas de acuerdo con la Subsección 401.16 (c).

(c) Compactación final. Se deberá compactar de acuerdo con la designación del tipo correspondiente.

(1) Tipo A. De previo a la colocación de la siguiente capa sobre la base asfáltica reciclada, se compactará la mezcla reciclada hasta obtener una densidad de 92 por ciento de la densidad, determinada según AASHTO T166, para los especímenes de laboratorio preparados de acuerdo con AASHTO T247.

(3) Tipo B. Al menos tres días después de la compactación inicial, se continuará la aplicación de esfuerzos de densificación mediante compactadores con neumáticos de hule y rodillos de acero en modo estático, cuando la temperatura superficial exceda los 22°C. Se utilizará un mínimo de cuatro pasadas sobre la superficie, con cada compactador.

(d) Curado. El Contratista deberá reparar cualquier daño en la base asfáltica reciclada.

(1) Mezcla reciclada con cal de reacción acelerada. Deberá aplicarse una sobrecapa asfáltica sobre la base reciclada en un plazo inferior a 21 días posterior al reciclado.

(2) Mezcla reciclada sin cal de reacción acelerada. Deberá aplicarse una sobrecapa asfáltica posterior a la cura de la base asfáltica reciclada dentro de un plazo de 7 a 21 días. No deberá colocarse la sobrecapa hasta que el contenido de humedad en la base reciclada sea inferior o igual a 1.5 por ciento, de acuerdo con AASHTO T 239, o hasta que haya transcurrido un lapso de 21 días posterior al reciclado.

416.09 Sello de emulsión asfáltica. Cuando el Contratante requiera la aplicación de un sello de emulsión asfáltica, el Contratista deberá aplicarlo sobre la superficie de la base asfáltica reciclada en frío en sitio. Para tal propósito, deberá diluirse el emulsión asfáltica con un 50 por ciento de agua, por volumen, y aplicarse en una tasa de 0.20 a 0.90 litros por metro cuadrado, de acuerdo con el criterio del Contratante. Se deberá aplicar un material de secado de acuerdo con la Sección 411.

416.10 Aceptación. El emulsión asfáltica será evaluado de acuerdo con las Sub-Secciones 106.03, 106.04 y 702.09.

La cal de reacción acelerada será evaluada de acuerdo con la Subsección 106.03.

La construcción de la capa de base con mezcla asfáltica reciclada en frío en sitio será evaluada de acuerdo con las Sub-Secciones 106.02 y 106.04. La compactación tipo A será evaluada de acuerdo con la Subsección 106.04. Véase la Tabla 416-1 para requerimientos mínimos de muestreo y ensayo.

La rugosidad superficial para la capa de base asfáltica reciclada en frío en sitio será evaluada de acuerdo con las Sub-Secciones 106.02 y 106.04.

Medición

416.11 Se medirán las cantidades de mezcla asfáltica de base reciclada en frío en sitio por **kilómetro - carril** o por **metro cuadrado**. Cuando la medición es por metro cuadrado, se definirá el ancho de manera que incluya el ancho de la superficie de la base y cualquier grado de ensanchamiento en las curvas; se definirá la longitud a lo largo de la línea de centro de la calzada.

Se medirá la cantidad de material bituminoso por Litro o galón.

Se medirá la cantidad de material en la capa de sello con material bituminoso por Litro o galón, incluyendo la cantidad de agua usada para dilución.

Pago

416.12 Las cantidades aceptadas, medidas de acuerdo con la Subsección 416.11, serán pagadas según el precio de contrato, por unidad de medida, para los renglones de pago indicados en los términos del contrato. El pago será la compensación para los trabajos descritos en esta Sección. Véase la Subsección 109.05.

El pago se realizará de acuerdo con:

Renglón de pago	de	Unidad de medida
41601	Capa de base asfáltica reciclada en frío en sitio (se debe indicar el tipo de compactación)	Kilómetro – carril
41602	Capa de base asfáltica reciclada en frío en sitio (se debe indicar el tipo de compactación)	Metro cuadrado
41603	Emulsión asfáltica (se debe indicar el tipo)	Litro o galón
41604	Sello con emulsión asfáltica (se debe indicar el tipo de emulsión asfáltica)	Litro o galón
41605	Cal de reacción acelerada	Tonelada métrica

SECCION 417.) MEZCLA ASFÁLTICA PROCESADA EN FRÍO PARA APLICACIONES MISCELÁNEAS

Descripción

417.01 Este trabajo consiste en la preparación y colocación de una o más capas de mezcla asfáltica procesada en frío. Este trabajo también consiste en la preparación y colocación de mezcla asfáltica procesada en frío y colocada en bacheo para mantenimiento temporal de superficies de ruedo.

Materiales

417.02 De conformidad con la siguiente Subsección:

Mezcla asfáltica en frío	702.10
--------------------------	--------

Requisitos para la construcción

417.03 Composición de la mezcla asfáltica (dosificación de diseño). El Contratista remitirá la información que el Contratante considere relevante, respecto a resistencia mecánica, calidad, granulometría y contenido de asfalto de diseño, para la mezcla asfáltica procesada en frío. Se deberán incluir los resultados de laboratorio relacionados con la evaluación de las propiedades de aceptación del agregado, ligante asfáltico, aditivos y demás especificaciones establecidas por el Contratante.

417.04 Preparación de la superficie. La superficie se preparará de acuerdo con la Sección 209 o la Subsección 303.07, la que aplique.

417.05 Colocación de la mezcla asfáltica preparada en frío. La mezcla asfáltica procesada en frío será colocada, por el Contratista, con un equipo apropiado para determinar una superficie uniforme, de acuerdo con el criterio del Contratante. Para la pavimentación de capas de ruedo, no deberán colocarse espesores de capa superiores a 100 milímetros. En áreas donde no sea práctica la colocación y terminado por medios mecánicos, se colocará y distribuirá cada capa con los equipos y métodos que el Contratante disponga. Se construirá una superficie uniforme en textura y pendiente transversal. Se construirán las juntas de acuerdo con lo que disponga el Contratante.

417.06 Compactación.

(a) Pavimentación de superficies de ruedo. Se densificará por medio de compactadores con rodillos de acero, de peso igual o mayor a 8 toneladas métricas.

(b) Pavimentación de capas inferiores o bacheo. Se densificará por medio de compactadores de operación manual, de peso igual o mayor a 130 kilogramos, o con un compactador auto-propulsado pequeño. En cualquier caso, el Contratante deberá aprobar el equipo a utilizar.

Las áreas no accesibles a los equipos de compactación descritos, serán compactadas por otros métodos aprobados por el Contratante.

417.07 Aceptación. La mezcla asfáltica procesada en frío para aplicaciones misceláneas será evaluada de acuerdo con las Sub-Secciones 106.02 y 106.03.

La construcción de capas con mezcla asfáltica procesada en frío para aplicaciones misceláneas será evaluada de conformidad con la Sub-Secciones 106.02 y 106.04.

Medición

417.08 La unidad de medición para mezcla asfáltica procesada en frío para aplicaciones misceláneas será la tonelada métrica.

Pago

417.09 Las cantidades aceptadas, medidas de acuerdo con la Subsección 417.08, serán pagadas según el precio de contrato, por unidad de medida, para los renglones de pago indicados en los términos del contrato. El pago corresponderá a la compensación por los trabajos realizados de acuerdo con esta Sección. Véase la Subsección 109.05.

El pago se realizará de acuerdo con:

Renglón de pago		Unidad de medida
41701	Mezcla asfáltica procesada en frío para aplicaciones misceláneas	Tonelada métrica

DIVISION 500

Pavimentos de concreto hidráulico

DIVISIÓN 500.) PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRÁULICO

SECCION 501.) PAVIMENTO DE CONCRETO HIDRÁULICO

Descripción

501.01 Este trabajo consiste en la elaboración, transporte, colocación y vibrado de una mezcla de concreto hidráulico como estructura de un pavimento, con o sin refuerzo; la ejecución de juntas, el acabado, el curado y demás actividades necesarias para la correcta construcción del pavimento, de acuerdo con los alineamientos, cotas, secciones y espesores indicados en los planos del proyecto o determinados por el Contratante.

Materiales

501.02 Deberán satisfacer los requerimientos contenidos en las secciones siguientes:

Aditivos inclusores de aire	711.02
Aditivos químicos	711.03
Agregado grueso	703.02
Material de curado	711.01
Adhesivos de resina epóxica	725.21
Agregado fino	703.01
Puzolanas	725.04
Lechada	725.22
Relleno de juntas y sellantes	712.01
Cemento Portland y cementos modificados	701.01
Acero de refuerzo, varillas de unión, pasajuntas, ganchos de anclaje, capuchas	709.01
Agua	725.01

(a) Concreto. El diseño de la mezcla, utilizando los agregados provenientes de los bancos ya triturados, quedará a cargo del contratista y será revisado por el Contratante, cuya aprobación no liberará al Contratista de la obligación de obtener en la obra la resistencia y todas las demás características para el concreto fresco y endurecido, así como los acabados especificados. Durante la construcción, la dosificación de la mezcla de concreto hidráulico se hará en peso y su control durante la elaboración se hará bajo la responsabilidad exclusiva del Contratista.

(b) Resistencia. La resistencia de diseño del concreto a la tensión por flexión ($S'c$), o el módulo de ruptura especificado a los 28 días, se verificará en especímenes moldeados durante el colado del concreto, correspondientes a vigas estándar de quince por quince por cincuenta (15 x 15 x 50) centímetros, compactando el concreto por vibro compresión; una vez curados los

especímenes adecuadamente, se ensayarán a los 3, 7 y 28 días, aplicando las cargas en los tercios del su luz (ASTM C 78).

(c) Especímenes de prueba. Se deberán tomar muestras de concreto para hacer especímenes de prueba para determinar la resistencia a la flexión durante el colado del concreto. Especímenes de prueba adicionales podrán ser necesarios para determinar adecuadamente la resistencia del concreto cuando la resistencia del mismo a temprana edad limite la apertura del pavimento al tránsito. El procedimiento seguido para el muestreo del concreto deberá cumplir con la norma ASTM C 172.

(d) Trabajabilidad. El asentamiento promedio de la mezcla de concreto deberá ser de cuatro (4) centímetros al momento de su colocación; nunca deberá ser menor de dos punto cinco (2.5), ni mayor de seis (6) centímetros. Las mezclas que no cumplan con este requisito deberán ser destinadas a otras obras de concreto como cunetas y drenajes, y no se permitirá su colocación para la losa de concreto.

El concreto deberá de ser uniformemente plástico, cohesivo y manejable. El concreto trabajable es definido como aquel que puede ser colocado sin que se produzcan demasiados vacíos en su interior y en la superficie del pavimento.

Cuando aparezca agua en la superficie del concreto después del acabado se deberá efectuar inmediatamente una corrección por medio de una o más de las siguientes medidas:

- 1) Rediseño de la mezcla
- 2) Adición de relleno mineral o de agregados finos
- 3) Incremento del contenido de cemento
- 4) Uso de un aditivo incluso de aire o equivalente, previamente aprobado.

(e) Membrana de curado. Para el curado de la superficie del concreto recién colada deberá emplearse un líquido de color claro, el que deberá cumplir con los requisitos de calidad que se describen en la norma ASTM C171. La membrana de curado a emplear será de un componente cuya base sea agua y parafina de pigmentación blanca.

Deberán utilizarse membranas que eviten se tapen las boquillas de los equipos de rociado.

(f) Acero de refuerzo. El acero de refuerzo necesario para la construcción del pavimento se coloca en las juntas, ya sea como pasadores de cortante ó pasajuntas o como barras de amarre para mantener los cuerpos del pavimento unidos.

(g) Barras de amarre. En las juntas que muestra el proyecto y/o en los sitios que indique el Contratante, se colocarán barras de amarre con el propósito de evitar el corrimiento o desplazamiento de las losas. Las barras serán corrugadas, de acero estructural, con límite de fluencia (f_y) de cuatro mil doscientos ($4,200 \text{ kg/cm}^2$) kilogramos por centímetro cuadrado, debiendo quedar ahogadas en las losas, con las dimensiones y en la posición indicada en el proyecto.

(h) Barras pasajuntas (dovelas). En las juntas transversales de contracción, de construcción, de emergencia y/o en los sitios que indique el Contratante se colocarán barras pasajuntas como mecanismos para garantizar la transferencia efectiva de carga entre las losas adyacentes. Las barras serán de acero redondo liso y deberán quedar ahogadas en las losas en la posición y con las dimensiones indicadas por el proyecto. Ambos extremos de las pasajuntas deberán ser lisos y estar libres de rebabas cortantes. El acero deberá cumplir con la norma ASTM A 615 grado 60 ($f_y=4,200 \text{ kg/cm}^2$), y deberá ser recubierto con asfalto, parafina, grasa o cualquier otro medio que impida efectivamente la adherencia del acero con el concreto y que sea aprobado por el Contratante.

Las pasajuntas podrán ser instaladas en la posición indicada en el proyecto por medios mecánicos, o bien por medio de la instalación de canastas metálicas de sujeción. Las canastas de sujeción deberán asegurar las pasajuntas en la posición correcta como se indica en el proyecto durante el colado y acabado del concreto, mas no deberán impedir el movimiento longitudinal de la misma.

(i) Sellador para juntas. El material sellante para las juntas transversales y longitudinales deberá ser elástico, resistente a los efectos de combustibles y aceites automotrices, con propiedades adherentes con el concreto y permitir las dilataciones y contracciones que se presenten en las losas sin agrietarse, debiéndose emplear productos a base de silicona, poliuretano - asfalto o similares, los cuales deberán ser autonivelantes y solidificarse a temperatura ambiente.

A menos de que se especifique lo contrario por el Contratante, el material para el sellado de juntas deberá de cumplir con los requerimientos aquí indicados. El material se deberá adherir a los lados de la junta o grieta con el concreto y deberá formar un sello efectivo contra la filtración de agua o incrustación de materiales incomprensibles. En ningún caso se podrá emplear algún material sellador no autorizado por el Contratante.

Para todas las juntas de la losa de concreto se deberá emplear un sellador de silicón o similar de bajo módulo y autonivelable. Este sellador deberá ser un compuesto de un solo componente sin requerir la adición de un catalizador

para su curado. El sellador deberá presentar fluidez suficiente para autonivelarse y no requerir de formado adicional.

El sellador de silicón de bajo módulo deberá cumplir con los siguientes requisitos y especificaciones de calidad:

Tabla 501-1 Silicón – Especificaciones

ESPECIFICACION	METODO DE ENSAYE	REQUISITO
Esfuerzo de tensión a 150% de elongación (7 días de curado a 25° C ± 5° C, y 45% a 55% de humedad relativa).	ASTM D 412	3.2 kg/cm ² max.
Flujo a 25°C ± 5° C	ASTM C 639 (15% Canal A)	No deberá fluir del canal.
Tasa de extrusión a 25°C± 5° C	ASTM C 603 (1/8" @ 50 psi)	75-250 gms/min
Gravedad Específica	ASTM D 792 (método A)	1.01 a 1.51
Dureza a - 18°C (7 días de curado a 25°C± 5°C)	ASTM C 661	10 a 25
Resistencia al intemperismo después de 5,000 horas de exposición continua	ASTM C 793	No agrietamiento, pérdida de adherencia o superficies polvosas por desintegración.
Superficie seca a 25°C± 5°C, y 45% a 55% de humedad relativa.	ASTM C 679	Menor de 75 minutos.
Elongación después de 21 días de curado a 25°C± 5°C, y 45 % a 55% de humedad relativa.	ASTM D 412	1,200 %
Fraguado al tacto a 25°C±5°C, y 45% a 55% de humedad relativa.	ASTM C 1640	Menos de 75 minutos
Vida en el contenedor a partir del día de embarque.	--	6 meses mínimo
Adhesión a bloques de mortero	AASHTO T 132	3.5 kg/cm ²
Capacidad de movimiento y adhesión. Extensión de 100% a 18°C después de 7 días de curado al aire a 25°C±5°C, seguido por 7 días en agua a 25°C± 5°C.	ASTM C 719	Ninguna falla por adhesión o cohesión después de 5 ciclos.

La tirilla de respaldo a emplear deberá impedir efectivamente la adhesión del sellador a la superficie inferior de la junta. La tirilla de respaldo deberá ser de espuma de polietileno y de las dimensiones indicadas en los documentos de construcción. La tirilla de respaldo deberá ser compatible con el sellador de silicón a emplear y no se deberá presentar adhesión alguna entre el silicón y la tirilla de respaldo.

Requerimientos para la construcción

501.03 (a) Composición de la Mezcla (diseño de la mezcla de hormigón). La mezcla de hormigón debe diseñarse de acuerdo con la Subsección 552.03, conforme a la Tabla 501-1 siguiente:

**Tabla 501-2
Composición del hormigón de cemento Pórtland para pavimento**

Relación agua/cemento (máxima)	Temperatura del concreto	Revenimiento	Contenido de aire (%)	Tamaño de agregado ⁽¹⁾ (AASHTO M 43)	Resistencia a la compresión a 28 días (mínima)
0,50	20±10 °C	25 - 40 mm	4½ mín.	No. 57 o 67	25 MPa

(1) Otros tamaños de agregados especificados en AASHTO M 43 más pequeños que el No. 57 o 67 pueden ser usados en el diseño de la mezcla de concreto. Sin embargo, si el tamaño máximo nominal del agregado es 12,5 mm o menor, debe proveerse al menos el 5% de contenido de aire. En este caso debe utilizarse cemento Portland tipo I o tipo II.

(b) Equipo. Los principales elementos requeridos para la ejecución de los trabajos son los siguientes:

(1) Equipo para la elaboración de agregados y la fabricación del concreto. Para la elaboración de los agregados pétreos se requieren equipos para su explotación, cargue, transporte y proceso. La unidad de proceso consistirá en una unidad clasificadora y, de ser necesario, una planta de trituración provista de trituradoras primaria, secundaria y terciaria siempre que esta última se requiera, así como un equipo de lavado. La planta deberá estar provista de los filtros necesarios par controlar la contaminación ambiental de acuerdo con la reglamentación vigente.

La planta de fabricación del concreto deberá efectuar una mezcla regular e íntima de los componentes, dando lugar a un concreto de aspecto y consistencia uniforme, dentro de las tolerancias establecidas.

(2) Equipo para la ejecución de los trabajos con formaletas fijas. Cuando se emplee el método de construcción con formaletas fijas, el equipo mínimo necesario para la ejecución de las obras estará integrado por los siguientes elementos:

(I) Formaletas. Las formaletas para la construcción no deberán tener una longitud menor de tres metros (3 m) y su altura será igual al espesor del pavimento por construir. Deberán tener la suficiente rigidez para que no se deformen durante la colocación del concreto o cuando van a servir como rieles para el desplazamiento de equipos.

En la mitad de su espesor y a los intervalos requeridos, las formaletas tendrán orificios para insertar a través de ellos las varillas de unión o anclaje, cuando ellas estén contempladas en el proyecto de la obra.

La fijación de las formaletas al suelo se hará mediante pasadores de anclaje que impidan cualquier desplazamiento vertical u horizontal, debiendo estar separados como máximo un metro (1 m), y existiendo el menos uno (1) en cada extremo de las formaletas o en la unión de las mismas.

En las curvas, las formaletas se acomodarán a los polígonos más convenientes, pudiéndose emplear formaletas rectas rígidas, de la longitud que resulte más adecuada. Se permitirá el uso de formaletas curvas con radios ajustados al solicitado en planos para la curva en particular.

Se deberá disponer de un número suficiente de formaletas para tener colocada, en todo momento de la obra, una longitud por utilizar igual o mayor que la requerida para tres (3) horas de trabajo, más la cantidad necesaria para permitir que el desformateado del concreto se haga a las dieciséis (16) horas de su colocación.

(II) Equipo para la construcción del pavimento. Estará integrado por una extendedora que dejará el concreto fresco repartido uniformemente; una terminadora transversal con elementos de enrase, compactación por vibración y alisado transversal; y una terminadora longitudinal que realice el alisado en dicho sentido.

Los vibradores superficiales deberán tener una frecuencia no inferior a tres mil quinientos (3.500) ciclos por minuto y los internos de cinco mil (5.000) ciclos por minuto.

Para el acabado superficial, se utilizarán llanas con la mayor superficie posible, que permitan obtener un acabado del pavimento al nivel correcto y sin superficies porosas.

(III) Elementos para la ejecución de las juntas. Para la ejecución de las juntas en fresco se empleará equipo apropiado, el que debe ser aprobado de previo por el Contratante.

Si las juntas se ejecutan sobre el concreto endurecido, se emplearán sierras cuyo disco requiere la aprobación previa del Contratante, en lo relacionado con el material, espesor y diámetro. Las sierras serán del tipo autopropulsadas a criterio del Contratante. Debe disponerse de las sierras necesarias para completar a tiempo la operación de corte de las juntas y de al menos una sierra de repuesto por cada equipo que se encuentre en obra. En caso de que el colado de las losas tenga un ancho mayor a un carril, el Contratista como mínimo deberá emplear una sierra adicional por cada carril que sea colado en forma simultánea. El número necesario de sierras se determinará mediante ensayos de velocidad de corte empleado en la construcción del pavimento.

(IV) Distribuidor de productos de curado. En caso de que el pavimento se vaya a curar con un producto químico que forme membrana, se debe disponer del equipo adecuado para que la aspersion sea homogénea en toda la superficie por curar y sin que se produzcan pérdidas por la acción del viento.

(3) Equipo necesario para la ejecución de los trabajos con pavimentadora de formaletas deslizantes. En este caso, los elementos requeridos para la construcción del pavimento serán los siguientes:

(a) Pavimentadora de formaletas deslizantes. La máquina pavimentadora de formaletas deslizantes deberá extender, compactar y enrasar uniformemente el concreto, de manera de obtener mecánicamente un pavimento denso y homogéneo.

La pavimentadora deberá estar equipada de un sistema guiado por hilo, debiendo actuar los mecanismos correctores cuando las desviaciones de la máquina respecto del hilo excedan de tres milímetros (3 mm) en alzada o diez (10 mm) en planta.

La máquina estará dotada de formaletas móviles de dimensiones, forma y resistencia suficiente para sostener lateralmente el concreto durante el tiempo necesario para la construcción del pavimento, con la sección transversal requerida.

La pavimentadora compactará adecuadamente el concreto por vibración interna en todo el ancho colocado, mediante vibradores transversales o una serie de unidades de vibrado longitudinal; en este caso, la separación entre unidades de vibrado estará comprendida entre quinientos y setecientos cincuenta milímetros (500 mm – 750 mm), medidos centro a centro. Además, la separación entre el centro de la unidad de vibrado externa y la cara interna de la formaleta correspondiente, no excederá de ciento cincuenta milímetros (150 mm). Se pueden utilizar separaciones menores siempre y cuando esta práctica sea recomendada por el fabricante de los equipos de colocación y aprobada por el Contratante.

La frecuencia de vibración de cada unidad no será inferior a cinco mil (5.000) ciclos por minuto y la amplitud de la vibración será la suficiente para ser perceptible en la superficie de concreto a lo largo de la longitud vibrante y a una distancia de trescientos milímetros (300 mm).

La longitud de la placa conformadora de la pavimentadora será la necesaria para que no se aprecien vibraciones en la superficie del concreto tras el borde posterior de la placa. Si la junta longitudinal se ejecuta en fresco, la pavimentadora deberá ir provista de los mecanismos necesarios para dicha operación.

(b) Elementos para la ejecución de juntas. Se requieren los mismos que se exigen en caso de que el pavimento se construya entre formaletas fijas. Se exceptúa el caso recién mencionado de la junta longitudinal en fresco, la cual deberá ser ejecutada por la misma pavimentadora.

(c) Distribuidor de productos de curado. Resulta aplicable todo lo pertinente del aparte (2) (IV) del presente artículo.

(1) Elementos de transporte. El transporte del concreto a la obra se realizará en camiones con elementos de agitación o en camiones cerrados de tambor giratorio o de tipo abierto, provistos de paletas, los cuales estarán equipados con cuentarrevoluciones. Deberán ser capaces de proporcionar mezclas homogéneas y descargar su contenido sin que se produzcan segregaciones.

En el caso de que la mezcla sea elaborada en plantas centrales, y siempre que lo apruebe el Contratante, la mezcla podrá ser transportada en camiones volquetes, cubiertas con una lona apropiada durante el transporte, que descarguen su contenido sin que se produzcan segregaciones.

(2) Equipo accesorio. Se requieren algunas herramientas menores como palas y llanas pequeñas, para hacer correcciones localizadas; cepillos para dar textura superficial, etc.

501.04 Operaciones de construcción.

(a) Explotación de materiales y elaboración de agregados. Las fuentes de materiales, así como los procedimientos y equipos empleados para la explotación de aquellas y para la elaboración de los agregados requeridos, precisan aprobación previa del Contratante, la cual no implica necesariamente la aceptación posterior de los agregados que el Contratista suministre o elabore de tales fuentes, ni lo exime de la responsabilidad de cumplir con todos los requisitos de esta especificación. Los procedimientos y equipos de explotación, clasificación, trituración, lavado y el sistema de almacenamiento deberán garantizar el suministro de un producto de calidad uniforme. Si el Contratista no cumple con estos requerimientos, el Contratante exigirá los cambios que considere necesarios.

Siempre que las condiciones lo permitan, los suelos orgánicos existentes en la capa superior de las canteras, deberán ser conservados para la posterior recuperación de las excavaciones y de la vegetación nativa. Al abandonar las canteras temporales, el Contratista remodelará el terreno para recuperar las características hidrológicas superficiales de ellas. Este procedimiento debe cumplir con las regulaciones ambientales vigentes.

(b) Estudio de la mezcla y obtención de la fórmula de trabajo. Con suficiente antelación al inicio de los trabajos, el Contratista suministrará al Contratante, para su verificación, muestras representativas de los agregados, cemento, agua y eventuales aditivos por utilizar, avaladas por los resultados de ensayos de laboratorio que garanticen la conveniencia de emplearlos en el diseño de la mezcla.

Una vez el Contratante efectúe las comprobaciones que considere necesarias y dé su aprobación a los materiales, cuando resulten satisfactorios de acuerdo con lo que establece la presente especificación, el Contratista diseñará la mezcla y definirá una fórmula de trabajo, la cual someterá a aprobación del Contratante. Dicha fórmula señalará:

- Proporciones en que deben mezclarse los agregados disponibles y la granulometría de los agregados combinados, por los tamices de 50,8 mm, 37,5 mm, 19,0 mm, 12,5 mm, 9,5 mm, 4,75 mm, 2,36 mm, 1,18 mm 600 mm, 150 mm y 75 mm (2", 1½", 1", ¾", ½", ⅜", y Nos. 4, 8, 16, 30, 50, 100 y 200).
- Las dosificaciones de cemento, agua libre y eventuales adiciones, por metro cúbico (m³) de concreto fresco.
- La consistencia del concreto.

La fórmula deberá reconsiderarse, cada vez que varíe alguno de los siguientes factores:

- El tipo, clase o categoría del cemento y su marca.
- Cuando cambien las propiedades de los agregados (granulometría, densidad, absorción).
- Cuando cambie alguna de las fuentes de agregados.
- El tipo, absorción o tamaño máximo del agregado grueso.
- El módulo de finura del agregado fino en más de dos décimas (0,2).
- La naturaleza o proporción de los aditivos.
- El método de puesta en obra.

Los documentos del proyecto indicarán la resistencia por exigir al concreto destinado a la construcción del pavimento. La resistencia especificada será la característica a flexotracción y a compresión a veintiocho (28) días, la primera en probetas prismáticas de sección cuadrada y la segunda en cilindros estándar.

Para cada dosificación ensayada, se controlarán la consistencia (AASHTO T 119), las resistencias a flexotracción (AASHTO T 97), a compresión (AASHTO T 22), ambas a siete (7) y veintiocho (28) días y, cuando se exija, el contenido de aire incluido (AASHTO T 152 o AASHTO T 196). Los especímenes de muestra serán curados de acuerdo con AASHTO T 23.

Los ensayos de resistencia se llevarán a cabo sobre probetas procedentes de cuatro (4) amasadas diferentes de concreto, confeccionando series de cuatro (4) probetas por amasada. De cada serie se ensayarán dos (2) probetas a siete (7) días y dos (2) a veintiocho (28) días, obteniéndose los valores medios de cada grupo de resultados. Se considerará como fórmula de trabajo la mezcla cuyo valor medio obtenido a veintiocho (28) días supere la resistencia especificada con margen suficiente para que sea razonable esperar que con la dispersión que introduce la ejecución de la obra, la resistencia característica real de ésta sobrepase la especificada.

La relación agua/cemento no será superior a 0,50 y el asentamiento, medido según la norma AASHTO T 119, deberá estar entre veinticinco y cuarenta milímetros (25 mm – 40 mm). En el caso de colocación manual del concreto, y como excepción a lo establecido en la Tabla 501-2, pueden permitirse asentamientos de hasta 100 mm, siempre y cuando se utilicen aditivos retardadores de fragua en la fórmula de trabajo, debidamente aprobados por el Contratante y empleados de acuerdo con las especificaciones dadas por el fabricante.

(c) Ensayos característicos de obra y ejecución de tramos de prueba. Estos ensayos tienen por objeto verificar que con los medios disponibles en la obra, resulta posible fabricar un concreto de las características exigidas.

Para cada dosificación de posible aplicación en obra, determinada a partir de los ensayos previos de laboratorio en tramos de prueba, se efectuarán ensayos de resistencia sobre probetas prismáticas procedentes de seis (6) amasadas diferentes, confeccionando dos (2) probetas por amasada, las cuales se ensayarán a flexotracción a siete (7) días, obteniéndose el valor medio de los resultados de las roturas. Para cada serie de probetas se controlará la resistencia y, de ser necesario, el aire incluido, con los mismos métodos empleados para los ensayos previos. Si el valor medio de la resistencia obtenida a los siete (7) días es igual o superior al ochenta por ciento (80%) de las resistencias especificadas a los veintiocho (28) días, y no se han obtenido resultados fuera de especificación para la consistencia o el aire incluido, se efectuará un tramo de prueba con concreto de dicha dosificación. En caso contrario, se harán los ajustes necesarios hasta conseguir un concreto que cumpla las exigencias de este numeral. El tramo de prueba, cuya longitud será determinada por el Contratante, en consideración al método de colocación, podrá ser construido por fuera de la calzada por pavimentar. El tramo servirá para verificar que los medios de vibración disponibles son capaces de compactar adecuadamente el concreto en todo el espesor del pavimento, que se cumplen las limitaciones de regularidad y rugosidad establecidas por la presente especificación, que el proceso de curado y protección del concreto fresco es adecuado y que las juntas se realizan correctamente.

En caso de que los resultados del primer tramo no sean satisfactorios, se construirán otros introduciendo variaciones en los equipos, métodos de ejecución o, incluso, en la dosificación, hasta obtener un pavimento con las condiciones exigidas. Logrado esto, se podrá proceder a la construcción del pavimento.

Del trabajo satisfactorio se extraerán seis (6) testigos cilíndricos a los cincuenta y cuatro (54) días de la puesta en obra, para la determinación de la resistencia del concreto, cada uno de los cuales distará del más próximo cuando menos siete metros (7 m) en sentido longitudinal y estarán separados más de quinientos milímetros (500 mm) de cualquier junta o borde. Estos testigos se ensayarán a tracción indirecta (ASTM C 496) a la edad de cincuenta y seis (56) días, luego de ser sometidos a curado húmedo durante las cuarenta y ocho (48) horas previas al ensayo.

(d) Preparación de la superficie existente. La mezcla no se extenderá hasta que se compruebe que la superficie sobre la cual se va a colocar tenga la densidad apropiada y las cotas indicadas en los planos o definidas por el Contratante. Todas las irregularidades que excedan las tolerancias establecidas en la especificación de la unidad de obra correspondiente, se corregirán de acuerdo con lo establecido en ella, a plena satisfacción del Contratante.

Cuando se emplee el método de construcción con formaletas fijas, se controlará que su altura libre corresponda efectivamente al espesor de diseño de las losas.

Antes de verter el concreto, se saturará la superficie de apoyo de las losas sin que se presenten charcos o, si el proyecto lo contempla, se cubrirá con papel especial o material plástico con traslapes no inferiores a ciento cincuenta milímetros (150 mm) y plegándose lateralmente contra las formaletas, cuando éstas se utilicen. El traslapo se hará teniendo en cuenta la pendiente longitudinal y transversal, para asegurar la impermeabilidad.

En todos los casos, se prohibirá circular sobre la superficie preparada, salvo las personas y equipos indispensables para la ejecución del pavimento.

(e) Elaboración de la mezcla.

(1) Manejo y almacenamiento de los agregados finos. No se permitirá ningún método de manejo y almacenamiento de los agregados que pueda causar segregación, degradación, mezcla de distintos tamaños o contaminación con suelo u otros materiales.

La cantidad de los agregados almacenados al iniciar las obras, debe ser suficiente para diez (10) días de trabajo.

(2) Suministro y almacenamiento del cemento. El cemento en sacos se deberá almacenar en sitios secos y aislados del suelo, en acopios de no más de siete metros (7 m) de altura.

Si el cemento se suministra a granel, se deberá almacenar en sitios aislados de la humedad. La capacidad máxima de almacenamiento será la suficiente para el consumo de dos (2) jornadas de producción normal.

Todo cemento que tenga más de dos (2) meses de almacenamiento en sacos o tres (3) meses en silos, deberá ser examinado por el Contratante, para verificar si aún es susceptible de utilización.

(3) Almacenamiento de aditivos. Los aditivos se protegerán convenientemente de la intemperie y de toda contaminación. Los sacos de productos en polvo se almacenarán bajo cubierta y observando las mismas precauciones que en el caso del almacenamiento del cemento. Los aditivos suministrados en forma líquida se almacenarán en recipientes estancos. Los aditivos químicos líquidos deberán almacenarse en lugares protegidos de la acción directa de los rayos solares y de temperaturas menores a los 5 grados centígrados.

(4) Básculas. Las básculas para el pesaje de los materiales deben tener una precisión mínima de uno por ciento ($\pm 1\%$). Se calibrarán cada vez que el Contratante lo considere necesario y, como mínimo, cada quince (15) días.

Al iniciar las obras, el Contratista deberá certificar la precisión de las básculas según lo solicitado por el cartel de licitación, empleando para ello una empresa certificada por el fabricante de las básculas y aprobada por el Contratante. El Contratista deberá tener en obra unas masas calibradas y proceder a calibrar la báscula cada vez que el Contratante lo solicite o cada 15 días de trabajo continuo. En todos los casos las tolerancias no deberán ser menores al 1% del peso de cada una de las materias primas empleadas.

El equipo de pesaje estará aislado contra vibraciones y movimientos de otros equipos de la planta de forma que, cuando la planta esté en funcionamiento, las lecturas no varíen en más de uno por ciento ($\pm 1\%$) para los diferentes ingredientes.

(5) Dosificación del concreto. Los agregados y el cemento a granel para la fabricación del concreto se dosificarán por peso, por medio de equipos automáticos de dosificación.

En la fórmula de trabajo, las dosificaciones de los agregados se establecerán en peso de materiales secos, teniéndose en cuenta su humedad al ajustar los dispositivos de pesaje. En el momento de su dosificación, los agregados tendrán una humedad suficientemente baja para que no se produzca un escurrimiento de agua durante el transporte desde la planta de dosificación al dispositivo de mezclado y lo suficientemente alta para evitar la absorción de agua libre de la mezcla y la producción de cambios volumétricos en el concreto por este motivo.

El cemento a granel deberá ser pesado en una báscula independiente de la utilizada para dosificar los agregados.

Los aditivos en polvo se medirán en peso y los aditivos líquidos o en pasta, se medirán en peso o en volumen, con una precisión de tres por ciento ($\pm 3\%$) de la cantidad especificada.

(6) Mezcla de los componentes. La mezcla se realizará en una planta central. En obras de pequeño volumen se podrá autorizar la mezcla en camiones mezcladores, cuyas características deben ser de aceptación del Contratante. Los componentes de la mezcla se introducirán en la mezcladora de acuerdo con una secuencia previamente establecida por el Contratista y aprobada por el Contratante. Los aditivos en forma líquida o en pasta se añadirán al agua antes de su introducción en la mezcladora. Los aditivos en polvo se introducirán en la mezcla junto con el cemento o los agregados, excepto cuando el aditivo contenga cloruro de calcio, en cuyo caso

se añadirá en seco mezclado con los agregados, pero nunca en contacto con el cemento; no obstante, en este último caso se prefiere agregarlo en forma de disolución.

Los materiales deberán mezclarse durante el tiempo necesario para lograr una mezcla íntima y homogénea de la masa, sin segregación. Su duración mínima se establecerá mediante las pruebas pertinentes y deberá contar con la aprobación del Contratante.

(f) Transporte de concreto. El transporte entre la planta y la obra se efectuará de la manera más rápida posible, empleando alguno de los medios descritos en el aparte 4 del artículo 501.03. El concreto se podrá transportar a cualquier distancia, siempre y cuando no pierda sus características de trabajabilidad, se encuentre todavía en estado plástico en el momento de la descarga y cumpla con las especificaciones de revenimiento y resistencia.

En el caso de construcción en tiempo caluroso, se cuidará de que no se produzca desecación de la mezcla durante el transporte. Si a juicio del Contratante existe tal riesgo, se deberán utilizar retardadores de fraguado. En caso necesario y con las debidas pruebas, el Contratante podrá autorizar la adición de aditivos retardadores de fragua a los camiones mezcladores, en cuyo caso deberá asegurarse que la mezcla sea revuelta en el camión mezclador por un lapso no menor de cinco minutos.

(g) Colocación de formaletas. Cuando la obra se ejecute entre formaletas fijas, éstas podrán constituir por sí mismas el camino de rodadura de las máquinas de construcción del pavimento o podrán tener un carril para atender esa función. En cualquier caso, deberán presentar las características señaladas en la presente especificación. Las caras interiores de las formaletas aparecerán siempre limpias, sin restos de concreto u otras sustancias adheridas a ellas. Antes de verter el concreto, dichas caras se recubrirán con un producto antiadherente, cuya composición y dosificación deberán ser aprobadas previamente por el Contratante.

Cuando la máquina utilice como formaleta un bordillo o una franja de pavimento construido previamente, éste deberá tener una edad de cuando menos tres (3) días.

(h) Colocación de elementos de guía para pavimentadoras de formaletas deslizantes. El espaciamiento de los piquetes (jalones) que sostienen el hilo guía no puede ser mayor de cinco metros (5 m), quedando a criterio del Contratante autorizar espaciamientos mayores, hasta diez metros (10m), en obras menores. El hilo guía deberá ser preferiblemente un cable de acero, el cual se deberá tensar de modo que la deflexión máxima entre jalones sea menor de 1 mm.

Cuando se vierta concreto en una franja adyacente a otra existente, se tomarán las mismas precauciones que en el caso de trabajar entre formaletas fijas.

501.05 Acabado superficial. El acabado superficial longitudinal del concreto recién colado podrá proporcionarse mediante llanas mecánicas y a continuación, mediante el arrastre de tela de yute o bandas de cuero húmedas. Posteriormente con un equipo de texturizado por medio de herramientas manuales desarrolladas específicamente para este trabajo, se procederá a realizar el texturizado transversal mediante una rastra de alambre en forma de peine, con una separación entre dientes de 20 milímetros, ancho de dientes de 3 milímetros y con una profundidad de penetración máxima de 6 milímetros y mínima de 3 milímetros a todo lo ancho de la superficie pavimentada. Esta operación se realizará cuando el concreto esté lo suficientemente plástico para permitir el texturizado, pero lo suficientemente seco para evitar que el concreto fluya hacia los surcos formados por esta operación.

El acabado final deberá proporcionar una superficie de rodamiento con las características mínimas de seguridad (coeficiente de fricción) y de comodidad (índice de perfil) que se indican en seguida.

Una vez terminados los trabajos de construcción de las losas correspondientes a un día, y durante las siguientes cuarenta y ocho (48) horas, el contratista se obligará a realizar los estudios necesarios para garantizar el acabado final de la superficie de rodamiento. Dichos estudios consistirán en la determinación del índice de perfil de acuerdo con la especificación complementaria correspondiente a la determinación de la calidad de la superficie terminada (rugosidad). El contratista deberá garantizar que el índice de perfil del pavimento construido cumpla con la especificación complementaria correspondiente y con las tolerancias incluidas en esta especificación.

En caso que se requiera y cuando lo solicite el Contratante, para efectos de frenado, el Contratista deberá garantizar mediante estudios que realice, que la superficie terminada presenta una resistencia al derrapamiento que, al medirse con un dispositivo de medición continua, arroje un valor igual o mayor de siete décimas (0.7) en condiciones de pavimento mojado y a velocidad de setenta y cinco kilómetros por hora (75 kph); la medición se realizará por lo menos sobre la huella de la rodera externa de cada carril (ASTM E 670).

501.06 Protección del concreto fresco. Durante el tiempo de fraguado, el concreto deberá ser protegido contra el lavado por lluvia, la insolación directa, el viento y la humedad ambiente baja.

Para ello se dispondrá en obra de toldos a base de manteados o plásticos que eviten el lavado de las texturas superficiales de las losas o, si lo ameritara, de la

acción directa de los rayos solares. Los mismos deberán colocarse cada vez que sea necesario o cuando lo indique el Contratante. Si el Contratista no atiende esta orden y las losas sufren un lavado del acabado superficial, deberá someter por su cuenta la superficie a un ranurado transversal, de acuerdo con las indicaciones del Contratante.

Durante el período de protección, que en general no será inferior a tres (3) días a partir de la colocación del concreto, estará prohibido todo tipo de tránsito sobre él, excepto el necesario para el aserrado de las juntas cuando se empleen sierra mecánicas.

501.07 Curado. El curado deberá hacerse inmediatamente después del acabado final, cuando el concreto empiece a perder su brillo superficial. Esta operación se efectuará aplicando en la superficie una membrana de curado a razón de un litro por metro cuadrado (1 lt/m²), para obtener un espesor uniforme de aproximadamente un milímetro (1 mm), que deje una membrana impermeable y consistente de color claro que impida la evaporación del agua que contiene la mezcla del concreto fresco. Su aplicación debe realizarse con irrigadores mecánicos a presión o por medio de aspersores manuales que garanticen la perfecta aplicación de la membrana en todas las caras expuestas de la losa vertical u horizontal.

El espesor de la membrana podrá reducirse si de acuerdo con las características del producto que se use se puede garantizar su integridad, cubrimiento de la losa y duración de acuerdo con las especificaciones del fabricante de la membrana de curado, sin embargo esta reducción no podrá ser de más de un 15%.

En el caso de que durante la época de pavimentación se presenten vientos fuertes rasantes, combinados o no con temperaturas ambiente elevadas, se deberá proveer una doble capa de membrana de curado, aplicándose la primera capa inmediatamente después del flotado del concreto y la segunda posterior al texturizado transversal.

Durante el tiempo de endurecimiento del concreto, deberá protegerse la superficie de las losas contra acciones accidentales de origen climático, de herramientas o del paso del equipo o seres vivos. El contratista será responsable único del costo y trabajos correspondientes para la reparación de desperfectos causados en la losa de concreto o por cualquiera de las causas arriba mencionadas. El procedimiento para la reparación deberá ser previamente autorizado por el Contratante. Los trabajos de reparación quedarán cubiertos por la misma garantía que aplica a los trabajos de pavimentación.

(a) Curado con productos químicos que forman película impermeable.

Cuando el curado se realice con productos de este tipo, ellos se deberán aplicar inmediatamente hayan concluido las labores de colocación y acabado

del concreto y el agua libre de la superficie haya desaparecido completamente. Sin embargo, bajo condiciones ambientales adversas de baja humedad relativa, altas temperaturas, fuertes viento o lluvias, el producto deberá aplicarse antes de cumplirse dicho plazo.

El producto de curado que se emplee deberá cumplir las especificaciones dadas por el fabricante y la dosificación de estos productos se hará siguiendo las instrucciones del mismo. Su aplicación se llevará a cabo con equipos que aseguren su aspersión como un rocío fino, de forma continua y uniforme. El equipo aspersor deberá estar en capacidad de mantener el producto en suspensión y tendrá un dispositivo que permita controlar la cantidad aplicada de la membrana.

Cuando las juntas se realicen por aserrado, se aplicará el producto de curado sobre las paredes de ellas. También se aplicará sobre áreas en las que, por cualquier circunstancia, la película se haya estropeado durante el período de curado, excepto en las proximidades de las juntas cuando ellas ya hayan sido selladas con un producto bituminoso.

No se permitirá la utilización de productos que formen películas cuyo color sea negro.

(b) Curado por humedad. Cuando se opte por este sistema de curado, la superficie del pavimento se cubrirá con telas de yute, arena u otros productos de alto poder de retención de humedad, una vez que el concreto haya alcanzado la suficiente resistencia para que no se vea afectado el acabado superficial del pavimento.

Mientras llega el momento de colocar el producto protector, la superficie del pavimento se mantendrá húmeda aplicando agua en forma de rocío fino y nunca en forma de chorro. Los materiales utilizados en el curado se mantendrán saturados todo el tiempo que dure el curado.

No se permite el empleo de productos que ataquen o decoloren el concreto.

501.08 Desformaletado. Cuando el pavimento se construya entre formaletas fijas, el desformaletado se efectuará luego de transcurridas dieciséis (16 horas) a partir de la colocación del concreto. En cualquier caso, el Contratante podrá aumentar o reducir el tiempo, en función de la resistencia alcanzada por el concreto.

501.09 Juntas. Las juntas deberán ajustarse al alineamiento, dimensiones y características consignadas en el proyecto.

Después del curado de las losas se procederá al corte de las juntas transversales y longitudinales con discos abrasivos si se realizan los cortes en

seco, o con discos de diamante que enfriados con agua. El corte de las juntas deberá comenzar por las transversales de contracción, e inmediatamente después continuar con las longitudinales. Este corte deberá realizarse cuando el concreto presente las condiciones de endurecimiento propicias para su ejecución y antes de que se produzcan agrietamientos no controlados. El contratista será el responsable de elegir el momento propicio para efectuar esta actividad sin que se presente pérdida de agregado en la junta o desmoronamiento de los bordes de los cortes o de la losa; sin embargo, una vez comenzado el corte deberá continuarse hasta finalizar todas las juntas. El inicio de los trabajos deberá iniciar entre las 4 ó 6 horas de haber colocado el concreto y deberá terminar antes de 12 horas después del colado. Las losas que se agrieten por aserrado inoportuno deberán ser demolidas y/o reparadas de acuerdo y a satisfacción del Contratante.

En el caso de que se requiera de cortes de juntas en dos etapas (escalonados), el segundo corte no deberá realizarse antes de 48 horas después del colado.

En la construcción de las juntas deberá considerarse la siguiente clasificación:

- Longitudinales de contracción aserradas y con barras de amarre (Tipo A)
- Transversales de contracción aserradas y con pasajuntas (Tipo B)
- Longitudinales de construcción y con barras de amarre (Tipo C)
- Transversales de construcción cimbradas con pasajuntas (Tipo D)

Las juntas longitudinales y transversales de contracción aserradas y con barras de amarre ó pasajuntas (Tipos A y B) se construirán en los sitios que indique la sección típica del proyecto de acuerdo con lo indicado en los planos del proyecto.

La junta longitudinal de construcción con barras de amarre (Tipo C) quedará formada en la unión de la junta fría entre las dos franjas de pavimentación como se indica en el proyecto.

Las juntas transversales de construcción con pasajuntas (Tipo D) se construirán en los lugares predeterminados para finalizar el colado del día, coincidiendo siempre con una junta transversal de contracción y alineada perpendicularmente al eje del camino; estas juntas se construirán de acuerdo con lo indicado en el proyecto y se colocarán pasajuntas a todo lo ancho de la sección transversal.

Cuando por causas de fuerza mayor sea suspendido el colado por más de 30 minutos, se procederá a construir una junta transversal de emergencia con la que se suspenderá el colado hasta que sea posible reiniciarlo, a menos que según el criterio del Contratante el concreto se encuentre todavía en condiciones de trabajabilidad adecuadas. La configuración de las juntas transversales de emergencia será exactamente igual que la de las juntas transversales de construcción (Tipo D).

La localización de la junta transversal de emergencia se establecerá en función del tramo que se haya colado a partir de la última junta transversal de contracción trazada. Si el tramo colado es menor que un tercio de la longitud de la losa, se deberá remover el concreto fresco para hacer coincidir la localización de la junta de emergencia con la transversal de contracción inmediata anterior. En caso de que la emergencia ocurra en el tercio central de la losa, se deberá establecer la localización de la junta de emergencia cuidando que la distancia de ésta a cualquiera de las dos juntas transversales de contracción adyacentes no sea menor que 1.5 metros. Si la emergencia ocurre en el último tercio de la longitud de la losa, se deberá remover el concreto fresco para que la localización de la junta transversal de emergencia sea en el tercio medio de la losa.

Las juntas transversales de construcción y las juntas transversales de emergencia deberán formarse hincando en el concreto fresco una frontera metálica que garantice la perpendicularidad del plano de la junta con el plano de la superficie de la losa. Esta frontera o cimbra deberá contar con orificios que permitan la instalación de pasajuntas en todo lo ancho de la losa con el alineamiento y espaciamiento correctos, independientemente de que los documentos de construcción no indiquen pasajuntas en los acotamientos. Estas juntas serán vibradas con vibradores de inmersión para garantizar la consolidación correcta del concreto en las esquinas y bordes de la junta.

Las ranuras aserradas deberán inspeccionarse para asegurar que el corte se haya efectuado hasta la profundidad especificada. Toda materia extraña que se encuentre dentro de todos los tipos de juntas deberá extraerse mediante agua a presión, chorro de arena (sand blast) y aire a presión los cuales deberán ser aplicados siempre en una misma dirección. El uso de este procedimiento deberá garantizar la limpieza total de la junta y la eliminación de todos los residuos del corte.

La longitud de las losas en el sentido longitudinal será de acuerdo a lo indicado en el proyecto, con la tolerancia que se indique en los planos y especificaciones especiales, coincidiendo siempre el aserrado de las juntas transversales con el centro de la longitud de las pasajuntas. El alineamiento de las juntas longitudinales será el indicado en el proyecto, con la tolerancia establecida en los planos y especificaciones especiales.

Deberán tomarse las precauciones necesarias para evitar que se dañen los bordes de las juntas por impactos del equipo o de la herramienta que se estén utilizando en la obra. En el caso de que produzcan daños en las juntas, el contratista deberá corregirlos sin cargo alguno formando una caja mínima de 50 centímetros de ancho por 50 centímetros de largo por un medio del espesor de la losa de profundidad por medio de la utilización de cortadoras de disco. No se permite el uso de equipos de impacto para el formado de la caja. El concreto a ser empleado en la reparación deberá ser del tipo que no presente contracción ni cambio volumétrico alguno por las reacciones de hidratación del cemento.

501.10 Junta pavimento – bordillo. La junta entre el pavimento de concreto con el bordillo no es considerada como parte de la estructura del pavimento, por lo que no se requiere de algún refuerzo de amarre. Sin embargo, es probable que se pudiera producir cierta separación entre ambos con el paso de los años. Para evitar esta separación, se colocará una varilla de amarre del #4 de 90 cm de longitud a cada 120 cm y se sellará esta junta con el mismo material empleado en las juntas del pavimento. Las varillas de acero de amarre deberán ser de grado 40 ($f_y=3250 \text{ kg/cm}^2$) pudiéndose doblar a 90° en caso de ser necesario. La construcción del bordillo se realizará posteriormente.

501.11 Apertura al tránsito. El pavimento se abrirá al tránsito cuando el concreto haya alcanzado una resistencia a flexotracción del ochenta por ciento (80%) de la especificada a veintiocho (28) días. A falta de esta información, el pavimento se podrá abrir al tránsito sólo después de transcurridos catorce (14) días desde la colocación del concreto.

501.12 Defectos en las juntas a causa del aserrado. Si a causa de un aserrado prematuro se presentan descascaramientos en las juntas, deberán ser reparados por el Contratista, a su costa, con un mortero de resina epóxica aprobado por el Contratante.

501.13 Conservación. El pavimento de concreto hidráulico deberá ser mantenido en perfectas condiciones por el Contratista, hasta el recibo definitivo de los trabajos.

501.14 Tolerancias. Para dar por recibida la construcción de las losas de concreto hidráulico se verificarán el alineamiento, la sección en su forma, espesor, anchura y acabado, de acuerdo con lo fijado en el proyecto y/o ordenado por el Contratante, con las siguientes tolerancias:

**Tabla 502-3
Tolerancias – Generales**

Caso	Tolerancia
Pendiente transversal con respecto a la del proyecto	$\pm 0.5\%$
Coefficiente de fricción inicial de la superficie de rodamiento	0.70 mínimo

Para la determinación de la deficiencia en el espesor de la losa y el factor de ajuste aplicable para cada sección de 500 metros, se deberá seguir el procedimiento indicado en la especificación complementaria correspondiente, incluida en estas especificaciones.

Para la determinación de la calidad de la superficie terminada del pavimento y el factor de ajuste aplicable para cada sección de 200 metros, se deberá seguir el procedimiento indicado en la especificación complementaria correspondiente, incluida en estas especificaciones.

501.15 Espesor de la losa del concreto

(a) Extracción de Núcleos. Se deberán extraer núcleos del pavimento de concreto en los lugares especificados por el Contratante después de que se hayan llevado a cabo todas las correcciones requeridas y antes de que se efectúe la aceptación final del pavimento. El espesor del pavimento se deberá determinar siguiendo los lineamientos de la especificación ASTM C 42 y ASTM C 174.

Para el propósito de establecer un precio unitario ajustado del pavimento, se considerarán unidades de 500 metros de longitud en cada carril de circulación comenzando por el extremo del pavimento con el cadenamiento menor. La última unidad en cada carril de circulación será de 500 metros más la fracción restante para el final del pavimento.

El Contratante solicitará la extracción de un núcleo del pavimento por cada unidad de 500 metros en cada carril de circulación en el lugar especificado o seleccionado aleatoriamente. Cuando el espesor del pavimento medido según los lineamientos de la especificación ASTM C 174 no sea deficiente en más de 5 milímetros con respecto al especificado en los documentos de construcción, se efectuará el pago completo de la unidad. Cuando el espesor del pavimento sea deficiente en más de 5 milímetros, pero en menos de 20 milímetros, se deberán obtener dos núcleos adicionales dentro de la unidad en estudio a costo del contratista. Los dos núcleos adicionales para cualquier unidad de 500 metros deberán ser obtenidos a intervalos no menores que 150 metros. Si el promedio del espesor de losa obtenido de los tres núcleos no es deficiente en más de 5 milímetros, se efectuará el pago completo de la unidad. En el caso de que el promedio del espesor de losa obtenido a partir de los tres núcleos sea deficiente en más de 5 milímetros, pero no menos que 20 milímetros, se pagará un precio ajustado de la unidad según se indica más adelante, empleando para esto el espesor de losa promedio obtenido a partir de los tres núcleos de concreto.

Para el cálculo del espesor de losa promedio, aquellos espesores que sean mayores que el espesor indicado en los documentos de construcción por más de 5 milímetros serán considerados como el espesor indicado más 5 milímetros. De la misma forma, aquellos espesores de losa que sean menores que el espesor indicado en los documentos de construcción en más de 20 milímetros serán considerados como el espesor indicado menos 20 milímetros.

Cuando el espesor de cualquier núcleo de concreto sea deficiente por más de 20 milímetros, el espesor del pavimento en esta área se determinará por medio de la extracción de núcleos a intervalos de 5 metros paralelos al eje del camino en ambas direcciones a partir del núcleo que se encontró deficiente hasta que se obtenga en cada una de las direcciones un núcleo que no sea deficiente por más de 20 milímetros. Estos núcleos de exploración no serán incluidos para el cálculo del espesor promedio de la losa con el fin de obtener un precio ajustado. Los núcleos de exploración serán empleados solamente para determinar la longitud de pavimento dentro de la unidad en estudio que será removida sin que el contratista reciba pago alguno por esa área.

Cualquier área del pavimento que sea deficiente por más de 20 milímetros, pero no por más del valor mayor de entre 25 milímetros o 1/8 del espesor indicado en los documentos de construcción no será sujeta de pago al contratista.

Cualquier área de pavimento que se encuentre deficiente en más de 25 milímetros o 1/8 del espesor indicado de la losa en los documentos de construcción, lo que sea mayor, deberá ser removida y remplazada, a solicitud del Contratante, con concreto de resistencia y espesor indicado en los documentos de construcción sin que el contratista reciba pago alguno por los trabajos adicionales.

(b) Ajuste de Precio. El pago de la losa de concreto para cada unidad de análisis de 500 metros por carril se efectuará de acuerdo a la siguiente tabla de tolerancias. La deficiencia en espesor determinada por núcleos será el resultado de aplicar los procedimientos anteriormente descritos para cada unidad de análisis de 500 metros por carril de circulación.

**Tabla 501 – 4
Tolerancias – Espesor de losa de concreto**

Deficiencia en espesor de losa determinada por cada sección de 500 m	Factor de ajuste aplicable sobre el precio unitario contratado
De 0.0 a 5.0 mm	1.00
De 5.1 a 7.5 mm	0.85
De 7.6 a 10.0 mm	0.75
Mayor que 10.0 mm	SUBSTITUIR

501.16 Índice de rugosidad superficial para la losa de concreto

(a) **Generalidades.** El contratista deberá proveer y mantener durante el tiempo que dure la obra un perfilómetro que cumpla con las especificaciones ASTM E-1274. La calibración del equipo, siguiendo los lineamientos de la misma especificación, deberá ser verificada por el Contratante antes de su uso en el proyecto. Los resultados del ensayo del perfilómetro serán evaluados por el Contratante.

(b) **Alcance.** El ensayo de la superficie de pavimento será limitado a aquellos pavimentos con más de 200 metros de longitud de construcción.

Aquellos pavimentos con curvas horizontales que tengan un radio de curvatura al eje del camino menor que 300 metros no serán ensayados, al igual que las transiciones de la sobre-elevación correspondiente a dichas curvas. El pavimento comprendido dentro de los 5 metros subsecuentes a un pavimento existente no colocado dentro de este proyecto, o a una estructura o losa de aproximación, no será ensayado por medio del perfilómetro. Para estos casos deberá emplearse una regla de 3 metros de longitud, y las irregularidades comprendidas en cualquier dirección (en el caso de que existan) no deberán exceder 5 milímetros. Para la corrección de irregularidades que no cumplan con la tolerancia aquí especificada se empleará aquel método aprobado previamente por el Contratante con cargo al contratista.

(c) **Perfiles del Pavimento.** Cada carril de circulación deberá ser evaluado como a continuación se indica.

La obtención del perfil del pavimento comenzará a 5 metros dentro del concreto previamente colocado, y será medido a lo largo de las líneas imaginarias que son paralelas a aquellas que delimitan cada carril de circulación, y que están ubicadas aproximadamente a 1 metro dentro del carril que está siendo evaluado. Las mediciones efectuadas a lo largo del pavimento siendo evaluado serán divididas en tramos consecutivos de 200 metros cada uno, con el fin de establecer secciones que podrán tener un premio o una deducción debido a la calidad de la superficie terminada. El índice de perfil a considerar para evaluar cada sección de 200 metros será el promedio de las dos mediciones tomadas dentro del ancho de cada carril de circulación evaluado.

Alternativamente, cuando se lleve a cabo pavimentación completa del ancho de corona en una sola pasada del tren de pavimentación, y la sección transversal del pavimento esté compuesta por al menos dos carriles de circulación más los acotamientos correspondientes, se podrá obtener sólo un perfil del pavimento por carril de circulación para efectos de esta evaluación. El índice de perfil a considerar para evaluar cada sección de 200 metros será

el promedio de todas las mediciones tomadas en la sección transversal que cumpla con lo aquí estipulado.

(d) Control de la superficie del pavimento. Al inicio de las operaciones de pavimentación, ya sea al arranque de la pavimentación o después de tiempos prolongados de inactividad, la superficie del pavimento será revisada con el perfilómetro, tan pronto como sea posible sin dañar la superficie del pavimento. El propósito de este ensayo es ayudar al contratista a evaluar los métodos y equipos de pavimentación. La longitud de esta sección de prueba inicial no deberá exceder 400 metros. Cuando los métodos de pavimentación y el equipo empleado produzcan un índice de perfil dentro de tolerancia sin castigo, o menor, el Contratista podrá proceder con las operaciones de pavimentación. En el caso de que este índice de perfil inicial exceda de la tolerancia sin castigo, el contratista deberá efectuar correcciones en sus operaciones de pavimentación, las cuales deberán ser aprobadas por el Contratante, antes de que pueda proceder a pavimentar y evaluar otra sección de prueba de 400 metros.

(e) Índice de perfil promedio diario. Un día de pavimentación será definido como un mínimo de 200 metros de longitud de pavimento colocado durante un mismo día. Cuando la colocación de concreto de un solo día no exceda 200 metros de longitud, dicha pavimentación deberá ser agrupada con la del día de pavimentación inmediato siguiente. Los perfiles del pavimento deberán medirse tan pronto como sea práctico y posible, pero no más tarde que el siguiente día de trabajo.

El índice de perfil promedio deberá ser determinado para cada día de pavimentación por medio del promedio aritmético de todos los índices de perfil calculados por cada una de las secciones de 200 metros comprendidas dentro de la longitud de pavimentación del día correspondiente. Cuando el índice de perfil promedio diario exceda el valor de reposición, las operaciones de pavimentación, deberán ser suspendidas inmediatamente hasta que el contratista efectúe las correcciones pertinentes que sean aprobadas por el Contratante. Para reanudar las operaciones de pavimentación, el contratista deberá cumplir con lo estipulado en el procedimiento correspondiente al arranque de las operaciones de pavimentación, incluido en esta especificación.

(f) Evaluación del pavimento y correcciones. Después de que la superficie del pavimento sea ensayada, todas aquellas áreas que presenten una desviación igual o mayor a 10 milímetros en 7.5 metros o menos deberán corregirse. Después de su corrección deberán ensayarse de nuevo para verificar el cumplimiento de lo aquí estipulado.

Después de la corrección individual de todas las desviaciones, cualquier sección de 200 metros de longitud que presente un índice de perfil mayor

que el correspondiente de corrección deberá ser corregida para reducir dicho índice al valor de tolerancia sin castigo o menor. Estas secciones de pavimento donde se han requerido correcciones deberán ser ensayadas una vez que dichas correcciones estén incluidas para asegurar que efectivamente se ha reducido el índice de perfil al correspondiente a tolerancia sin castigo o menos.

Cuando el índice de perfil de cualquier sección de 200 metros exceda de la tolerancia sin castigo, pero no exceda el valor de corrección, el contratista podrá elegir entre corregir la calidad de la superficie terminada o aceptar una penalización dentro de su precio unitario de pavimento debido a la calidad deficiente de dicha superficie terminada.

Todos los trabajos de corrección que deberán efectuarse a la superficie terminada del pavimento serán con cargo al contratista. Todo método de corrección de la superficie del pavimento deberá ser aprobado por el Contratante. No se le permitirá al contratista efectuar trabajos de corrección por medio del empleo de equipos de impacto que puedan dañar la estructura de pavimento ni mediante retoques superficiales adheridos.

Una vez que se efectúen los trabajos de corrección de la superficie del pavimento donde así se requiera, el contratista deberá restablecer a satisfacción del Contratante, la textura de dicha superficie.

Todos los trabajos de corrección de calidad de superficie del pavimento deberán ser efectuados antes de que se determinen los espesores de losa para pago según la especificación complementaria correspondiente.

(g) Ajuste de precio. Los ajustes en el precio unitario de la losa de concreto por calidad de la superficie terminada del pavimento serán de acuerdo a la siguiente tabla.

**Tabla 502-4
Tolerancias – Índice de perfil del pavimento**

Índice de perfil en cm por Km por cada sección de 200 m	Factor de ajuste aplicable sobre el Precio Unitario Contratado
5.0 o menos	1.05
5.0 a 8.0	1.04
8.0 a 11.0	1.03
11.0 a 14.0	1.02
17.0 a 20.0	1.01
20.0 a 22.5	1.00
22.5 a 25.0	0.98
25.0 a 27.5	0.96

27.5 a 30.0	0.94
30.0 a 32.5	0.92
32.5 a 35.0	0.90
Más de 35.0	CORREGIR

El premio o deducción por calidad de superficie terminada del pavimento será calculado para cada sección de 200 metros.

No se pagará premio alguno por aquellas secciones que originalmente presentaron un índice de perfil mayor al de corrección.

Medición

501.17 El pavimento de concreto de cemento Portland será medido en metros cuadrados. El ancho se medirá horizontalmente incluyendo el sobre ancho permitido en las curvas. La longitud debe medirse horizontalmente a lo largo de la línea de centro de la carretera.

El sellado de juntas se medirá conforme a lo establecido en la Sección 502.

La remoción y disposición del material inadecuado en la subbase o subrasante se medirá de acuerdo a la Sección 204.

La medición de los parches y material de nivelación usados para reemplazar el material inadecuado removido de la calzada se hará en base a las Secciones aplicables de estas especificaciones.

Pago

501.18 . El pago se hará al precio del contrato por toda obra ejecutada de acuerdo con esta especificación y aceptada a satisfacción del Contratante.

El precio unitario deberá cubrir todos los costos de adquisición, obtención de permisos y derechos de explotación o alquiler de las fuentes de materiales y el descapote y la preparación de las zonas por explotar. Deberá cubrir, también, todos los costos de explotación de las fuentes de materiales; la selección, trituración, eventual lavado y clasificación de los materiales pétreos; el suministro, almacenamiento, desperdicios, cargues, transportes, descargues y mezcla de todos los materiales constitutivos de la mezcla cuya fórmula de trabajo se haya aprobado, incluidos los aditivos; el suministro, almacenamiento, desperdicios, cargues, transportes, descargues y colocación de los pasadores (pasajuntas), varillas de unión, mallas electrosoldadas, elementos para separación del pavimento o curado y materiales para el sello de todas las juntas según lo contemple el proyecto; el transporte del concreto al sitio de los trabajos, su colocación y vibrado, la ejecución de juntas, el acabado superficial y el curado requerido; las instalaciones provisionales; los costos de arreglo o construcción

de las vías de acceso a las fuentes de materiales; la adecuación paisajística de las fuentes para recuperar las características hidrológicas superficiales al terminar su explotación; la fase de experimentación; la señalización preventiva de la vía y el ordenamiento del tránsito público durante la realización de las obras y el período de curado, la demolición, retiro y disposición de las losas rechazadas y, en general todo costo relacionado con la correcta ejecución de los trabajos especificados.

Renglón de pago

Unidad de medida

50101 Pavimento de concreto hidráulico

Metro cuadrado

SECCIÓN 502.) REHABILITACIÓN DE PAVIMENTOS DE CONCRETO DE CEMENTO PORTLAND

Descripción

502.01 Este trabajo consiste en la rehabilitación de pavimentos de concreto de cemento Portland. El trabajo incluye la reparación (bacheo) a profundidad parcial o total, la remoción del pavimento, el levantamiento y nivelación de las losas y la ejecución de sellos de los vacíos de la losa con la capa subyacente, el fresado de la superficie, la reparación de grietas y juntas, y el fracturado y aplanado de las losas antes de la colocación de una sobre capa en el pavimento existente.

Materiales

502.02 Los materiales deben estar conformes con las siguientes Secciones y Subsecciones:

Adhesivos de resina epóxica	725.21
Rellenos de juntas y sellantes	712.01
Lechada de polímeros, mortero y concreto	725.22
Pavimento de concreto de cemento Portland	501
Agua	725.01

Requerimientos para la Construcción

502.03 Composición de la mezcla. La mezcla de concreto debe diseñarse de acuerdo con la Sección 501. Debe utilizarse cemento que sea similar en color al usado en el pavimento existente. Deben proveerse agregados que sean similares en graduación, color y dureza a aquellos empleados en el pavimento existente.

La mezcla de lechada de cemento hidráulico deber diseñarse de acuerdo a la Subsección 725.22.

502.04 Equipo. Debe proveerse equipo conforme a la Sección 501 y lo siguiente:

(a) Remoción de pavimento de cemento Portland. Debe suministrarse equipo de remoción que no fracture el concreto por debajo de la profundidad de bacheo necesaria.

(b) Fresado. Deben proveerse fresadoras que controlen y mantengan la profundidad y ancho de corte requeridos, sin dañar el concreto adyacente o el material de junta remanente.

(c) Limpieza con chorro de arena (Sandblasting). Debe suministrarse un equipo de limpieza con chorro de arena (sandblasting) que remueva cualquier residuo de sellante, aceite u otro material extraño en las juntas que puedan impedir la adherencia del nuevo sellante.

(d) Limpieza con chorro de agua. Debe suministrarse un equipo de chorro de agua de alta presión capaz de remover todos los residuos del sellante, aceite u otras materias extrañas en las juntas que puedan perjudicar la adherencia del nuevo sellante.

(e) Compresores de aire. Deben suministrarse compresores con una presión mínima en boquilla de 690 kilo pascales y capaz de desalojar escombros sueltos y juntas secas y rotas.

(f) Sellado de juntas y rajaduras. Debe proveerse un equipo de sellado acorde con las recomendaciones del fabricante para el material sellante suministrado.

(g) Inyección de lechadas. Debe suministrarse una planta móvil para inyección de lechadas, que básicamente consista de una bomba de inyección de cemento y un molino de alta velocidad para material coloidal. La máquina de mezclado del material coloidal debe ser operada a la velocidad necesaria para hacer una mezcla homogénea. La bomba de inyección debe tener una capacidad de presión de 1900 ± 170 kilopascales cuando se bombee una lechada mezclada a un tiempo de flujo del cono de 12 segundos y que será bombeada continuamente a un régimen de 6.0 litros por minuto. El sistema puede ser modificado mediante la adición de una manguera recirculante con válvula en el punto de descarga. El suministro de agua debe hacerse a través de un medidor o balanza capaces de determinar el consumo total del día. Deben proveerse mangueras, aditamentos y controles que permitan un sellado positivo durante la inyección de la lechada.

(h) Taladrado. Deben suministrarse taladros para piedra y concreto capaces de perforar huecos rectos de un mínimo de 38 milímetros a través de la losa, refuerzo de acero y material de base. Los taladros para roca deben pesar no más de 27 kilogramos y ser capaces de taladrar con una presión de menos de 90 kilogramos. Debe proveerse una barrena (auger) para abrir huecos obstruidos y huecos existentes en el pavimento para el izaje de losas.

(i) Ensayo de estabilización de losas. Debe suministrarse equipo de ensayo, incluyendo el siguiente:

(1) Una vagoneta de 2 ejes con doble rueda en el eje trasero. El eje trasero debe tener una carga de 80 kilonewtons, uniformemente distribuida entre las 2 ruedas.

(2) Medidor de carga estática consistente en 4 medidores, o en 2 soportes con 2 medidores cada uno, capaces de detectar los movimientos de la losa bajo carga.

(3) Una viga Benkelman modificada o un dispositivo similar aprobado.

(j) Texturizado o fresado superficial con hojas diamantadas. Debe suministrarse un equipo de tracción propia específicamente diseñado para suavizar y texturizar pavimentos de concreto de cemento Portland con hojas diamantadas. El equipo proveído debe ser capaz de hacer lo siguiente:

(1) Cortar o alisar por lo menos en un ancho de 1 metro.

(2) No invadir más allá del área de trabajo cuando haya tránsito en movimiento.

(3) Fresar la superficie sin fracturar las juntas ni partir los agregados superficiales.

(k) Fracturado y asentado de las losas. Debe suministrarse un equipo aprobado para el fracturado de las losas, capaz de producir el patrón deseado de fractura sin desplazar ni desmenuzar el pavimento. No serán permitidos martillos vibratorios neumáticos.

Debe suministrarse una aplanadora de llanta de hule de al menos 32 toneladas métricas para asentar el pavimento fracturado. El equipo de remolque deberá tener llantas neumáticas y deberá mover la aplanadora hacia delante y hacia atrás a lo largo de las líneas predeterminadas.

502.05 Reparación (bacheo) a profundidad parcial. Este trabajo consiste en la reparación de fracturas en los bordes de las losas, baches, fracturas de las esquinas, descascaramientos u otros desperfectos superficiales en un pavimento de concreto de cemento Portland.

El parche del pavimento debe elaborarse con una apariencia similar al pavimento existente. A este propósito, deberán prepararse paneles de prueba usando el mismo material propuesto para el trabajo. El trabajo debe iniciarse cuando haya sido aprobado el diseño de la mezcla de concreto así como la apariencia del panel de prueba.

(a) Material para la reparación. Debe usarse un mortero epóxico o un concreto con polímeros como material de reparación para baches menores o

iguales a 40 milímetros de profundidad. Para parches mayores a 40 milímetros de profundidad, debe utilizarse concreto de cemento Portland.

(b) Preparación del área a reparar. Los límites de la reparación deben extenderse un mínimo de 100 milímetros fuera del área en donde el concreto está desastillado. Se debe cortar con sierra el perímetro del área a reparar, paralelamente a la junta existente, a una profundidad mínima de 40 milímetros, dejando una cara vertical en el borde del parche. Son aceptables los bordes cercanamente verticales que dejan las sierras o las fresadoras. Los sobrecortes de la sierra en las esquinas de las áreas reparadas y las melladuras en el pavimento adyacente fuera del perímetro del área reparada, deben repararse con mortero no corrosivo ni se contraiga.

Debe fracturarse y extraerse el concreto dentro del área a reparar en una profundidad mínima de 40 milímetros, hasta exponer el concreto sólido y limpio. Si la profundidad de la reparación excede los 100 milímetros, debe removerse y reemplazarse el área a reparar en su profundidad total y en el ancho completo de la losa, de acuerdo con la Sección 501.

Deben limpiarse con el chorro de arena (sandblast) las caras de concreto expuesto para eliminar partículas sueltas, aceite, polvo, trazas de concreto asfáltico y otros contaminantes antes de colar la mezcla. Deben removerse los residuos del chorro de arena (sandblasting) inmediatamente antes de la colocación de la resina adhesiva epóxica.

Deben removerse los espaldones adyacentes al área a reparar longitudinalmente a la profundidad del parche y a un ancho máximo de 300 milímetros, para facilitar la colocación del encofrado utilizado en el trabajo. Repare y compacte el espaldón con material lo establecido en estas especificaciones.

(c) Colocación del Material de Reparación. Debe aplicarse una resina adhesiva epóxica de acuerdo con las recomendaciones del fabricante. La colocación del concreto en el área a reparar debe retrasarse hasta que el epóxico esté pegajoso. Debe colocarse y consolidarse la mezcla en el parche, de manera que se eliminen eventuales vacíos en la unión del material nuevo con el concreto existente. El acabado del remiendeo debe estar conforme con la Sección 501, de manera de igualar el nivel y la textura del pavimento contiguo. La cura debe realizarse de acuerdo con la Sección 501.

(d) Juntas. Si una reparación a profundidad parcial termina en una junta, debe repararse la junta de manera que esta sección quede similar a la existente, a efecto de que se mantenga trabajando adecuadamente. El ancho de la junta debe ser igual. El sello de la junta debe hacerse de acuerdo con la Subsección 502.06 siguiente.

502.06 Reparación de Juntas y Grietas. Este trabajo consiste en la reparación y resello de juntas y grietas en pavimentos de concreto existentes.

(a) Preparación de juntas y grietas. Deben limpiarse y resellarse las juntas longitudinales y transversales según se requiera. Debe removerse el material existente en las juntas y limpiarlas debidamente con una antelación máxima de 24 hrs. antes de realizar el resello. Deben utilizarse procedimientos que no dañen las juntas o las áreas previamente reparadas. El sello debe removerse con una fresadora (router) en una profundidad mínima de 2.5 veces el ancho de la junta, para acomodar la tirilla de respaldo (backer rod) y para proveer la profundidad requerida para la colocación del nuevo sello. Después del fresado, deben limpiarse las superficies adyacentes del pavimento.

Las grietas deben refaccionarse con una sierra de concreto. El sello viejo debe removerse de las caras para exponer concreto nuevo y limpio. Cuando el ancho de las grietas es variable y las caras son irregulares, debe aserrarse a una profundidad de 20 milímetros. Debe limpiarse a fondo la junta o la grieta de todo material extraño. La limpieza de la junta debe hacerse con un chorro de arena, con un chorro de alta presión de agua o con un cepillo mecánico de alambre. El proceso debe repetirse hasta que quede expuesta una cara del concreto nueva y limpia.

Debe utilizarse una sierra si los otros métodos no limpian apropiadamente la junta. El aserrado debe limitarse a exponer en la junta caras nuevas y limpias del concreto, con un corte mínimo aceptable de 2 milímetros en cada cara de la junta.

(b) Tirilla de respaldo. Debe instalarse la tirilla de respaldo (backer rod) a la profundidad requerida después de que las juntas y las grietas están limpias y secas. Durante la instalación no debe estirarse o retorcer la tirilla de respaldo. Debe limitarse el largo de la tirilla de respaldo instalada a aquella que puede ser sellada durante el mismo día de trabajo.

(c) Aplicación del sello. Las juntas y las grietas deben sellarse inmediatamente después de colocar la tirilla de respaldo. Aplicar el sellante a las temperaturas en el aire y superficie recomendadas por el fabricante del material. Si la junta o grieta está contaminada o mojada, debe removerse la tirilla de respaldo, limpiarla y secarla y reinstalar una tirilla de respaldo nueva antes de colocar el sellante. Inmediatamente después de la aplicación, el sellante se repuja con la herramienta apropiada para proveer un firme contacto con las caras de la junta y para formar la hendidura requerida por debajo de la superficie de la losa.

502.07 Restablecimiento del nivel y soporte de los pavimentos. Este trabajo consiste en levantar y darle soporte al pavimento de concreto hidráulico en

donde es requerido, hasta alcanzar las tolerancias y alineamientos especificados, taladrando e inyectando una lechada de cemento hidráulico.

(a) Perforación de orificios. El Contratista debe presentar, para la aprobación del Contratante, un esquema de ubicación de los orificios para efectuar la inyección de la lechada. Los orificios deben perforarse verticalmente, redondos y no menores a 50 milímetros de diámetro. Debe prevenirse la ruptura de la base del pavimento.

(b) Izaje. Se deben establecer líneas con cuerda, que abarquen los puntos más altos del pavimento, a efecto de controlar los movimientos de la losa. A la manguera de descarga de la planta de lechada, debe conectarse una manguera de hule expansivo, con el respectivo empaque que proporcione un sello eficaz, en los huecos perforados. No debe permitirse que el punto de descarga de la manguera, o del empaque, se extienda por debajo de la superficie inferior del pavimento de concreto. Cuando se está levantando un pavimento de concreto reforzado, debe permitirse que el bombeo de lechada eleve el pavimento hasta 3 milímetros en relación con la línea de cuerda de la gradiente. Cuando se está izando pavimento con juntas y losas de aproximación a puentes, debe dejarse que el bombeo eleve el pavimento hasta 6 milímetros de las gradientes transversales y longitudinales. Se permiten presiones continuas de 1.4 megapascales. Presiones hasta de 2 megapascales sólo son permitidas por períodos cortos (30 segundos o menos). Si el pavimento está adherido a la subbase, brevemente puede elevarse la presión (10 segundos o menos) a 4.1 megapascales. Debe detenerse el bombeo si la lechada sale hacia fuera a través de las grietas, juntas, espaldones o por la manguera.

(c) Sobre izaje. El pavimento levantado por encima de las tolerancias de las especificaciones para la gradiente, debe ser rebanado mediante una fresadora. Si el sobre izaje es mayor a 25 milímetros, debe removerse y sustituirse el pavimento en la porción afectada.

(d) Grietas. En el caso de que irradian grietas nuevas de los orificios hechos para la inyección de la lechada, se presume que han sido causadas por técnicas impropias de inyección. En este caso, el Contratista debe remover y remplazar la losa o la porción de ella.

(e) Relleno de los orificios. Después de que la lechada ha sido efectuada y los tapones de los orificios removidos, debe eliminarse toda la lechada existente en los orificios, en el espesor total de la losa, y rellenar los mismos con mortero epóxico. Deben repararse los orificios que hayan sido dañados.

502.08 Estabilización y sellado inferior de los pavimentos. Este trabajo consiste en el bombeo de una lechada de cemento hidráulico a través de

orificios taladrados en el pavimento entre los vacíos existentes debajo de las losas para estabilizar y sellar el pavimento de concreto.

(a) Ensayos preliminares. Todos los ensayos deben hacerse en la noche o cuando no haya evidencia de que la losa está bloqueada debido a la expansión térmica. Los ensayos pueden ser autorizados para continuar si las losas no están bloqueadas o bajo compresión. Debe proveerse equipo para los ensayos según está establecido en la Subsección 502.04(i).

Cada losa elegida debe ensayarse usando un método estático como sigue:

(1) Coloque un juego de calibradores, con un calibrador de referencia en la esquina de cada losa, a ambos lados de la junta, cerca del borde del pavimento.

(2) Ponga el calibrador en cero, sin carga en la losa, en cualquiera de los lados de la junta.

(3) Mueva el camión de ensayo hasta su posición y párelo con el centro del eje de ensayo 300 milímetros detrás de la junta y la rueda de ensayo de afuera 300 milímetros del borde del pavimento. Lea el calibrador de atrás.

(4) Mueva el camión de ensayo a través de la junta, hasta una posición similar 300 milímetros delante de la junta y párelo. Lea el calibrador de adelante.

(5) Repita en cada una de las juntas a ensayar. Coloque un sello por debajo de todas las losas con una deflexión de más de 0.8 milímetros.

(b) Perforación de los orificios. Los orificios deben ser perforados utilizando el patrón requerido. El Contratante puede aprobar un patrón para los orificios alterado con base en los ensayos ejecutados en la losa y en las condiciones de campo. El tamaño de los orificios perforados debe ser el adecuado para proveer un sello positivo a las boquillas de la bomba. Para el primer sello, deben perforarse orificios con una profundidad de 75 milímetros debajo de la losa del concreto.

Debe someterse el número, profundidad y localización de los orificios para el segundo sello para revisión y aprobación del Contratante.

(c) Limpieza de los orificios. Después que se perforan los orificios y antes de bombear la lechada, deben limpiarse éstos con aire comprimido para remover los escombros y proporcionar un buen paso a la lechada.

(d) Bombeo de la lechada sellante. La lechada debe bombearse en todos los orificios. La boquilla de la manguera de descarga debe sellarse en el orificio para mantener la presión de la lechada debajo de la losa. No debe permitirse que el extremo de la boquilla se extienda debajo del fondo del concreto. El bombeo en un orificio debe continuarse hasta que la lechada fluya hacia fuera en otros orificios, juntas o grietas, o hasta que la losa empiece a levantarse. Detenga la lechada si hay un levantamiento en la losa o en el espaldón adyacente.

Durante el bombeo de la lechada, deben controlarse minuciosamente los instrumentos de medición del alzamiento para prevenir presiones de bombeo mayores a 700 kilopascales, así como levantamientos de la losa mayores a 1.3 milímetros, correspondientes al movimiento total acumulado medido en la esquina de afuera de la junta. Los orificios no deben taparse mientras se está inyectando lechada.

Debe prevenirse a la losa de agrietamientos o fracturas. Las losas dañadas deben removerse y remplazarse.

(e) Sellado permanente de los orificios. Después de que la lechada esté colocada, debe removerse la que esté en todos los orificios, en el espesor total de la losa, y rellenarlos con una lechada que no se contraiga o con un mortero epóxico. Deben repararse los orificios dañados.

(f) Ensayo de estabilidad. Después de que las losas designadas han sido selladas en su base y probadas de acuerdo con el punto (a) anterior y después de que han transcurrido 24 horas, inyecte cualquier losa que continúe mostrando movimiento excesivo. El Contratante puede aceptar o dirigir el reemplazo de cualquier losa que continúe mostrando movimiento en exceso al especificado después de haber sido aplicada dos veces la inyección. Se deben remover y reemplazar las losas indicadas.

502.09 Fresado (esmerilado) de la superficie del pavimento. Este trabajo consiste en el fresado del pavimento existente para eliminar defectos en las juntas o grietas y proveer un drenaje lateral adecuado. En el esmerilado de los carriles auxiliares o rampas debe tenerse el cuidado de hacer una transición uniforme desde el borde de la vía principal para suministrar un drenaje positivo y una superficie de rodamiento aceptable. Deben removerse los residuos sólidos de la superficie del pavimento antes de que sea soplado por el tráfico o el viento. No debe permitirse el flujo de residuos a través de los carriles usados por el tránsito público o entre las obras de drenajes.

Debe producirse una textura en la superficie consistente de estrías paralelas de 3 ± 0.5 milímetros de ancho. Debe dejarse una distancia entre las estrías de 2.2 ± 0.5 milímetros y una diferencia entre los picos de las crestas y la base de las estrías de aproximadamente 2 milímetros.

Deben probarse las superficies del pavimento para lisura. Deben verificarse las juntas y las grietas al azar con una regla de 3 metros. Los desalineos de los planos de la superficie en los lados adyacentes de las juntas y de las grietas, y entre cada una de las pasadas de la fresadora, deben ser menores a 1.6 milímetros.

La inclinación transversal del pavimento no deberá tener depresiones o desalineos en la pendiente mayores a 6 milímetros en la comprobación con el escantillón de 3 metros, probado perpendicularmente a la línea de centro. Las exigencias con el escantillón no aplican en las juntas longitudinales o fuera de las áreas de la superficie de rodamiento.

502.10 Fracturación de un Pavimento de Concreto. Este trabajo consiste en la fracturación de un pavimento de concreto existente y su firme asentamiento o compactación en el pavimento antes de la colocación de una sobrecapa. Debe utilizarse uno de los métodos siguientes:

(a) Resquebrajado y asiento. Resquebraje el pavimento de concreto existente (grietas finas) en todo su espesor en piezas de un tamaño aproximado 0.5 a 1.0 metros. Asiente las piezas firmemente en la fundación.

(b) Fracturado y asiento. Fracture el pavimento de concreto existente (grietas finas) en todo su espesor en piezas de un tamaño aproximado 0.4 a 0.6 metros.

Rompa el refuerzo o la adherencia del concreto y asiente las piezas firmemente en la fundación.

(c) Encascotado y compactado. Fracture completamente el pavimento existente en piezas de un tamaño aproximado de 0.05 a 0.15 metros. Remueva el acero de refuerzo y la malla de alambre expuestos. Compacte las piezas en una capa.

El Contratante designará una sección de prueba. Fracture la sección de prueba usando energía y altura de golpe variables para establecer un patrón de distribución de fisuras satisfactorio y uniforme. Obtenga núcleos del pavimento de 150 milímetros de diámetro en 10 ubicaciones designadas sobre las fracturas para verificar que las mismas abarcan la profundidad total.

Cuando se fractura una sección de prueba, debe suministrarse y aplicarse agua para humedecer el pavimento inmediatamente después de la

fracturación para resaltar el patrón de las fisuras para efectos de la evaluación visual. Para efectos de control, esta operación debe realizarse al menos una vez al día, para verificar que se mantiene un patrón de fracturas satisfactorio. Si es aprobado, ajuste la energía y/o la altura del golpe con base en las secciones comprobadas.

El asentamiento consiste del aplanado del pavimento rígido, con 2 pasadas como mínimo, con una aplanadora de 45 toneladas métricas o de 4 a 7 pasadas con una aplanadora de 32 toneladas métricas, hasta que las piezas de concreto estén firmemente asentadas. La compactación consiste del aplanado del pavimento rígido, 2 pasadas como mínimo con una aplanadora vibratoria de 9 toneladas métricas. El Contratante determinará el máximo número de pasadas de aplanadora en la sección de prueba para asegurar el asentamiento o la compactación sin dañar al pavimento. Deben removerse todas las piezas sueltas de concreto fracturado que no estén firmemente asentadas.

Debe trabarse, de acuerdo con la Sección 412, los lados verticales cercanos en donde el concreto quebrado a espesor total es removido. La cavidad debe llenarse con concreto asfáltico de acuerdo con la Sección 402.

Debe prevenirse la formación de grietas longitudinales continuas. No debe fracturarse el pavimento ubicado dentro de los 3 metros aledaños a cajas o alcantarillas de tubo.

Deben llenarse con agregados graduados las depresiones de 25 milímetros o mayores resultantes de la compactación, debiendo recompactarse el tramo.

Si no es posible fracturar el pavimento al tamaño especificado debido a una subrasante pobre, debe removerse el pavimento y reemplazarlo con agregados acordes con la Sección 301.

Las juntas y las grietas existentes mayores de 15 milímetros deben ser limpiadas y selladas de acuerdo con la Subsección 414.05.

La primera capa de concreto asfáltico debe ser colocada dentro de las 48 horas siguientes a la operación de fracturación. Si el pavimento se usa para mantener el tránsito después de la fracturación, pero antes de la colocación de la sobrecapa de concreto asfáltico, debe barrerse y bachearse para mantener una superficie de rodamiento segura.

502.11 Apertura al tránsito. No debe permitirse el tránsito sobre el pavimento bacheado hasta que el concreto de cemento Pórtland tenga una resistencia a la compresión de 25 megapascales cuando es ensayado de acuerdo con AASHTO T 22 o hasta que la lechada usada para las inyecciones o el sellado debajo del

pavimento alcance los 4.2 megapascales cuando es ensayada en una prueba de 160 milímetros cuadrados, de acuerdo con AASHTO T 197.

No debe permitirse el tránsito sobre juntas selladas cuando el sellante es aún pegajoso y los desperdicios que deja el tránsito se embeben entre el sellante.

502.12 Aceptación. El material para la restauración de pavimentos de concreto de cemento Portland será evaluado bajo las Subsecciones 106.02 y 106.03. Deberá suministrarse una certificación de producción para el cemento Portland.

El revenimiento, el contenido de aire, el peso unitario y la temperatura de la mezcla de concreto serán evaluados bajo las Subsecciones 106.02 y 106.04. Ver la Tabla 502-1 para el mínimo de muestreo y ensayo.

La resistencia a la compresión del concreto será evaluada según la Subsección 106.04. El límite inferior de la especificación es el esfuerzo mínimo de compresión requerido a 28 días (f'_c) tal como está especificado en la Tabla 501-1. El resultado de un ensayo de resistencia a la compresión corresponde al promedio obtenido con dos cilindros moldeados de la misma carga y probados a 28 días. Ver Tabla 502-1 para el mínimo de muestreo y ensayo.

La construcción con concreto de cemento Portland (incluyendo el mezclado, colocación, acabado y cura del concreto) será evaluada conforme a las Subsecciones 106.02 y 106.04.

La lechada será evaluada según la Subsección 106.04. Ver Tabla 502-1 para las exigencias mínimas de muestreo y ensayo.

El trabajo de restauración de pavimentos de concreto de cemento Portland (incluyendo el bacheo a profundidad parcial, la izada del pavimento, el sello inferior de la losa, el fresado de la superficie, la reparación de grietas y juntas y la quebrada y asiento) será evaluado conforme a las Subsecciones 106.02 y 106.04.

Medición

502.13 El bacheo del pavimento de concreto debe medirse por metros cuadrados para todas las reparaciones con un promedio de profundidad entre 40 y 100 milímetros.

El sellado de juntas y grietas debe medirse por metros, a lo largo del alineamiento de la junta o grieta.

La lechada para el izaje del pavimento y el sello de la base de apoyo de la losa se medirán por metros cúbicos bombeados.

Los orificios para el sellado de la base de apoyo de la losa se miden por unidad.

El fresado de la superficie (cuchillas diamantadas), quebrado y asiento, fracturado y asiento o encasotado y compactado del pavimento de concreto de cemento Pórtland serán medidos por metro cuadrado.

La medición de las losas que se ordene remplazar después de la aplicación del sello dos veces se medirá bajo la Sección 501.

La base de agregado se medirá conforme a la Sección 301.

Pago

502.14 Las cantidades aceptadas y medidas como se estableció en las Subsecciones precedentes, serán pagadas al precio del contrato por unidad de medida para los renglones de pago enumerados que estén mostrados en el cartel de la licitación. El pago constituirá la compensación total para el trabajo prescrito en esta Sección. Ver Subsección 109.05

Los pagos serán hechos bajo:

Renglón de Pago

Unidad de Medida

502.01 Bacheo de pavimento de concreto	Metro cuadrado
502.02 Sellado de juntas y grietas	Metro
502.03 Lechada	Metro cúbico
502.04 Orificios para el sello	Unidad
502.05 Fresado de la superficie (diamante)	Metro cuadrado
502.06 Quebrado y asiento del pavimento de concreto	Metro cuadrado
502.07 Fracturado y asiento del pavimento de concreto	Metro cuadrado
502.08 Encasotado y compactado del pavimento de concreto	Metro cuadrado

**Tabla 502-1
Muestreo y Ensayo**

Material o Producto	Propiedad o Característica	Método de Ensayo o Especificación	Frecuencia	Punto de Muestreo
Concreto	Revenimiento	AASHTO T 119	1 por carga ⁽²⁾	Flujo de descarga en el punto de colocación ⁽¹⁾
	Contenido de Aire	AASHTO T 152 o AASHTO T 196	1 por carga ⁽²⁾	Flujo de descarga en el punto de colocación ⁽¹⁾
	Peso Unitario	AASHTO T 121	1 por carga ⁽²⁾	Flujo de descarga en el punto de colocación ⁽¹⁾
	Temperatura	Termómetro	Primera carga	Flujo de descarga en el punto de colocación ⁽¹⁾
	Confección de los especímenes de ensayo Resistencia a la Compresión ⁽⁴⁾	AASHTO T 23 AASHTO T22	1 juego por 2000m ² pero no menos que 1 por día ⁽³⁾	Flujo de descarga en el punto de colocación ⁽¹⁾
Lechada	Resistencia a la compresión	AASHTO T 106	Cada mezcla	Cada fuente
	Tiempo de fragua del concreto	AASHTO T 197	AASHTO T 197	Cada fuente

(1) Muestrear de acuerdo con AASHTO T 141 excepto que las muestras compuestas no son requeridas.

(2) Ver Subsección 552.09(b)(3).

(3) Moldear al menos 4 cilindros para el ensayo de resistencia a la compresión y transportar cuidadosamente del sitio de curado de especímenes de la obra.

(4) El resultado de un ensayo de resistencia a la compresión es el promedio de 2 cilindros moldeados de la misma carga y probados a 28 días.

SECCION 503.) SOBRECAPAS DE CONCRETO HIDRAÚLICO SOBRE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS

Descripción

503.01 Las sobrelosas de concreto hidráulico sobre pavimentos asfálticos, denominadas whitetopping, corresponden a rehabilitaciones de pavimentos bituminosos deteriorados con sobrelosas de concreto convencional, tomando como estructura de soporte el pavimento asfáltico existente en el lugar. Existen algunos trabajos preliminares que se deben considerar para la colocación del pavimento whitetopping, tales como bacheo en los sitios donde se considere apropiado restablecer las características de soporte de los pavimentos, renivelación superficial para mantener espesores de concreto constantes, riego de imprimación en las zonas en donde el Contratante lo determine y fresado superficial de la carpeta asfáltica en algunos casos. El que se lleven al cabo alguno o todos los procedimientos anteriores dependen de las especificaciones especiales del Contrato o mostradas en los planos de referencia.

503.02 Tipos de falla por reparar en el pavimento asfáltico existente Las fallas que se pueden rehabilitar con whitetopping en una superficie de asfalto existente son las siguientes:

(a) Baches abiertos. Cavidades o depresiones producidas por desprendimiento de la capa asfáltica y de partes de las capas granulares. Se consideran 3 tipos de baches:

- Superficiales: Las que sólo comprometen la capa de rodadura y su profundidad es menor a 3 cm.
- Medios: Las que comprometen parte o la totalidad de la carpeta asfáltica y su profundidad oscila entre 3 y 10 cm.
- Profundos: Las que tienen una profundidad superior a 10 cm, con expulsión de material y compromiso de la base granular.

(b) Fisuras longitudinales y transversales. Agrietamientos longitudinales y/o transversales que no constituyen un enjambre, sino que se presentan en forma aislada o continua y son producidas por deficiencia en las juntas de construcción, contracción de la mezcla o desplazamiento de los bordes. Se consideran 3 tipos de fisuras:

- Longitudinales
- Transversales
- En bloque

(c) Desgaste superficial. Irregularidades que se observan en la superficie, en áreas aisladas o en forma generalizada, y son el producto del desgaste de las partículas superficiales o el desprendimiento de alguna de ellas por acción del tránsito o inclemencias del tiempo. El desgaste se clasifica en:

- Incipiente : Perdida de textura uniforme, mostrando rugosidad e irregularidades hasta de 5 mm de profundidad
- Medio : Cuando las irregularidades están entre 5 mm y 15 mm de profundidad. Las partículas de agregado están expuestas y se siente vibración al circular.
- Severo : Desintegración superficial de la capa asfáltica, con desprendimientos evidentes y partículas sueltas sobre la vía.

(d) Piel de Cocodrilo. Agrietamientos en forma de malla que inicialmente se presentan en cuadros más o menos regulares, con lados entre 25 y 30 cm, que presentan fracturamientos progresivos en forma de piel de cocodrilo. Posteriormente estas fisuras se ensanchan y profundizan ocasionando desprendimientos. Se consideran 3 tipos de fallas:

- Incipiente : Cuando los agrietamientos son muy delgados y el tamaño de los cuadros tienen dimensiones próximas a 25 cm por lado. No existe deformación superficial.
- Medio : Cuando los bloques se han reducido de tamaño y presentan aristas redondeadas por perdida de partículas, las grietas que los separan son mayores de 1 cm, se advierten deformaciones y movimientos relativos y puede existir desprendimiento de algunos bloques.
- Severo : Cuando las deformaciones son grandes y se presenta perdida del material asfáltico y se presenta aparición del material de base.

(e) Ondulaciones. Son deformaciones grandes y notorias de la plataforma de la vía, que alteran su perfil longitudinal, por efecto de asentamientos del terraplén o por levantamientos causados por las raíces de árboles.

De acuerdo con los daños encontrados en la vía, así como la capacidad estructural residual del pavimento, se considera la siguiente acción correctiva:

503.03 Reparación de fallas previo a la colocación de la sobrecapa. Para garantizar la uniformidad en el soporte de la estructura asfáltica, se deben realizar correcciones en los sitios en donde se presenten las siguientes irregularidades, de acuerdo con la tabla:

Tabla 503-1

TIPO DE FALLA	REPARACION REQUERIDA
Ahuellamiento menor a 50 mm	Ninguna
Ahuellamiento mayor a 50 mm	Fresado o nivelación
Deformación plástica excesiva	Fresado
Baches	Rellenar
Falla de subrasante	Remoción y reparación
Fisuras en general, fatiga en bloque, transversales y longitudinales	Ninguna
Exudación	Ninguna
Degradación superficial	Ninguna

Requerimientos para la construcción

503.04 Proceso constructivo. Las actividades que en general se contemplan para la rehabilitación de un pavimento asfáltico mediante la colocación de una sobrecapa de concreto, independientemente de que se requieran en su totalidad o no en un proyecto específico, son:

- Fresado superficial de la superficie existente para renivelación.
- Reparación de baches.
- Limpieza superficial del pavimento existente.
- Construcción de la sobrecarpeta de concreto sobre la superficie existente.

503.04.1 Bacheo de la superficie existente. El bacheo se debe realizar en los sitios en donde existen huecos que involucren la capa de rodamiento asfáltica y la base. El procedimiento es el siguiente:

- Identificación de la falla.
- Demarcación del área a reparar alrededor del hueco.
- Demolición y retiro de la carpeta asfáltica; excavación y retiro del material de base hasta encontrar material sano
- Compactación de la base remanente
- Colocación del material de relleno hasta el nivel superior de la capa asfáltica

503.04.2 Fresado del pavimento asfáltico. Este trabajo consiste en la obtención de un nuevo perfil longitudinal y transversal de un pavimento asfáltico existente, mediante su fresado en frío, de acuerdo con los alineamientos y dimensiones indicados en los documentos del proyecto y las instrucciones del Contratante.

El equipo para la ejecución de los trabajos deberá ser una máquina fresadora cuyo estado, potencia y capacidad productiva garanticen el correcto cumplimiento del plan de trabajo. Si durante el transcurso de los trabajos el Contratante observa deficiencias o mal funcionamiento de la máquina, ordenará su inmediata reparación o reemplazo.

Inmediatamente antes de las operaciones de fresado, la superficie de pavimento deberá encontrarse limpia y, por lo tanto, el Contratista deberá adelantar las operaciones de barrido y/o soplado que se requieran para lograr tal condición.

El fresado se efectuará sobre el área que determine el Contratante, a temperatura ambiente y sin adición de solventes u otros productos ablandadores que puedan afectar la granulometría de los agregados o las propiedades del asfalto existente. El espesor del mismo será el indicado en las especificaciones del proyecto.

El material extraído deberá ser transportado y acopiado en los lugares que indiquen los documentos del proyecto. Durante el manipuleo del material fresado, deberá evitarse su contaminación con suelos u otros materiales extraños.

En caso de requerirse el fresado en proximidades a estructuras y en otros sitios inaccesibles a este equipo, el pavimento deberá perfilarse empleando otros métodos que den lugar a una superficie apropiada.

Cualquiera que sea el método utilizado por el Contratista, los trabajos de fresado no deberán producir daños a objetos, estructuras y plantas que se encuentren cerca a la zona de acción de sus equipos y, por lo tanto, deberá tomar las precauciones que corresponda, siendo de su responsabilidad todos los daños y perjuicios que en dichos elementos se ocasionen durante el desarrollo de los trabajos. Al efecto, el Interventor estará facultado para exigir la modificación o incremento de todas las medidas de seguridad que se hayan adoptado inicialmente.

La unidad de medida del pavimento asfáltico fresado será el metro cuadrado (m²), aproximado al entero, de superficie fresada de acuerdo con las exigencias de esta especificación y las dimensiones y cotas señaladas en los documentos del proyecto u ordenadas por el Contratante.

Materiales

503.05 Deberán satisfacer los requerimientos contenidos en las secciones siguientes:

Aditivos inclusores de aire	711.02
Aditivos químicos	711.03
Agregado grueso	703.02
Material de curado	711.01
Adhesivos de resina epóxica	725.21
Agregado fino	703.01
Cenizas volantes	725.04
Lechada	725.22
Relleno de juntas y sellantes	712.01
Cemento Portland y cementos modificados	701.01
Acero de refuerzo, varillas de unión, pasajuntas, ganchos de anclaje, capuchas	709.01
Agua	725.01

503.06 Concreto. Se aplicarán todos los requerimientos establecidos en la Sección 501 de estas especificaciones.

El diseño de la mezcla, utilizando los agregados provenientes de los bancos ya triturados, quedará a cargo del contratista y será revisada por el Contratante, cuya aprobación no liberará al Contratista de la obligación de obtener en la obra la resistencia y todas las demás características para el concreto fresco y endurecido, así como los acabados especificados. Durante la construcción, la dosificación de la mezcla de concreto hidráulico se hará en peso y su control durante la elaboración se hará bajo la responsabilidad exclusiva del Contratista.

(a) Resistencia. La resistencia de diseño del concreto a la tensión por flexión ($S'c$), o el módulo de ruptura especificado en los planos o en el cartel de licitación, verificándose en especímenes moldeados durante el colado del concreto, correspondientes a vigas estándar de quince por quince por cincuenta (15 x 15 x 50) centímetros, compactando el concreto por vibro compresión; una vez curados los especímenes adecuadamente, se ensayarán a los 3, 7 y 28 días, aplicando las cargas en los tercios del su luz (ASTM C 78).

(b) Especímenes de prueba. Se deberán tomar muestras de concreto para hacer especímenes de prueba para determinar la resistencia a la flexión durante el colado del concreto. Especímenes de prueba adicionales podrán ser necesarios para determinar adecuadamente la resistencia del concreto cuando la resistencia del mismo a temprana edad límite la apertura del

pavimento al tránsito. El procedimiento seguido para el muestreo del concreto deberá cumplir con la norma ASTM C 172.

La frecuencia de muestreo será de 6 especímenes para prueba de módulo de ruptura y 3 especímenes más para determinar el módulo elástico y resistencia a la compresión por cada 150 m³ de producción de concreto. En el caso de la determinación del módulo de ruptura, se ensayarán dos especímenes a los 3 y 7 días de colado, y los otros dos restantes a los 28 días. En el caso de la determinación del módulo de elasticidad, resistencia a la compresión, se ensayará un espécimen por cada prueba a los 3 y 7 días de colado, y el restante a los 28 días de transcurrido el colado.

La apertura al tránsito vehicular del pavimento no podrá realizarse antes de que el concreto haya alcanzado una resistencia a la tensión por flexión o Módulo de Ruptura del setenta y cinco por ciento (75%) de la especificada de proyecto como mínimo. En caso de ser necesario se podrán revisar los esfuerzos actuantes a los que estará sometido el pavimento y se permitirá abrir al tráfico cuando la relación entre esfuerzo actuante entre resistente sea de 0.5.

(c) Trabajabilidad. El asentamiento promedio de la mezcla de concreto deberá ser de cuatro (4) centímetros al momento de su colocación; nunca deberá ser menor de dos punto cinco (2.5), ni mayor de seis (6) centímetros. Las mezclas que no cumplan con este requisito deberán ser destinadas a otras obras de concreto como cunetas y drenajes, y no se permitirá su colocación para la losa de concreto.

El concreto deberá de ser uniformemente plástico, cohesivo y manejable. El concreto trabajable es definido como aquel que puede ser colocado sin que se produzcan demasiados vacíos en su interior y en la superficie del pavimento.

Cuando aparezca agua en la superficie del concreto en cantidades excesivas después del acabado se deberá efectuar inmediatamente una corrección por medio de una o más de las siguientes medidas:

- a) Rediseño de la mezcla
- b) Adición de relleno mineral o de agregados finos
- c) Incremento del contenido de cemento
- d) Uso de un aditivo inclusor de aire o equivalente, previamente aprobado.

503.07 Membrana de curado. Para el curado de la superficie del concreto recién colada deberá emplearse un líquido de color claro, el que deberá cumplir con los requisitos de calidad que se describen en la norma ASTM C171. La membrana de curado a emplear será de un componente cuya base sea agua y parafina de pigmentación blanca.

Deberán utilizarse membranas que eviten se tapen las boquillas de los equipos de rociado.

503.08 Acero de refuerzo. El acero de refuerzo necesario para la construcción del pavimento se utiliza en las juntas, ya sea como pasadores de cortante ó pasajuntas o como barras de amarre para mantener los cuerpos del pavimento unidos.

(a) Barras de Amarre. En las juntas que muestra el proyecto y/o en los sitios que indique el Contratante, se colocarán barras de amarre con el propósito de evitar el corrimiento o desplazamiento de las losas. Las barras serán corrugadas, de acero estructural, con límite de fluencia (f_y) de cuatro mil doscientos ($4,200 \text{ kg/cm}^2$) kilogramos por centímetro cuadrado, debiendo quedar ahogadas en las losas, con las dimensiones y en la posición indicada en el proyecto.

(b) Barras Pasajuntas (dovelas). En las juntas transversales de contracción, de construcción, de emergencia y/o en los sitios que indique el Contratante se colocarán barras pasajuntas como mecanismos para garantizar la transferencia efectiva de carga entre las losas adyacentes. Las barras serán de acero redondo liso y deberán quedar ahogadas en las losas en la posición y con las dimensiones indicadas por el proyecto. Ambos extremos de las pasajuntas deberán ser lisos y estar libres de rebabas cortantes. El acero deberá cumplir con la norma ASTM A 615 Grado 60 ($f_y=4,200 \text{ kg/cm}^2$), y deberá ser recubierto con asfalto, parafina, grasa o cualquier otro medio que impida efectivamente la adherencia del acero con el concreto y que sea aprobado por el IDU.

Las pasajuntas podrán ser instaladas en la posición indicada en el proyecto por medios mecánicos, o bien por medio de la instalación de canastas metálicas de sujeción. Las canastas de sujeción deberán asegurar las pasajuntas en la posición correcta como se indica en el proyecto durante el colado y acabado del concreto, mas no deberán impedir el movimiento longitudinal de la misma.

503.09 Sellador de juntas. El material sellante para las juntas transversales y longitudinales deberá ser elástico, resistente a los efectos de combustibles y aceites automotrices, con propiedades adherentes con el concreto y permitir las dilataciones y contracciones que se presenten en las losas sin agrietarse, debiéndose emplear productos a base de silicona, poliuretano - asfalto o similares, los cuales deberán ser autonivelantes y solidificarse a temperatura ambiente.

A menos de que se especifique lo contrario por el Contratante, el material para el sellado de juntas deberá de cumplir con los requerimientos aquí indicados. El

material se deberá adherir a los lados de la junta o grieta con el concreto y deberá formar un sello efectivo contra la filtración de agua o incrustación de materiales incomprensibles. En ningún caso se podrá emplear algún material sellador no autorizado por el Contratante. No se permitirá el sellado con emulsiones asfálticas o con cementos asfálticos.

Para todas las juntas de la losa de concreto se deberá emplear un sellador de silicón o similar de bajo módulo autonivelable. Este sellador deberá ser un compuesto de un solo componente sin requerir la adición de un catalizador para su curado. El sellador deberá presentar fluidez suficiente para autonivelarse y no requerir de formado adicional.

El sellador de silicón de bajo módulo deberá cumplir con los siguientes requisitos y especificaciones de calidad:

Tabla 503- 2
Silicón – Especificaciones

ESPECIFICACION	METODO DE ENSAYE	REQUISITO
Esfuerzo de tensión a 150% de elongación (7 días de curado a 25° C ± 5° C, y 45% a 55% de humedad relativa).	ASTM D 412	3.2 kg/cm2 max.
Flujo a 25°C ± 5° C	ASTM C 639 (15% Canal A)	No deberá fluir del canal.
Tasa de extrusión a 25°C± 5° C	ASTM C 603 (1/8" @ 50 psi)	75-250 gms/min
Gravedad Específica	ASTM D 792 (método A)	1.01 a 1.51
Dureza a - 18°C (7 días de curado a 25°C± 5°C)	ASTM C 661	10 a 25
Resistencia al intemperismo después de 5,000 horas de exposición continua	ASTM C 793	No agrietamiento, pérdida de adherencia o superficies polvosas por desintegración.
Superficie seca a 25°C± 5°C, y 45% a 55% de humedad relativa.	ASTM C 679	Menor de 75 minutos.
Elongación después de 21 días de curado a 25°C± 5°C, y 45 % a 55% de humedad relativa.	ASTM D 412	1,200 %
Fraguado al tacto a 25°C±5°C, y 45% a 55% de humedad relativa.	ASTM C 1640	Menos de 75 minutos
Vida en el contenedor a partir del día de embarque.	--	6 meses mínimo
Adhesión a bloques de mortero	AASHTO T 132	3.5 kg/cm2
Capacidad de movimiento y adhesión. Extensión de 100% a 18°C después de 7 días de curado al aire a 25°C±5°C, seguido por 7 días en agua a 25°C± 5°C.	ASTM C 719	Ninguna falla por adhesión o cohesión después de 5 ciclos.

La tirilla de respaldo a emplear deberá impedir efectivamente la adhesión del sellador a la superficie inferior de la junta. La tirilla de respaldo deberá ser de espuma de polietileno y de las dimensiones indicadas en los documentos de construcción. La tirilla de respaldo deberá ser compatible con el sellador de silicón a emplear y no se deberá presentar adhesión alguna entre el silicón y la tirilla de respaldo.

503.10 Elaboración de la mezcla. El control del proporcionamiento de todos los materiales para elaborar la mezcla de concreto fresco, incluyendo el agua, deberá realizarse en peso, utilizando básculas previamente calibradas y aprobadas por el Contratante. El área donde se realicen las operaciones de pesado del cemento, deberá estar sellada y contar con un sistema de filtración para evitar fugas del material hacia el medio ambiente.

El manejo de los agregados deberá garantizar que no se produzcan segregaciones o contaminaciones con materiales ajenos al concreto y/o sustancias perjudiciales. Antes de ser mezclados, los agregados deberán ser separados por lo menos en dos tamaños, para ser pesados.

La elaboración de la mezcla deberá realizarse en una planta central. En todo caso, el tiempo de mezclado, que termina en el momento de la descarga de la mezcla, no deberá ser menor a cuarenta (40) ni mayor a ciento veinte (120) segundos.

503.11 Transporte. El transporte de los agregados y/o la mezcla se efectuará de preferencia en camiones, sean mezcladores o no, pero previendo cualquier pérdida de humedad o material; así mismo, se procederá a su lavado con agua a presión cuando se tengan residuos que puedan afectar el buen comportamiento del concreto. El Contratante fijará, de acuerdo con el contratista, los intervalos de esta operación.

En el caso de emplear camiones no mezcladores, éstos deberán contar con caja revestida de lámina, cubierta que evite la evaporación de la mezcla y mecanismos que depositen la mezcla en forma satisfactoria, sin segregaciones. La caja deberá estar perfectamente limpia antes de ser utilizada con nuevas mezclas.

Cuando el concreto fresco se deposite en el lugar del colado con canales o tubos, se dispondrán éstos de tal manera que se prevenga cualquier segregación de los materiales. El ángulo de caída deberá ser lo suficientemente pronunciado para lograr el fácil movimiento de las revolturas, pero sin que se clasifiquen los agregados.

503.12 Colado del concreto. La superficie sobre la que se colocará el concreto fresco deberá estar perfectamente limpia, ligeramente humedecida y libre de sustancias ajenas al concreto, terminada dentro de los niveles y tolerancias que más adelante se indican.

La colocación y compactación del concreto se hará dentro de los cuarenta y cinco (45) minutos siguientes a su elaboración, previendo lo necesario para ello en el diseño de la mezcla.

(a) Extendedora de Formaleta Deslizante. El concreto se colará por los medios apropiados para evitar la segregación de los materiales, esparciéndolo con extendedoras o pavimentadoras autopropulsadas con formaleta deslizante. Este equipo deberá contar con sensores a nivel y la orilla de la losa deberá formar un ángulo de 90 grados con respecto a la superficie. Este equipo podrá tener también la capacidad de insertar las barras de amarre para las juntas longitudinales en forma automática. En el caso de que se aceptare que la inserción de las barras de amarre se haga manualmente deberán colocarse las barras sobre silletas elaboradas adecuadamente para colocar las barras en la posición especificada.

La compactación del concreto se llevará a cabo adecuadamente con vibradores de inmersión desde la superficie, que deberán formar parte o ir montados en la pavimentadora de formaleta deslizante.

(b) Rodillos Vibratorios. El proceso constructivo está contenido en las especificaciones para pavimentos de concreto hidráulico y contempla las siguientes etapas previas a la colada del pavimento:

- Colocación de las formaletas
- Colocación y anclaje de los pasadores de carga
- Descarga del concreto

Los rodillos vibratorios se utilizarán en las zonas donde determine el Contratante, así como en las zonas donde las curvas sean cerradas y pronunciadas y en donde se dejen zonas sin fundir con la pavimentadora para el acceso transversal al pavimento.

El inicio y arranque de la fundida con los rodillos vibratorios, debe coincidir con las juntas transversales. Se debe evitar los inicios y arranques en sitios diferentes, para no tener que realizar juntas de construcción.

503.13 Acabado superficial. El acabado superficial longitudinal del concreto recién colado podrá proporcionarse mediante llanas mecánicas, y a continuación, mediante el arrastre de tela de yute, fique o bandas de cuero

húmedas. Posteriormente con un equipo de texturizado del tipo CMI-TC-250 o similar ó por medio de herramientas manuales desarrolladas específicamente para este trabajo, se procederá a realizar el texturizado transversal mediante una rastra de alambre en forma de peine, con una separación entre dientes de 20 milímetros, ancho de dientes de 3 milímetros y con una profundidad de penetración máxima de 6 milímetros y mínima de 3 milímetros a todo lo ancho de la superficie pavimentada. Esta operación se realizará cuando el concreto esté lo suficientemente plástico para permitir el texturizado, pero lo suficientemente seco para evitar que el concreto fluya hacia los surcos formados por esta operación.

El acabado final deberá proporcionar una superficie de rodamiento con las características mínimas de seguridad (coeficiente de fricción) y de comodidad (índice de perfil) que se indican en seguida.

Una vez terminados los trabajos de construcción de las losas correspondientes a un día, y durante las siguientes cuarenta y ocho (48) horas, el contratista se obligará a realizar los estudios necesarios para garantizar el acabado final de la superficie de rodamiento. Dichos estudios consistirán en la determinación del índice de perfil de acuerdo con la especificación complementaria correspondiente a la determinación de la calidad de la superficie terminada (rugosidad). El contratista deberá garantizar que el índice de perfil del pavimento construido cumpla con la especificación complementaria correspondiente y con las tolerancias incluidas en esta especificación.

En caso que se requiera y cuando lo solicite el Contratante, para efectos de frenado, el Contratista deberá garantizar mediante estudios que realice, que la superficie terminada presenta una resistencia al derrapamiento que, al medirse con un dispositivo de medición continua, arroje un valor igual o mayor de siete décimas (0.7) en condiciones de pavimento mojado y a velocidad de setenta y cinco kilómetros por hora (75 kph); la medición se realizará por lo menos sobre la huella de la rodera externa de cada carril (ASTM E 670).

503.14 Curado. El curado deberá hacerse inmediatamente después del acabado final, cuando el concreto empiece a perder su brillo superficial. Esta operación se efectuará aplicando en la superficie una membrana de curado a razón de un litro por metro cuadrado (1 lt/m^2), para obtener un espesor uniforme de aproximadamente un milímetro (1 mm), que deje una membrana impermeable y consistente de color claro que impida la evaporación del agua que contiene la mezcla del concreto fresco. Su aplicación debe realizarse con irrigadores mecánicos a presión, con equipo del tipo CMI-TC-250 (o similar) ó por medio de aspersores manuales que garanticen la perfecta aplicación de la membrana.

El espesor de la membrana podrá reducirse si de acuerdo con las características del producto que se use se puede garantizar su integridad, cubrimiento de la

losa y duración de acuerdo con las especificaciones del fabricante de la membrana de curado, sin embargo esta reducción no podrá ser de más de un 15%.

En el caso de que durante la época de pavimentación se presenten vientos fuertes rasantes, combinados o no con temperaturas ambiente elevadas, se deberá proveer una doble capa de membrana de curado, aplicándose la primera capa inmediatamente después del flotado del concreto y la segunda posterior al texturizado transversal.

Durante el tiempo de endurecimiento del concreto, deberá protegerse la superficie de las losas contra acciones accidentales de origen climático, de herramientas o del paso del equipo o seres vivos. El contratista será responsable único del costo y trabajos correspondientes para la reparación de desperfectos causados en la losa de concreto o por cualquiera de las causas arriba mencionadas. El procedimiento para la reparación deberá ser previamente autorizado por el Contratante. Los trabajos de reparación quedarán cubiertos por la misma garantía que aplica a los trabajos de pavimentación.

503.15 Juntas. Las juntas deberán ajustarse al alineamiento, dimensiones y características consignadas en el proyecto.

Después del curado de las losas se procederá al corte de las juntas transversales y longitudinales con discos abrasivos si se realizan los cortes en seco, o con discos de diamante que se enfrían con agua. El corte de las juntas deberá comenzar por las transversales de contracción, e inmediatamente después continuar con las longitudinales. Este corte deberá realizarse cuando el concreto presente las condiciones de endurecimiento propicias para su ejecución y antes de que se produzcan agrietamientos no controlados. El contratista será el responsable de elegir el momento propicio para efectuar esta actividad sin que se presente pérdida de agregado en la junta o despostillamientos de la losa; sin embargo, una vez comenzado el corte deberá continuarse hasta finalizar todas las juntas. El inicio de los trabajos deberá iniciar entre las 4 ó 6 horas de haber colocado el concreto y deberá terminar antes de 12 horas después del colado. Las losas que se agrieten por aserrado inoportuno deberán ser demolidas y/o reparadas de acuerdo y a satisfacción del Contratante.

En el caso de que se requiera de cortes de juntas en dos etapas (escalonados), el segundo corte no deberá realizarse antes de 48 horas después del colado.

En la construcción de las juntas deberá considerarse la siguiente clasificación:

- Longitudinales de contracción aserradas y con barras de amarre (Tipo A)
- Transversales de contracción aserradas y con pasajuntas (Tipo B)

- Longitudinales de construcción y con barras de amarre (Tipo C)
- Transversales de construcción cimbradas con pasajuntas (Tipo D)

Las juntas longitudinales y transversales de contracción aserradas y con barras de amarre ó pasajuntas (Tipos A y B) se construirán en los sitios que indique la sección típica del proyecto de acuerdo con lo indicado en los planos del proyecto.

La junta longitudinal de construcción con barras de amarre (Tipo C) quedará formada en la unión de la junta fría entre las dos franjas de pavimentación como se indica en el proyecto.

Las juntas transversales de construcción con pasajuntas (Tipo D) se construirán en los lugares predeterminados para finalizar el colado del día, coincidiendo siempre con una junta transversal de contracción y alineada perpendicularmente al eje del camino; estas juntas se construirán a tope, de acuerdo con lo indicado en el proyecto y se colocarán pasajuntas a todo lo ancho de la sección transversal.

Cuando por causas de fuerza mayor sea suspendido el colado por más de 30 minutos, se procederá a construir una junta transversal de emergencia con la que se suspenderá el colado hasta que sea posible reiniciarlo, a menos que según el criterio del interventor el concreto se encuentre todavía en condiciones de trabajabilidad adecuadas. La configuración de las juntas transversales de emergencia será exactamente igual que la de las juntas transversales de construcción (Tipo D).

La localización de la junta transversal de emergencia se establecerá en función del tramo que se haya colado a partir de la última junta transversal de contracción trazada. Si el tramo colado es menor que un tercio de la longitud de la losa, se deberá remover el concreto fresco para hacer coincidir la localización de la junta de emergencia con la transversal de contracción inmediata anterior. En caso de que la emergencia ocurra en el tercio medio de la losa, se deberá establecer la localización de la junta de emergencia cuidando que la distancia de ésta a cualquiera de las dos juntas transversales de contracción adyacentes no sea menor que 1.5 metros. Si la emergencia ocurre en el último tercio de la longitud de la losa, se deberá remover el concreto fresco para que la localización de la junta transversal de emergencia sea en el tercio medio de la losa.

Las juntas transversales de construcción y las juntas transversales de emergencia deberán formarse hincando en el concreto fresco una frontera metálica que garantice la perpendicularidad del plano de la junta con el plano de la superficie de la losa. Esta frontera o cimbra deberá de contar con orificios que permitan la instalación de pasajuntas en todo lo ancho de la losa con el alineamiento y espaciamiento correctos, independientemente de que los documentos de construcción no indiquen pasajuntas en los acotamientos. Estas

juntas serán vibradas con vibradores de inmersión para garantizar la consolidación correcta del concreto en las esquinas y bordes de la junta.

Las ranuras aserradas deberán inspeccionarse para asegurar que el corte se haya efectuado hasta la profundidad especificada. Toda materia extraña que se encuentre dentro de todos los tipos de juntas deberá extraerse mediante agua a presión, "sand blast" y aire a presión los cuales deberán ser aplicados siempre en una misma dirección. El uso de este procedimiento deberá garantizar la limpieza total de la junta y la eliminación de todos los residuos del corte.

La longitud de las losas en el sentido longitudinal será de acuerdo a lo indicado en el proyecto con una tolerancia de 5 centímetros en más o en menos y coincidiendo siempre el aserrado de las juntas transversales con el centro de la longitud de las pasajuntas. El alineamiento de las juntas longitudinales será el indicado en el proyecto, con una tolerancia de 5 centímetros en más o en menos.

Deberán tomarse las precauciones necesarias para evitar que se dañen los bordes de las juntas por impactos del equipo o de la herramienta que se estén utilizando en la obra. En el caso de que produzcan daños en las juntas, el contratista deberá corregirlos sin cargo alguno formando una caja mínima de 50 centímetros de ancho por 50 centímetros de largo por un medio del espesor de la losa de profundidad por medio de la utilización de cortadoras de disco. Se deberá evitar el uso de equipos de impacto para el formado de la caja, con el fin de no producir daño estructural alguno en la losa. El concreto a ser empleado en la reparación deberá ser del tipo que no presente contracción ni cambio volumétrico alguno por las reacciones de hidratación del cemento y deberá utilizarse un compuesto a base de resinas epóxicas como puente de adherencia.

503.16 Junta Pavimento – Bordillo. La junta entre el pavimento de concreto con el bordillo no es considerada como parte de la estructura del pavimento, por lo que no se requiere de algún refuerzo de amarre. Sin embargo, es probable que se pudiera producir cierta separación entre ambos con el paso de los años. Para evitar esta separación, se deberá colocar una varilla de amarre del #4 de 90 cm de longitud a cada 120 cm y se deberá sellar esta junta con el mismo material empleado en las juntas del pavimento. Las varillas de acero de amarre deberán ser de grado 40 ($f_y=2800 \text{ kg/cm}^2$) pudiéndose doblar a 90° en caso de ser necesario. La fundida del bordillo se realiza posteriormente.

503.17 Señalización y desvíos Los desvíos y la señalización de cierres y construcción, se debe realizar de acuerdo con la normativa incluida en estas especificaciones generales.

En los casos en que se requiera la entrada frontal o lateral de vehículos para circular sobre el pavimento construido previa autorización del Contratante, se

deberán proteger los bordes de la losa, mediante la colocación de base granular con un riego de imprimación, que sobrepase en altura la superficie del concreto, de modo que los vehículos descarguen la llanta sobre la losa y no impacten los bordes.

503.18 Tolerancias. Para dar por recibida la construcción de las losas de concreto hidráulico se verificarán el alineamiento, la sección en su forma, espesor, anchura y acabado, de acuerdo con lo fijado en el proyecto y/o ordenado por el Contratante, con las siguientes tolerancias:

**Tabla 503 – 3
Tolerancias – Generales**

Caso	Tolerancia
Pendiente transversal con respecto a la del proyecto	$\pm 0.5\%$
Coeficiente de fricción inicial de la superficie de rodamiento	0.40 mínimo

Para la determinación de la deficiencia en el espesor de la losa y el factor de ajuste aplicable para cada sección de 500 metros, se deberá seguir el procedimiento indicado en la especificación complementaria correspondiente, incluida en estas especificaciones.

Para la determinación de la calidad de la superficie terminada del pavimento y el factor de ajuste aplicable para cada sección de 200 metros, se deberá seguir el procedimiento indicado en la especificación complementaria correspondiente, incluida en estas especificaciones.

Se considera que un concreto hidráulico cumple con el requisito de resistencia fijada en el proyecto cuando se verifique el cumplimiento de la especificación complementaria referente a la calidad del concreto, incluida en estas especificaciones.

503.19 Espesor de la losa de concreto

(a) Extracción de Núcleos. Se deberán extraer núcleos del pavimento de concreto en los lugares especificados por el Contratante después de que se hayan llevado a cabo todas las correcciones requeridas y antes de que se efectúe la aceptación final del pavimento. El espesor del pavimento se deberá determinar siguiendo los lineamientos de la especificación ASTM C 42 y ASTM C 174.

Para el propósito de establecer un precio unitario ajustado del pavimento, se considerarán unidades de 500 metros de longitud en cada carril de circulación

comenzando por el extremo del pavimento con el cadenamiento menor. La última unidad en cada carril de circulación será de 500 metros mas la fracción restante para el final del pavimento.

El Contratante solicitará la extracción de un núcleo del pavimento por cada unidad de 500 metros en cada carril de circulación en el lugar especificado o seleccionado aleatoriamente. Cuando el espesor del pavimento medido según los lineamientos de la especificación ASTM C 174 no sea deficiente en más de 5 milímetros con respecto al especificado en los documentos de construcción, se efectuará el pago completo de la unidad. Cuando el espesor del pavimento sea deficiente en más de 5 milímetros, pero en menos de 20 milímetros, se deberán obtener dos núcleos adicionales dentro de la unidad en estudio a costo del contratista. Los dos núcleos adicionales para cualquier unidad de 500 metros deberán ser obtenidos a intervalos no menores que 150 metros. Si el promedio del espesor de losa obtenido de los tres núcleos no es deficiente en más de 5 milímetros, se efectuará el pago completo de la unidad.

En el caso de que el promedio del espesor de losa obtenido a partir de los tres núcleos sea deficiente en más de 5 milímetros, pero no menos que 20 milímetros, se pagará un precio ajustado de la unidad según se indica más adelante, empleando para esto el espesor de losa promedio obtenido a partir de los tres núcleos de concreto.

Para el cálculo del espesor de losa promedio, aquellos espesores que sean mayores que el espesor indicado en los documentos de construcción por más de 5 milímetros serán considerados como el espesor indicado más 5 milímetros. De la misma forma, aquellos espesores de losa que sean menores que el espesor indicado en los documentos de construcción en más de 20 milímetros serán considerados como el espesor indicado menos 20 milímetros.

Cuando el espesor de cualquier núcleo de concreto sea deficiente por más de 20 milímetros, el espesor del pavimento en esta área se determinará por medio de la extracción de núcleos a intervalos de 5 metros paralelos al eje del camino en ambas direcciones a partir del núcleo que se encontró deficiente hasta que se obtenga en cada una de las direcciones un núcleo que no sea deficiente por más de 20 milímetros. Estos núcleos de exploración no serán incluidos para el cálculo del espesor promedio de la losa con el fin de obtener un precio ajustado. Los núcleos de exploración serán empleados solamente para determinar la longitud de pavimento dentro de la unidad en estudio que será removida sin que el contratista reciba pago alguno por esa área.

Cualquier área del pavimento que sea deficiente por más de 10 milímetros, pero no por más del valor mayor de entre 10 milímetros o 1/8 del espesor indicado en los documentos de construcción no será sujeta de pago al contratista.

Cualquier área de pavimento que se encuentre deficiente en más de 25 milímetros o 1/8 del espesor indicado de la losa en los documentos de construcción, lo que sea mayor, deberá ser removida y remplazada, a solicitud del Contratante, con concreto de resistencia y espesor indicado en los documentos de construcción sin que el contratista reciba pago alguno por los trabajos adicionales.

(b) Ajuste de Precio. El pago de la losa de concreto para cada unidad de análisis de 500 metros por carril se efectuará de acuerdo a la siguiente tabla de tolerancias. La deficiencia en espesor determinada por núcleos será el resultado de aplicar los procedimientos anteriormente descritos para cada unidad de análisis de 500 metros por carril de circulación.

**Tabla 503- 4
Tolerancias – Espesor de losa de concreto**

Deficiencia en Espesor de Losa determinada por cada sección de 500 m	Factor de Ajuste aplicable sobre el Precio Unitario Contratado
De 0.0 a 5.0 mm	1.00
De 5.1 a 7.5 mm	0.85
De 7.6 a 10.0 mm	0.75
Mayor que 10.0 mm	SUBSTITUIR

503.20 Índice de rugosidad superficial de la losa de concreto

(a) Generalidades. El contratista deberá proveer y mantener durante el tiempo que dure la obra un perfilómetro que cumpla con las especificaciones ASTM E-1274. La calibración del equipo, siguiendo los lineamientos de la misma especificación, deberá ser verificada por el Contratante antes de su uso en el proyecto. Los resultados del ensaye del perfilómetro serán evaluados por el Contratante.

(b) Alcance. El ensaye de la superficie de pavimento será limitado a aquellos pavimentos con más de 200 metros de longitud de construcción.

Aquellos pavimentos con curvas horizontales que tengan un radio de curvatura al eje del camino menor que 300 metros no serán ensayados, al igual que las transiciones de la sobre-elevación correspondiente a dichas curvas. El pavimento comprendido dentro de los 5 metros subsecuentes a un pavimento existente no colocado dentro de este proyecto, o a una estructura o

losa de aproximación, no será ensayado por medio del perfilómetro. Para estos casos deberá emplearse una regla de 3 metros de longitud, y las irregularidades comprendidas en cualquier dirección (en el caso de que existan) no deberán exceder 5 milímetros. Para la corrección de irregularidades que no cumplan con la tolerancia aquí especificada se empleará aquel método aprobado previamente por el Contratante con cargo al contratista.

(c) Perfiles del Pavimento. Cada carril de circulación deberá ser evaluado como a continuación se indica:

La obtención del perfil del pavimento comenzará a 5 metros dentro del concreto previamente colocado, y será medido a lo largo de las líneas imaginarias que son paralelas a aquellas que delimitan cada carril de circulación, y que están ubicadas aproximadamente a 1 metro dentro del carril que está siendo evaluado. Las mediciones efectuadas a lo largo del pavimento siendo evaluado serán divididas en tramos consecutivos de 200 metros cada uno, con el fin de establecer secciones que podrán tener un premio o una deducción debido a la calidad de la superficie terminada. El índice de perfil a considerar para evaluar cada sección de 200 metros será el promedio de las dos mediciones tomadas dentro del ancho de cada carril de circulación evaluado.

Alternativamente, cuando se lleve a cabo pavimentación completa del ancho de corona en una sola pasada del tren de pavimentación, y la sección transversal del pavimento esté compuesta por al menos dos carriles de circulación mas los acotamientos correspondientes, se podrá obtener sólo un perfil del pavimento por carril de circulación para efectos de esta evaluación. El índice de perfil a considerar para evaluar cada sección de 200 metros será el promedio de todas las mediciones tomadas en la sección transversal que cumpla con lo aquí estipulado.

(d) Control de la superficie del pavimento. Al inicio de las operaciones de pavimentación, ya sea al arranque de la pavimentación o después de tiempos prolongados de inactividad, la superficie del pavimento será revisada con el perfilómetro, tan pronto como sea posible sin dañar la superficie del pavimento. El propósito de este ensayo es ayudar al contratista a evaluar los métodos y equipos de pavimentación. La longitud de esta sección de prueba inicial no deberá exceder 400 metros. Cuando los métodos de pavimentación y el equipo empleado produzcan un índice de perfil dentro de tolerancia sin castigo, o menor, el Contratista podrá proceder con las operaciones de pavimentación. En el caso de que este índice de perfil inicial exceda de la tolerancia sin castigo, el contratista deberá efectuar correcciones en sus operaciones de pavimentación, las cuales deberán ser aprobadas por el Contratante, antes de que pueda proceder a pavimentar y evaluar otra sección de prueba de 400 metros.

(e) Índice de Perfil Promedio Diario. Un día de pavimentación será definido como un mínimo de 200 metros de longitud de pavimento colocado durante un mismo día. Cuando la colocación de concreto de un solo día no exceda 200 metros de longitud, dicha pavimentación deberá ser agrupada con la del día de pavimentación inmediato siguiente. Los perfiles del pavimento deberán medirse tan pronto como sea práctico y posible, pero no más tarde que el siguiente día de trabajo.

El índice de perfil promedio deberá ser determinado para cada día de pavimentación por medio del promedio aritmético de todos los índices de perfil calculados por cada una de las secciones de 200 metros comprendidas dentro de la longitud de pavimentación del día correspondiente. Cuando el índice de perfil promedio diario exceda el valor de reposición, las operaciones de pavimentación, deberán ser suspendidas inmediatamente hasta que el contratista efectúe las correcciones pertinentes que sean aprobadas por el Contratante. Para reanudar las operaciones de pavimentación, el contratista deberá cumplir con lo estipulado en el procedimiento correspondiente al arranque de las operaciones de pavimentación, incluido en esta especificación.

(f) Evaluación del Pavimento y Correcciones. Después de que la superficie del pavimento sea ensayada, todas aquellas áreas que presenten una desviación igual o mayor a 10 milímetros en 7.5 metros o menos deberán corregirse. Después de su corrección deberán ensayarse de nuevo para verificar el cumplimiento de lo aquí estipulado.

Después de la corrección individual de todas las desviaciones, cualquier sección de 200 metros de longitud que presente un índice de perfil mayor que el correspondiente de corrección deberá ser corregida para reducir dicho índice al valor de tolerancia sin castigo o menor. Estas secciones de pavimento donde se han requerido correcciones deberán ser ensayadas una vez que dicha correcciones estén incluidas para asegurar que efectivamente se ha reducido el índice de perfil al correspondiente a tolerancia sin castigo o menos.

Cuando el índice de perfil de cualquier sección de 200 metros exceda de la tolerancia sin castigo, pero no exceda el valor de corrección, el contratista podrá elegir entre corregir la calidad de la superficie terminada o aceptar una penalización dentro de su precio unitario de pavimento debido a la calidad deficiente de dicha superficie terminada.

Todos los trabajos de corrección que deberán efectuarse a la superficie terminada del pavimento serán con cargo al contratista. Todo método de corrección de la superficie del pavimento deberá ser aprobado por el Contratante. No se le permitirá al contratista efectuar trabajos de corrección

por medio del empleo de equipos de impacto que puedan dañar la estructura de pavimento ni mediante resanes superficiales adheridos.

Una vez que se efectúen los trabajos de corrección de la superficie del pavimento donde así se requiera, el contratista deberá restablecer a satisfacción del Contratante, la textura de dicha superficie.

Todos los trabajos de corrección de calidad de superficie del pavimento deberán ser efectuados antes de que se determinen los espesores de losa para pago según la especificación complementaria correspondiente.

(g) Ajuste de Precio. Los ajustes en el precio unitario de la losa de concreto por calidad de la superficie terminada del pavimento serán de acuerdo a la siguiente tabla.

**Tabla 503-5
Tolerancias – Índice de perfil del pavimento**

Índice de Perfil en cm por Km por cada sección de 200 m	Factor de Ajuste aplicable sobre el Precio Unitario Contratado
5.0 o menos	1.05
5.0 a 8.0	1.04
8.0 a 11.0	1.03
11.0 a 14.0	1.02
17.0 a 20.0	1.01
20.0 a 22.5	1.00
22.5 a 25.0	0.98
25.0 a 27.5	0.96
27.5 a 30.0	0.94
30.0 a 32.5	0.92
32.5 a 35.0	0.90
Más de 35.0	CORREGIR

El premio o deducción por calidad de superficie terminada del pavimento será calculado para cada sección de 200 metros.

No se pagará premio alguno por aquellas secciones que originalmente presentaron un índice de perfil mayor al de corrección.

503.21 Diseño de la mezcla. Será responsabilidad del contratista suministrar el diseño de la mezcla empleando un factor de agregado grueso aceptable, el cual no deberá ser menor que 0.66 ni mayor que 0.85. El contratista deberá de llevar a cabo, a su cuenta, el trabajo requerido para establecer y verificar la

mezcla, incluyendo las pruebas de resistencia de especímenes. El desarrollo completo de la mezcla, incluyendo los resultados de las pruebas de resistencia, deberá de ser sometido a revisión para obtener la aprobación del Contratante.

Medición

503.22 Las losas de concreto hidráulico, por unidad de obra terminada, se medirán tomando como unidad el metro cúbico de concreto, con el módulo de resistencia a la tensión por flexión o Módulo de Rotura fijado en el proyecto, las tolerancias de acabado, de espesor de losa y de alineamiento. Los volúmenes construidos se cubicarán en las mismas losas por medio de seccionamiento a cada 10 metros siguiendo el método de promedio de áreas extremas.

503.23 Base de pago. En las losas de concreto hidráulico que constituirán el pavimento, se considerará el volumen fijado por el proyecto y se pagará al precio fijado en el contrato para el metro cúbico, sujeto a los ajustes de precio correspondientes al cumplimiento de las tolerancias indicadas en estas especificaciones en cuanto a espesores de losa e índice de perfil.

El precio unitario incluye lo que corresponda por: derechos y regalías para la extracción o adquisición del agua; extracción del material aprovechable y del desperdicio de los almacenes temporales, cualquiera que sea la clasificación; instalaciones y desmantelamiento de la planta; alimentación de la planta; cribados, desperdicios de los cribados, trituración total o parcial; lavado, cargas y descargas de los materiales; todos los acarrees y maniobras necesarios para los materiales y los desperdicios de ellos; adquisición del cemento Pórtland, del tipo fijado en el proyecto y sus acarrees y desperdicios y de los aditivos que se requieran en el lugar de la obra; carga, acarrees y descarga de los materiales, formación de los almacenamientos en la obra, de todos los materiales; la amortización del valor de fabricación o adquisición de los moldes y su transporte; preparación, colocación, materiales necesarios y remoción de los moldes; elaboración del concreto con el cemento y aditivos que se requieran, acarreo de la mezcla desde el sitio de su fabricación hasta el sitio de su colocación; agua para el humedecimiento de la base de apoyo de las losas; humedecimiento de los moldes; acabado superficial y corrección de imperfecciones mediante llana o fresado; texturizado; curado de losas y de juntas aserradas; aserrado de juntas y corrección de defectos de colocación o daño resultante de la construcción; el acero para las pasajuntas y barras de amarre, incluyendo sus transportes y colocación; neoprenos y adhesivos necesarios, incluyendo su colocación, los tiempos de los vehículos empleados en los transportes, durante las cargas y descargas; construcción del tramo de prueba previo a los trabajos de pavimentación; protección a las estructuras o parte de ellas, precauciones para no mancharlas durante la construcción; verificación de los acabados y texturizado y en general de todo lo necesario para la correcta ejecución de los trabajos, a satisfacción del Contratante, así como todos los trabajos inherentes a la corrección de desperfectos en el pavimento según lo indique el Contratante.

El contratista estará obligado a construir y conservar transitables todo el tiempo requerido, tanto las desviaciones como los caminos de acceso adecuados para comunicar los frentes de trabajo. Así como el manejo del tráfico adyacente.

Todas las obras temporales como recargues o trabajos adicionales necesarios para dar apoyo al equipo de pavimentación se deberán considerar en la elaboración del precio unitario.

Pago

503.24 El pago se hará al precio del contrato por toda obra ejecutada de acuerdo con esta especificación y aceptada a satisfacción del Contratante.

El precio unitario deberá cubrir todos los costos de adquisición, obtención de permisos y derechos de explotación o alquiler de las fuentes de materiales y el descapote y la preparación de las zonas por explotar. Deberá cubrir, también, todos los costos de explotación de las fuentes de materiales; la selección, trituración, eventual lavado y clasificación de los materiales pétreos; el suministro, almacenamiento, desperdicios, cargues, transportes, descargues y mezcla de todos los materiales constitutivos de la mezcla cuya fórmula de trabajo se haya aprobado, incluidos los aditivos; el suministro, almacenamiento, desperdicios, cargues, transportes, descargues y colocación de los pasadores (pasajuntas), varillas de unión, elementos para separación del pavimento o curado y materiales para el sello de todas las juntas según lo contemple el proyecto; el transporte del concreto al sitio de los trabajos, su colocación y vibrado, la ejecución de juntas, el acabado superficial y el curado requerido; las instalaciones provisionales; los costos de arreglo o construcción de las vías de acceso a las fuentes de materiales; la adecuación paisajística de las fuentes para recuperar las características hidrológicas superficiales al terminar su explotación; la fase de experimentación; la señalización preventiva de la vía y el ordenamiento del tránsito público durante la realización de las obras y el período de curado, la demolición, retiro y disposición de las losas rechazadas y, en general todo costo relacionado con la correcta ejecución de los trabajos especificados.

La preparación de la superficie existente se considera incluida en el ítem referente a la capa a la cual corresponde dicha superficie y, por lo tanto, no habrá lugar a pago separado por este concepto. Si dicho ítem no está incluido en el contrato, el Contratista deberá incluir el costo de la preparación de la superficie existente dentro del precio unitario del pavimento de concreto hidráulico.

Renglón de pago

50301 Sobrecapa de concreto hidráulico

Unidad de medida

Metro cúbico (m³)

SECCIÓN 504.) PAVIMENTO DE ADOQUINES DE CONCRETO

Descripción

504.01 Este trabajo consistirá en el suministro y colocación de adoquines de concreto sobre una superficie preparada de acuerdo con estas especificaciones y de conformidad razonable con las líneas, rasantes y secciones transversales mostradas en los planos u ordenadas por el Contratante. Esta capa de rodadura colocada sobre la estructura de base le dan la capacidad estructural al pavimento de adoquines de concreto. Un pavimento de adoquines de concreto es aquel cuya rodadura está conformada por adoquines colocados sobre una capa de arena y con un sello de arena entre las juntas de los adoquines.

Materiales

504.02 Los materiales a usar en el adoquinado deberán llenar los siguientes requisitos:

(a) Adoquines de Concreto. El adoquín a usarse, incluyendo las “cuchillas”, será el denominado TIPO TRÁFICO, cuya resistencia característica a los 28 días no deberá ser menor que los siguientes valores:

Tipo 1 para Tráfico Pesado:	49.0 MPa
Tipo 2 para Tráfico Liviano:	35.0 MPa

El adoquín no deberá presentar en su superficie fisuras ni cascaduras ni cavidades, ni tener materiales extraños tales como piedras, trozos de madera o vidrio, embebidos en su masa. Las aristas deberán ser regulares y la superficie no deberá ser extremadamente rugosa. El tamaño de los adoquines deberá ser uniforme para evitar irregularidades o juntas muy anchas al ser colocados. El tamaño máximo del agregado a usar en el concreto es de 19 milímetros.

(b) Bordillos Laterales.- Según lo muestran los planos, el adoquinado estará confinado en sus bordes laterales por bordillos o cunetas de concreto simple, cuyo objeto es el de proteger y respaldar debidamente al adoquinado. Los materiales y métodos de construcción de los bordillos o cunetas de concreto se ajustarán a lo estipulado en estas especificaciones.

(c) Arenas.- Se requieren dos tipos de arena : una para la capa de soporte y otra para el sellado . La capa de arena que servirá de colchón a los adoquines deberá ser arena lavada, dura, angular y uniforme y no deberá contener más del 2% (en peso) de limo, arcilla o de ambos.

Su graduación será tal que pase totalmente por el tamiz de 9.5 mm , que pase del 95 al 100 % por el tamiz de 4.75 mm , del 80 al 95 % por el tamiz de 2.36 mm , del 50 al 85 % por el tamiz de 1.18 mm , del 25 al 60 % por el tamiz de 0.6 mm , del 10 al 30 % por el tamiz de 0.3 mm , del 5 al 15 % por el tamiz de 0.15 mm y del 0 al 5 % por el tamiz de 0.075 mm. El espesor de esta capa no deberá ser menor de 3 cm ni mayor de 5 cm.

La arena de sellado debe tener como tamaño máximo 1.25 mm y un máximo pasando la malla de 0.075 mm del 5%.

(d) Remate del Pavimento.- Las áreas adoquinadas deberán quedar confinadas en todos sus bordes y a los intervalos mostrados en los planos. Al comienzo y al final del adoquinamiento deberán construirse remates de concreto simple, Clase A, de las dimensiones mostradas en los planos. Los materiales y métodos de construcción de estos remates se ajustarán a lo establecido en la Sección 901 de estas especificaciones.

Requerimientos para la Construcción

504.3 (a). Aceptación del Adoquín.- Antes de iniciar el transporte de los adoquines al Proyecto, el Contratista someterá muestras representativas de los mismos al Contratante, a fin de que éste pueda autorizar su uso, si llenan los requisitos de calidad y resistencia. A este efecto, el Contratista suministrará certificado de un laboratorio de materiales independiente en que se haga constar que los lotes de adoquines destinados al Proyecto han sido debidamente muestreados (al azar) tomando no menos de 10 muestras por cada orden de menos de 20,000 bloques. El muestreo deberá ser hecho en la planta de fabricación de los adoquines y las pruebas se referirán a la exactitud dimensional y a la uniformidad de los adoquines tanto como a la resistencia a la compresión.

El cálculo de la resistencia característica a la compresión se hará por medio de la desviación estándar de la muestra de los 10 especímenes tomados del lote, cuya fórmula es la siguiente:

$$s = \sqrt{\frac{\sum (f_i - f_m)^2}{n - 1}} \quad 0 \quad s = \sqrt{\frac{\sum f_i^2 - \frac{f_i^2}{n}}{n - 1}}$$

donde:

s = Desviación estándar, en MPa.

f_i = Sucesivamente, la resistencia a la compresión de cada uno de los especímenes (MPa)

f_m = Media aritmética de las resistencias a la compresión de todos los especímenes (MPa)

n = Número de especímenes (10).

La resistencia característica, f_k , se calculará con la fórmula: $f_k = f_m - 1.64 s$.
La resistencia característica deberá ser reportada al MPa más cercano.

Las muestras deberán prepararse cortando con sierra de diamante y puliendo las caras superior e inferior de manera que queden perfectamente paralelas y sin protuberancias en la superficie. Al cortar deben eliminarse los biselados en las aristas superiores. Los adoquines se secarán al aire bajo techo durante 24 horas antes de probarlos. Las placas de acero que se colocan en la parte inferior y superior de los adoquines en la máquina de compresión deben estar debidamente calibradas y tener el espesor adecuado de manera que no se produzcan concentraciones de esfuerzos.

(b) Capa de Apoyo.- El adoquinado se apoyará en una capa de terracería mejorada, subbase o base del espesor indicado en los planos.

La construcción de la capa requerida en los planos, ya sea de Préstamo Seleccionado, subbase o base, será hecha de acuerdo con lo estipulado en las Secciones 203, 208, 302, 303, 304, 305, 306, 307 ó 308 de estas especificaciones, según corresponda. El perfil de la superficie de apoyo del adoquinado deberá ser igual al requerido para la superficie final del pavimento, con una tolerancia de 20 mm. del nivel de diseño.

(c) Lecho de Arena.- Sobre la superficie de apoyo se colocará una capa suelta de arena que servirá de lecho a los adoquines. El espesor requerido de arena suelta que se colocará dependerá de su contenido de humedad, graduación y grado de compactación. Dado que la arena no es vibrada sino hasta que los adoquines han sido colocados, el espesor suelto correspondiente al espesor compacto requerido de 3 a 5 cm es determinado por tanteos al comenzar los trabajos. Se deberán hacer frecuentes comprobaciones del nivel de la superficie del adoquinado para asegurarse de que el espesor que se está colocando de arena sin compactar es el correcto.

Una vez que la arena se ha depositado y esparcido sobre la superficie de apoyo, se emparejará y alisará por medio de reglas de enrasamiento (codales). En calles o caminos de 5 m o menos de ancho se podrán usar las cunetas o bordillos laterales como guías para el enrasamiento de la superficie de la capa de arena; en pavimentos más anchos será necesario colocar rieles "provisionales para apoyar los codales de enrasamiento. Durante el esparcido y enrasamiento de la capa de arena, no será permitido que nadie se apoye, ponga de pie o camine sobre la arena, pues de hacerlo se producirá una precompactación dispereja lo que causará irregularidades en la superficie final del pavimento. Para minimizar los riesgos de alteración, se deberá evitar el enrasamiento de la arena en grandes distancias adelante de la brigada de colocación de adoquines.

Asimismo, antes de iniciar el trabajo de enrasamiento, el Contratista deberá remover de la arena todos los pedruscos, raíces, pedazos de madera, ripios, lodo, etc. que contenga la arena.

(d) Adoquinamiento.- El adoquinado comprende cuatro etapas:

1) La colocación de los adoquines sobre la superficie preparada, 2) el recorte de los adoquines en los bordes de la vía, 3) la vibración de toda el área adoquinada y 4) relleno con arena de sellado.

1) Colocación de los Adoquines.- Las primeras filas de adoquines deberán ser colocadas con mucho cuidado para evitar el desalajo de los bloques que ya están colocados. Una vez que se han colocado las primeras filas, se asentarán las demás firmemente dejando ranuras de 3 a 5 mm, entre adoquines. A estas alturas no se deberá intentar el recorte de los adoquines para ajustarlos a los bordes. El adoquinador deberá trabajar a partir de la capa de adoquines previamente colocada y evitará la alteración de la arena enrasada y la última fila de bloques colocados, comprobando frecuentemente que los bloques están bien asentados y acomodados y, si es necesario, acomodándolos a golpes de un mazo de hule o madera. Si hay áreas en que hayan quedado ranuras muy abiertas se les removerá y volverá a colocar.

2) Recorte de los Adoquines.- Aquellas formas irregulares que queden en los bordes serán rellenas con cuñas o pedazos de adoquín cortados con un cortador de adoquines o aserrados. Se evitará colocar piezas muy pequeñas o delgadas, pues con frecuencia se hacen pedazos con la vibración. El recorte de los adoquines para ajustar el pavimento a los bordes, no se hará sino hasta haber colocado adoquines en un área considerable.

En las parrillas de tragantes, en pozos de visita y tapas de inspección se procederá de una manera similar hacia los bordes, teniendo cuidado de que los bloques, al ser compactados, queden ligeramente más arriba del nivel de entrada al dren.

3) Vibración.- Una vez que los bordes del adoquinado hayan sido completados a lo largo de la calle o camino, se vibrará la superficie por medio de una plancha o rodillo vibratorio. El número de pases requerido dependerá de una variedad de factores y será determinado por medio de tanteos en el sitio, tratando de obtener una superficie que sea transitable con suavidad y que no sea posteriormente compactada por los vehículos. Generalmente, bastan dos o tres pasadas. No se aplicará vibración a áreas que queden dentro de un metro de adoquines no confinados; por otra parte, no se deberán dejar áreas sin vibrar de un día para otro.

4) Relleno con Arena.- Finalmente, se rellenan las ranuras o juntas entre adoquines con arena de sellado, la que será aplicada con escoba o

cepillo y, luego, se pasará el vibrador dos o tres veces hasta completar la trabazón entre los bloques.

Tan pronto como se haya completado la vibración, se podrá abrir el camino o calle al tráfico.

Las ranuras que queden entre los bordillos o cunetas laterales o entre los remates o travesaños de concreto y los adoquines serán rellenadas con mortero de arena y cemento Portland en proporción de 4:1 por peso.

Antes de aceptar cada tramo de adoquinado el Contratante comprobará si está de acuerdo con la rasante longitudinal y con el bombeo indicado en los planos.

504.04 Aceptación. El cemento y los adoquines serán evaluados visualmente y mediante certificados del fabricante y un laboratorio independiente.

La arena será evaluada visualmente y mediante ensayos de calidad.

Los bordillos y cunetas serán evaluados bajo la Sección 905.

La superficie preparada será evaluada bajo la Sección 301.

La construcción del adoquinado será evaluada visualmente y mediante mediciones y ensayos.

Medida

504.05 La cantidad de adoquinado a pagarse será medida en metros cuadrados de superficie debidamente colocada y aceptada, cantidad que incluirá, además, la arena usada en el lecho y en las juntas.

Los remates y travesaños de concreto será medido en metro cúbicos.

Pago

504.06 Las cantidades aceptadas, medidas de acuerdo con lo estipulado en el artículo precedente, serán pagadas al precio de contrato por unidad de medida para los conceptos de pago listados más adelante que figuren en el Pliego de Licitación, precio y pago que serán compensación total por el trabajo prescrito en esta sección.

La arena para el lecho del adoquinado y la usada para rellenar las juntas no será pagada por separado sino que será considerada como subsidiarias del concepto de pago. Igualmente en cuanto a las vigas de concreto para remates y las

transversales. La capa de apoyo será pagada, según lo indiquen los planos o el Pliego de Licitación, bajo el concepto de pago correspondiente a Préstamo Seleccionado, subbase o base del tipo mostrado en los planos. Los bordillos y cunetas serán pagados por separado bajo los conceptos de la Sección 905.

El pago será efectuado bajo el siguiente concepto:

REGLÓN DE PAGO

UNIDAD DE MEDIDA

50401 Pavimento de Adoquines de Concreto

Metro cuadrado

SECCION 505.) PAVIMENTO DE HORMIGÓN COMPACTADO CON RODILLO

505.01 Definición. Se denomina Hormigón Compactado con Rodillo (HCR) a la mezcla homogénea de áridos con agua en cantidad reducida y cemento como aglomerante, la que adecuadamente compactada se utiliza en la construcción de pavimentos.

505.02 Características generales. El HCR se compacta mediante vibración externa, utilizando rodillo vibratorio. Difiere del hormigón clásico principalmente en su apariencia y consistencia inicial. Su consolidación efectiva requiere la sequedad suficiente para soportar el peso del equipo vibratorio, y a su vez, la humedad adecuada para permitir la correcta distribución de la pasta cementante en toda la masa, durante las etapas de mezcla y vibración.

505.03 Propiedades generales. La resistencia a la compresión del hormigón compactado es afectada, principalmente, por la relación agua-cemento de la mezcla.

Las propiedades elásticas son afectadas principalmente por la edad, tipo de agregados y relación agua cemento. El módulo de elasticidad del hormigón se incrementa con la edad y con el contenido de cemento.

El hormigón no restringido es libre de cambiar su volumen sin provocar tensiones en su masa. Cuando el hormigón es restringido en sus movimientos, las tensiones resultantes producen una deformación, a fin de compensar el cambio de volumen. Si la deformación origina un esfuerzo de tracción, que excede la capacidad de resistencia del hormigón, se producirá fisuración. Las deformaciones en el hormigón pueden ser generadas por reducciones de volumen, consecuencia del secado y la contracción consiguiente, o por enfriamiento del hormigón.

El cambio de volumen debido a la pérdida de humedad o contracción por secado es significativamente menor en el HCR que en el concreto convencional, dado su bajo contenido de agua de mezclado. El principal efecto del secado superficial es la microfisuración de la pasta alrededor de las partículas de agregado.

505.04 Agregados grueso y fino. Debe utilizarse piedra triturada para obtener una capacidad de soporte inmediata, suficientemente alta, a efecto de abrir la vía al tránsito tan pronto se terminen las operaciones de curado.

El tamaño máximo es importante en relación a la segregación y acabado superficial, debiéndose emplear un tamaño máximo entre 16 y 20 mm, según se use como capa de rodamiento o base.

505.05 Cemento. El contenido de cemento oscila entre 12% y 15% del peso total de materiales secos. Pueden emplearse cementos normales o modificados.

505.06 Agua. El porcentaje óptimo de agua varía entre el 4% y el 6% del peso seco de los materiales. Debe determinarse mediante el ensayo Proctor, el cual también definirá la $D_{m\acute{a}x}$ del material (2,2 gr/cm³ a 2,4 gr/cm³).

505.07 Aditivos. El HCR pierde progresivamente su maniobrabilidad a medida que avanza el fraguado del ligante.

Salvo orden en contrario del Contratante, será obligatorio el uso de un retardador de fraguado, que permita obtener un plazo de trabajabilidad del material a la temperatura nominal prevista para el extendido, según el siguiente cuadro:

Tabla 505 – 1
Plazo de trabajabilidad mínimo según el tipo de ejecución

TIPO DE EJECUCIÓN	PLAZO DE TRABAJABILIDAD
Carretera nueva y refuerzo sin tráfico:	
Calzada completa	6 horas
Media calzada	10 horas
Refuerzo bajo tráfico	12 horas

El empleo de otros aditivos estará condicionado a la aprobación del Contratante.

505.08 Tipo y composición de la mezcla. Para establecer la dosificación del HCR, el Contratista deberá recurrir a ensayos previos a la ejecución, con objeto de conseguir que el hormigón resultante satisfaga en obra las condiciones exigidas a continuación.

El contenido mínimo de conglomerante por metro cúbico, no será inferior a 12% en peso del total de los materiales secos, incluyendo el cemento.

La resistencia a la tracción simple por compresión diametral (ensayo brasileño) a los 28 días de las probetas fabricadas en obra, no será inferior a 33 kg/cm². Dichas probetas serán cilíndricas, de 15 cm de diámetro y 12 cm de altura. Se confeccionarán de acuerdo con la norma AASHTO T-180, Método D y se ensayarán de acuerdo con la norma ASTM C496-90.

505.09 Capacidad estructural. Entre los aspectos básicos a evaluar se presentan:

Resistencia estructural: Puede evaluarse utilizando ensayos a rotura por compresión diametral. Los valores obtenidos oscilan entre 2,8 y 3,3 Mpa.

La capacidad de soporte inmediata: posibilita la correcta compactación con rodillos vibrantes. Para ello se someten a ensayo, inmediatamente después de moldeadas, probetas compactadas al 97% de la $D_{m\acute{a}x}$ al ensayo valor de soporte C. B. R., el que debe resultar igual o mayor al 80%.

505.10 Ejecución de las obras

(a) Estudio de la mezcla y obtención de la fórmula de trabajo

(b) Ensayos previos en el laboratorio. Se realizarán antes de comenzar el hormigonado, a efecto de establecer la dosificación a emplear, teniendo en cuenta los materiales disponibles y las condiciones de ejecución previstas.

Para la elección de las distintas dosificaciones a ensayar, deberán establecerse las curvas densidad seca contra humedad, mediante el Proctor Modificado, prueba AASHTO T-180, método D. Se escogerá aquellas dosificaciones que obtengan la compactación más elevada, sin que la mezcla resulte excesivamente sensible a las variaciones del contenido de agua.

Para cada granulometría elegida deberá obtenerse la resistencia a la tracción simple por compresión diametral (ASTM C496-90) a 28 días, de las mezclas compactadas con la humedad óptima correspondiente al ensayo Proctor Modificado. Con el objeto de conocer la evolución de su resistencia a edad temprana, deberá controlarse también su resistencia a 7 días.

Los ensayos de resistencia se realizarán sobre probetas procedentes de 4 amasadas diferentes de hormigón, confeccionando series de 2 probetas por amasada y edad, las cuales se conservarán en la cámara húmeda a 21°C de temperatura y 100% de humedad ambiente relativa, obteniéndose el valor medio de 2 probetas cuando se prueben a tracción simple por compresión diametral (ASTM C496-90).

Los valores medios así obtenidos deberán superar las resistencias especificadas con margen suficiente para que sea razonable esperar, con la dispersión que introduce la puesta en obra del material, que la resistencia real de campo alcanzará la especificada.

En caso de utilizarse un retardador de fraguado, deberá determinarse en los ensayos previos, el plazo de trabajabilidad del material.

Una vez elegida la dosificación, debe comprobarse la sensibilidad de su capacidad de soporte inicial a las variaciones del contenido de agua, determinando el índice CBR de las mezclas, con porcentajes de agua que difieran en media centésima por exceso y por defecto ($\pm 1\%$) de la humedad óptima del Proctor Modificado.

Debe verificarse la sensibilidad de la resistencia mecánica a la tracción simple por compresión diametral a 28 días frente, a las variaciones de humedad y los defectos de compactación, determinando dicha resistencia en probetas compactadas de acuerdo con la norma AASHTO T-180, método D, con contenidos de humedad difiriendo como máximo el $\pm 1\%$ de la humedad óptima del Proctor Modificado.

(b) Ensayos característicos en obra. Deben ser sistemáticos para comprobar que los medios disponibles en la obra permiten obtener un hormigón con las características deseadas.

El contenido de agua en el momento de la fabricación de la mezcla deberá estimarse de manera que, en el momento de extendido del hormigón (habida cuenta de las condiciones atmosféricas y de la distancia de transporte), esté comprendido entre la humedad óptima del Proctor Modificado y la misma disminuida en 5 milésimas (-1%) respecto al peso de los materiales secos.

Por cada dosificación en obra, determinada a partir de los ensayos previos en laboratorio, se llevarán a cabo ensayos de resistencia sobre probetas procedentes de 6 amasadas diferentes, confeccionando 2 probetas por amasada y conservándolas en la cámara húmeda en las condiciones indicadas. Dichas probetas se ensayarán a los 7 días a tracción simple por compresión diametral, de acuerdo con la norma ASTM C496, y se obtendrá el valor medio de los resultados de las roturas.

Si el valor medio de la resistencia obtenida a los 7 días es igual o superior al 90% de la resistencia a 7 días obtenida en el laboratorio, se podrá proceder a la realización de un tramo de ensayo con hormigón de dicha dosificación.

En caso contrario, se introducirán los ajustes necesarios en la dosificación y se repetirá la serie de ensayos característicos hasta conseguir un hormigón que cumpla con las exigencias de este apartado.

(c) Fórmula de trabajo. Una vez realizados los ensayos previos en laboratorio y característicos en obra con resultados satisfactorios, el Contratante aprobará la correspondiente fórmula de trabajo. Dicha fórmula señalará:

- granulometría de los áridos combinados por los tamices de 20, 16, 10, 5, 2, 0.40 y 0.080 mm.
- tipo y contenido de cemento.
- contenido de agua.
- valor mínimo de la densidad a obtener.

Las tolerancias admisibles (del peso de los materiales secos) respecto a la fórmula de trabajo serán las siguientes:

- cernido por tamices superiores al de 2 mm $\pm 6\%$
- cernido por tamices comprendidos entre 2 0.40 mm $\pm 3\%$
- cernido por el tamiz de 0.080 mm $\pm 1.5\%$
- cemento $\pm 0.3\%$
- agua $\pm 0.3\%$

Durante el transcurso de la obra, el Contratante podrá corregir la fórmula de trabajo para mejorar la calidad del hormigón seco, justificándolo debidamente mediante un nuevo estudio y los ensayos oportunos.

505.11 Fabricación de la mezcla. Será obligatorio que la mezcladora disponga de control ponderal, al menos para el cemento, pudiendo dosificarse los áridos por volumen. Se requerirá un sistema de control del agua añadida, debiendo instalarse un caudalímetro y un totalizador con indicador en la cabina de mando.

No se admitirá ningún método de acopio de los áridos o de transporte, desde los acopios a las tolvas de la mezcladora que pueda causar segregación, degradación o mezcla de materiales de distintos tamaños.

Se tomarán las medidas necesarias para impedir la contaminación de los áridos en contacto con el suelo y asegurar un drenaje adecuado de la superficie de apoyo.

Antes de iniciarse la pavimentación, deberá estar acopiado al menos un 50% de los áridos necesarios.

El cemento se suministrará y acopiará de acuerdo con las prescripciones contenidas en estas especificaciones. La capacidad mínima de acopio de cemento de la planta corresponderá al consumo de una jornada de rendimiento normal.

Los aditivos se protegerán de la intemperie y de toda contaminación. En particular, los sacos de productos en polvo se almacenarán bajo cubierta y sobre plancha aislante, con las mismas precauciones que en el caso de acopio del cemento. Los aditivos suministrados en forma líquida serán almacenados en recipientes.

La operación de mezclado se realizará mediante dispositivos capaces de asegurar la completa homogenización de la mezcla de áridos, cemento, cenizas volantes y agua, pudiendo utilizarse instalaciones de mezcla continua o discontinua.

505.12 Transporte de la mezcla. En el transporte de la mezcla se tomarán las mayores precauciones para reducir al máximo la segregación y las variaciones de humedad: en tiempo lluvioso, caluroso y seco. Para distancias de transporte en las cuales se presume puedan producirse pérdidas apreciables de humedad, se protegerá la mezcla con lonas u otros cobertores adecuados.

De no estipularse en contrario, el contratista podrá utilizar mezcladoras móviles adecuadas y aprobadas por el Contratante.

El transporte realizará en camiones de volquete. En verano debe prevenirse la evaporación del agua, pudiendo resultar conveniente cubrir el material con un toldo adecuado al material.

La altura de caída desde el silo al camión debe ser mínima para evitar problemas de segregación.

Hay que considerar la distancia de transporte como consumo de parte del “tiempo de trabajo”.

505.13 Vertido y extendido de la mezcla. Previamente al vertido de la mezcla se comprobará la calidad de la capa de apoyo en cuanto a sus características geométricas y capacidad soportante. La capa de apoyo deberá regarse con anterioridad al extendido, especialmente en tiempo caluroso.

Esta operación puede realizarse desde la forma más elemental la cual consiste en el empleo de motoniveladora, hasta la más avanzada con terminadoras de hormigón asfáltico las que dejan el material precompactado y semiterminado. Como elemento intermedio se puede mencionar las distribuidoras tipo “cajón” que suelen emplearse en bases estabilizadas granulares.

La mayor o menor calidad del equipo distribuidor determinará el resultado obtenido en lo referente a uniformidad de espesores y acabado superficial.

En esta etapa debe disponerse de un equipo para riego con agua por nebulización, por si se produjera el secamiento de la superficie y para humedecer la base de asiento si está seca antes de la distribución del hormigón.

La colocación de la mezcla se realizará con equipos que aseguren una elevada precompactación de la misma, con el objeto de obtener una buena calidad de rodadura, pudiendo utilizarse motoniveladoras únicamente en casos excepcionales y siempre con la aprobación previa del Contratante.

Cuando sea posible, la mezcla se extenderá en anchos completos. En caso contrario, se podrá proceder a la ejecución en bandas contiguas, pero de forma que se obtenga el ancho total dentro del plazo de trabajabilidad del primer material colocado en la obra. De no utilizarse retardadores de fraguado, no se permitirá la extensión de la mezcla en semianchos contiguos con más de 1 hora de diferencia entre los instantes de sus respectivas extensiones. Tampoco podrá procederse a la extensión del H.C.R. en caso de lluvia.

505.13 Compactación y acabado. Se emplearán los mismos equipos ordinariamente utilizados en la compactación del hormigón asfáltico.

El H.C.R. se compactará en una sola capa, para lo cual se dispondrá de un equipo de compactación adecuado, el que deberá ser aprobado por el Contratante, capaz de conseguir la densidad especificada dentro del plazo señalado. Dicho equipo constará, como mínimo, de un rodillo liso vibratorio (carga estática superior a 30 kg/cm² de generatriz vibratoria) y un rodillo de neumáticos (carga por rueda superior a 3 toneladas y presión de inflado superior a 8 kg/cm²).

Para no perjudicar la regularidad superficial, deben efectuarse unas pasadas previas del rodillo liso sin vibración; a continuación, las pasadas necesarias vibrando, en número suficiente para lograr la densidad especificada; se entiende por "pasada" el trayecto completo de ida y vuelta del rodillo.

Para determinar el número de pasadas del rodillo liso, debe realizarse previamente un tramo de prueba, donde se verifique el número de pasadas necesarias, normalmente entre cuatro y diez.

Al final, se pasa el rodillo neumático para mejorar la terminación de la losa eliminando las posibles deficiencias generadas por el paso del rodillo liso.

La densidad a alcanzar deberá ser igual, por lo menos, al 97% de la densidad máxima obtenida con el Proctor Modificado, determinada según la norma AASHTO T-180 método D.

La compactación total deberá quedar terminada dentro del plazo de trabajabilidad de la mezcla. Cuando se trabaje por carriles, se dejará sin aplanar una franja de 40 cm para que actúe de unión y contención, la que se compactará a continuación con el segundo carril.

En los pavimentos urbanos la contención lateral se realiza con el cordón y caño colados previamente.

Si no se utilizan retardadores de fraguado, no podrán transcurrir más de 3 horas desde el instante en que se obtenga el primer amase en una determinada sección transversal y la compactación total de la misma.

En todo momento y, especialmente, en tiempo seco y caluroso, la superficie se mantendrá húmeda mediante un riego con agua finamente pulverizada, el cual deberá prolongarse hasta la puesta en obra del riego de curado, asegurando la humedad de la superficie.

505.14 Acabado de la superficie. El acabado podrá realizarse con motoniveladora u otros equipos adecuados, a partir de una compactación mínima del 95% del Proctor Modificado. Una vez terminada la operación de acabado deberá continuarse la compactación para conseguir las densidades especificadas. La operación de acabado es imprescindible si el extendido se realiza con motoniveladora.

505.15 Ejecución de las juntas. La construcción de las juntas transversales se realizará con máquinas similares a las empleadas para el hormigón convencional, sierras con discos de acero y punta de diamante.

Se dispondrán juntas de trabajo transversales al final de cada jornada y siempre que el proceso constructivo se interrumpa durante un tiempo superior al plazo de trabajabilidad de la mezcla. En caso de no utilizarse retardadores de fraguado, deberá disponerse una junta si la detención resulta superior a dos horas.

La máxima longitud entre juntas no deberá ser mayor de 25 veces el espesor de la capa de HCR y la relación entre el espaciamiento de juntas longitudinales y transversales deberá mantenerse en un rango entre 0,70 y 1,40.

Una vez que el HCR alcance el 80% de la resistencia esperada se deberá proceder a sellar la junta, siguiendo el procedimiento y materiales especificados en las secciones 503.9 y 503.14.

Las juntas de trabajo se cortarán procurando un borde perfectamente vertical.

Longitudinales: si se trabaja por fracciones del ancho total, las operaciones de extensión y compactación deben organizarse evitando la disposición de juntas de trabajo longitudinales; para ello, la unión de dos bandas adyacentes se realizará dejando sin compactar un cordón longitudinal central, con un ancho del orden de 50 cm, el cual se compactará al ejecutar la segunda banda.

505.16 Curado. Una vez terminada la capa de hormigón compactado con rodillo, se procederá a la aplicación de un riego de curado. Deben utilizarse productos a base de parafina, similares a los empleados en el hormigón tradicional.

Estas operación se efectuará antes de transcurrir 12 horas luego de concluida la compactación. En tiempo cálido y seco, el Contratante podrá reducir este plazo.

505.17 Tramos de prueba. Al inicio de los trabajos, el Contratista construirá una sección de prueba, fuera de la calzada a pavimentar, con un ancho y espesor igual al de este última y una superficie al menos equivalente a media jornada de trabajo. Dicha sección se realizará de acuerdo con las condiciones establecidas anteriormente, en ella se probará el equipo y determinará el plan de compactación, de forma tal que se consigan los siguientes grados de competencia:

- Densidad media mayor o igual al 97% de la densidad máxima del Proctor Modificado obtenida en el laboratorio.
- Densidad en el fondo mayor o igual al 95% de la densidad máxima del Proctor Modificado obtenida en el laboratorio.
- Valores de medida individuales de densidad media y densidad en el fondo superiores al 95% y 93% respectivamente.

Se efectuará un mínimo de 20 medidas.

Las medidas de densidad deben ser realizadas con el equipo para el control ulterior de la obra, debiendo estar repartidas sobre toda la superficie del tramo.

Se tomarán muestras de hormigón seco y se ensayarán para determinar su conformidad con las condiciones especificadas sobre humedad, proporción de conglomerante y demás requisitos exigidos.

Serán fabricadas al menos cinco probetas cilíndricas de amasadas diferentes, de acuerdo con la norma AASHTO T-180 método D. Dichas probetas se ensayarán a siete días a tracción indirecta, de acuerdo con la norma ASTM C-496, comprobándose en todas ellas el cumplimiento de la resistencia especificada. Se comprobará, asimismo, la idoneidad del proceso de curado y protección del hormigón fresco.

Si los resultados son insatisfactorios, se procederá a la realización de sucesivos tramos de ensayo, introduciendo las oportunas variaciones en la planta de fabricación, los equipos y métodos de puesta en obra, hasta obtener las cualidades exigidas. Si mediante los ensayos característicos se comprueba la idoneidad de varias dosificaciones, podrá sustituirse la utilizada en el primer tramo de ensayo por alguna de las restantes, con la aprobación del Contratante.

505.18 Controles de fabricación y puesta en obra. Estos controles tendrán por finalidad verificar el buen funcionamiento de la obra durante la ejecución de la misma, detectando realizaciones defectuosas.

(a) Control de fabricación. Además del correcto calibrado de la planta, sea ésta por pesada o por volumen, y de los controles específicos para cada material acopiado, es importante el control de granulometría de la mezcla. Para ello, se tomará material mezclado seco antes del suministro del agua y se determinará su granulometría para compararla con la de la mezcla aprobada, realizando las correcciones correspondientes si fuera necesario.

El porcentaje de humedad de la mezcla debe también controlarse en planta, tomando material del camión cargado para su transporte a la obra.

Dada la alta sensibilidad del HCR a las variaciones del agua, es conveniente un control del porcentaje de humedad cada hora de trabajo. Este intervalo variará según la normalidad verificada en los valores obtenidos y las condiciones climáticas imperantes en la obra.

La humedad de fabricación debe ajustarse en función de las condiciones atmosféricas, condiciones de puesta en obra y distancia de transporte.

La curva granulométrica se verificará dos veces al día, con determinación de finos pasando por el tamiz de 80 micras (0.80 mm); del mismo modo se hará con el contenido de cemento.

Se moldearán probetas con material extraído en planta para, luego de curadas, ensayarlas a tensión por compresión diametral, para verificar la calidad estructural de la mezcla.

(b) Control de puesta en obra. Debe controlarse en el campo el procedimiento y el número de pasadas de rodillo aprobadas en el tramo de ensayo. Se utilizarán en la medida de lo posible, equipos gráficos de registro continuo para los equipos de compactación que permitan controlar la velocidad de avance, la frecuencia de vibración, el tiempo de trabajo y la distancia recorrida.

La densidad se comprobará mediante el método de la arena o del medidor de volumen o mediante el densímetro nuclear debidamente calibrado.

Se efectuará como mínimo un ensayo cada 100 m² del material compactado en el día, verificándose el cumplimiento de los resultados obtenidos en el tramo de ensayo.

El control del porcentaje de humedad de la mezcla en el sitio se hará con material del mismo camión del cual se extrajo la muestra para igual control en planta. Todos los días se efectuará un mínimo de cinco medidas de humedad en el sitio, en correspondencia con las efectuadas en el control de fabricación. La localización de dichas medidas será definida por el Contratante, comprobándose si la humedad se encuentra dentro de los límites

especificados. Las áreas en las cuales se haya producido una disminución importante de la compactación especificada deberán ser corregidas debidamente.

La medición del espesor de la capa se hace inmediatamente atrás de la máquina distribidora, a medida que ésta avanza, de manera que cualquier diferencia pueda corregirse inmediatamente. Cada diez metros lineales de extendido, como máximo, deberá realizarse el control sobre el material sin compactar mediante la hincada de un clavo provisto de escala, teniendo en cuenta la disminución que experimentará la capa debido a la compactación.

Para el control del tiempo de manejabilidad, deberá comprobarse la temperatura en la mezcladora conforme a los ensayos previos, a efecto de dosificar la adición del retardador.

Cuando así lo indique el Contratante, se procederá a comprobar el tiempo de manejabilidad del hormigón seco. Continuamente se controlará la humedad de la superficie para evitar su deshidratación.

Las probetas de ensayo del HCR, después de su compactación, deberán ser conservadas en la cámara de curado del laboratorio.

505.19 Tolerancias de la superficie acabada. Las zonas que no cumplan las tolerancias establecidas en las especificaciones, deberán corregirse de acuerdo con lo siguiente:

El recorte y recompactación de la zona afectada sólo podrá realizarse si se está dentro del plazo de trabajabilidad del material.

Si se hubiera rebasado dicho plazo, la zona afectada será reconstruida totalmente, de acuerdo con las instrucciones del Contratante. Se exceptúa el caso en que el incumplimiento de las anteriores tolerancias obedezca únicamente a la existencia de puntos altos, los cuales podrán, entonces, ser eliminados por métodos abrasivos.

El espesor de la capa de hormigón compactado con rodillo (HCR) se comprobará mediante extracción de testigos cilíndricos de diez centímetros de diámetro, con la frecuencia y en los puntos que señale el Contratante. Dicho espesor no deberá ser en ningún punto inferior en más de 15 mm al prescrito. Si se sobrepasa la tolerancia, se extraerán testigos más próximos para delimitar la zona rechazada, la cual deberá ser corregida.

Los agujeros producidos en la capa de hormigón seco por los sondeos, serán rellenados con hormigón de la misma calidad al utilizado en el resto de dicha capa, el cual será correctamente compactado y enrasado.

505.20 Limitaciones de la ejecución. El hormigón compactado con rodillo se elaborará cuando las condiciones ambientales indiquen la ausencia de lluvias. En caso de que ésta se presente, deberán suspenderse de inmediato las operaciones.

505.21 Apertura al tráfico. La capa de HCR podrá abrirse al tráfico una vez aplicado el riego de curado, siempre y cuando el índice CBR de la mezcla sea igual o superior a 65%. Caso contrario, dicha apertura se realizará cuando lo determine el Contratante.

Medición

505.22 La unidad de medida del pavimento de hormigón compactado con rodillo será el metro cúbico, aproximado al décimo de metro cúbico, de hormigón suministrado, colocado, compactado y terminado, debidamente aceptado por el Contratante.

El volumen se determinará multiplicando la longitud real medida a lo largo del eje del proyecto, por el ancho y el espesor especificados en los planos o modificados por el Contratante.

No se medirán cantidades por fuera de estos límites.

Pago

505.23 El pago se hará al precio del contrato por toda obra ejecutada, de acuerdo con esta especificación y aceptada a satisfacción del Contratante.

El precio unitario deberá cubrir todos los costos de adquisición, obtención de permisos y derechos de explotación o alquiler de las fuentes de materiales y el descapote y la preparación de las zonas por explotar. Deberá cubrir, también, todos los costos de explotación de las fuentes de materiales; la selección, trituración, clasificación de los materiales pétreos; el suministro, almacenamiento, desperdicios, cargues, transportes, descargues y mezcla de todos los materiales constitutivos de la mezcla cuya fórmula de trabajo se haya aprobado, incluidos el cemento, los aditivos; el suministro, almacenamiento, desperdicios, cargues, transportes, descargues, ejecución de las juntas, el acabado superficial y el curado requerido; las instalaciones provisionales; los costos de arreglo o construcción de las vías de acceso a las fuentes de materiales; la adecuación paisajística de las fuentes para recuperar las características hidrológicas superficiales al terminar su explotación; la fase de experimentación; la señalización preventiva de la vía y el ordenamiento del tránsito público durante la realización de las obras y el período de curado, la demolición, retiro y disposición de las secciones rechazadas y, en general todo costo relacionado con la correcta ejecución de los trabajos especificados.

La preparación de la superficie existente se considera incluida en el ítem referente a la capa a la cual corresponde dicha superficie y, por lo tanto, no habrá lugar a pago separado por este concepto. Si dicho ítem no está incluido en el contrato, el Contratista deberá incluir el costo de la preparación de la superficie existente dentro del precio unitario del pavimento de hormigón compactado con rodillo.

Renglón de pago

Unidad de medida

50501 Pavimento de hormigón compactado con rodillo

Metro cúbico

DIVISION 550

Construcción de puentes

DIVISIÓN 550.) CONSTRUCCIÓN DE PUENTES

SECCIÓN 551.) PILOTES HINCADOS

Descripción

551.01. Este trabajo consiste en proveer e hincar pilotes. También incluye la previsión y colocación de acero de refuerzo y concreto en corazas de acero, coladas de concreto, y en pilotes tubulares colados con concreto.

Los pilotes pueden ser designados como pilotes de acero H, corazas de acero coladas de concreto, pilotes de concreto prefabricado y preesforzado, y pilotes de madera. La prueba de carga de pilotes puede realizarse dinámica o prueba de carga estática.

Materiales

551.02 Su especificación se ciñe a las siguientes Secciones y Subsecciones

- Pilotes de concreto	715.03
- Pintura	708
- Soportes de pilotes	715.08
- Acero de refuerzo	709.01
- Tablestacas de acero	715.07
- Uniones	715.09
- Pilotes de acero H	715.06
- Pilotes de acero	715.05
- Corazas de acero	715.04
- Concreto estructural	552
- Pilotes de madera tratado	715.02
- Pilotes de madera sin tratar	715.01

Requerimientos para la construcción

551.03 Equipo para hincadura de pilotes. El equipo necesario debe cumplir los siguientes requisitos.

a. Martinetes

- a.1 *Martinetes de gravedad:*** Los martinetes de gravedad deben ser usados únicamente para hincar pilotes de madera. Se proveerá el martinete con un mazo que pese entre 900 y 1600 kilogramos, y se limitará la altura de caída a 4.5 metros. El peso del mazo debe ser mayor que el peso de la corona y del pilote juntos. Se proveerá guías del martinete para asegurar el impacto concéntrico en la corona.

- a.2 *Martinetes de diesel – final abierto:*** Se equiparán los martinetes de diesel de final abierto, (de acción sencilla) con un dispositivo que puede consistir en anillos en el mazo o una escala (aguja) que se extienda sobre la culata del mazo para permitir la determinación visual del golpe del martinete. Se someterá a aprobación un gráfico provisto por el fabricante del martinete que señale como se iguala la carrera del émbolo y el número de golpes por minuto del martinete. Si se aprueba, debería usarse una velocidad contra la carrera del émbolo.
- a.3 *Martinetes de diesel – final cerrado:*** Se debe presentar un gráfico; para calibrar el funcionamiento efectivo del martinete, durante 90 días de uso, igualando el rebote en la cámara de presión a la energía equivalente o carrera del émbolo del martinete. Se proveerá un medidor visible desde el nivel de suelo. Se calibrará el dial del medidor de presión tomando en cuenta las pérdidas en las mangueras. Se verificará la precisión del medidor calibrado durante la operación de hincadura, asegurando la consistencia del rebote del martinete (cuando se levanta) en la cámara de presión, cuando se dé la máxima energía, de acuerdo a las especificaciones del martinete. No se usarán martinetes de diesel de final cerrado que no alcancen, al iniciar la subida, la máxima relación de energía de rebote de la cámara de presión, del martinete especificado.
- a.4 *Martinetes de aire o vapor:*** Se proveerá la planta y el equipo para martinetes de aire y vapor con una capacidad suficiente para mantener el volumen y la presión especificados por el fabricante del martinete. Se equipará el martinete con medidores de presión, de precisión adecuada y que sean de fácil acceso. Se usará un martinete cuyo peso del mazo sea igual o mayor que un tercio del combinado del conjunto pilote – corona. El peso combinado debe ser de por lo menos 1250 kilogramos.

Se medirá la presión de entrada de los martinetes de aire o vapor de doble acción o de acción diferencial, con un manómetro de aguja, ubicado en la cabeza del martinete, cuando se hincan pilotes de prueba. Si se requiere, se debe medir también la presión de entrada, cuando se hincuen pilotes definitivos. Se debe efectuar la calibración de presión contra velocidad, para condiciones específicas de hincadura, como una alternativa para medidas periódicas con un manómetro de aguja.

- a.5 *Martinetes vibratorios sin impacto:*** No se deben usar martinetes sin impacto, como son los martinetes vibratorios, a menos que sea permitido por escrito o especificado en el contrato. Si estos

martinetes son permitidos, se deben usar para hincar pilotes definitivos, solo después de que la elevación de extremo del pilote, o longitud del empotramiento para un soporte seguro de la carga sobre el pilote, hayan sido establecidas, por medio de pruebas de carga estáticas o dinámicas. Se debe controlar la instalación de pilotes, cuando se usan martinete vibratorios, por medio del consumo de energía, la velocidad de penetración, la elevación del extremo especificada, o cualquier otro método aceptable, que garantice la capacidad requerida de carga del pilote. Se debe hincar uno de cada 10 pilotes, con un martinete de impacto, con energía adecuada para verificar si se está obteniendo la capacidad requerida del pilote.

b. Aceptación del equipo de hincadura de pilotes: Se proveerá el equipo para hincar pilotes de un tamaño tal que permita que los pilotes permanentes sean hincados, con un esfuerzo razonable, a la profundidad requerida, sin que ocurra ningún daño.

El Contratante evaluará la conveniencia del equipo y aceptará o rechazará el sistema de hincadura, dentro de los 14 días siguientes al recibo de la información de los pilotes y del equipo de hincadura. La aceptación de ese equipo, se basará en un análisis por ecuación de onda, u otro método aceptado. Se requieren pruebas de carga dinámica cuando la capacidad fundamental del pilote excede 2400 kilogramos, o cuando se usen pilotes de concreto prefabricado y preesforzado. Cuando el análisis de ecuación de onda no se usa, la aceptación del equipo de hincadura de pilotes se basará en la energía mínima del martinete que se muestra en la Tabla 551-1. La aceptación de un martinete en relación con el esfuerzo (del daño) de hincadura de pilotes, no exonera al Contratista de la responsabilidad relativa a pilotes dañados.

La aceptación del sistema de hincadura de pilotes es específica el equipo suministrado. Si el equipo propuesto es modificado o reemplazado, se debe volver a presentar la información necesaria para la aprobación, antes de ser usado. El nuevo sistema de hincadura, será aceptado o rechazado dentro de los 14 días siguientes a la entrega de la información sobre el pilote, el análisis de la ecuación de onda (si se requiere), y el equipo necesario. Durante las operaciones de hincadura sólo puede usarse el equipo aprobado.

b.1 Propuesta del equipo de hincadura: Se someterá la información siguiente del equipo propuesto de hincadura, por lo menos con 30 días de anticipación a su uso. Cuando se pidan pruebas de carga dinámica en el contrato, se debe presentar un análisis por ecuación de onda, realizado por un consultor especialista en pilotes, que cumpla los requisitos indicados la Subsección 551.11. Si las

pruebas de carga dinámica no son requeridas, el Contratante realizará el análisis por ecuación de onda.

b.1.1 General: Se indicarán de la estructura y el proyecto, el Contratista o Subcontratista de hincadura de pilotes, y los métodos auxiliares de instalación como chorros a presión, perforación previa, y el tipo y uso del equipo.

b.1.2 Martinete: Se indicarán fabricante, modelo, tipo, número de serie, energía nominal (_____ a _____ longitud de carrera) y modificaciones.

b.1.3 Amortiguador del martillo: Se indicarán material, grosor, área, módulo de elasticidad (E) y coeficiente de restitución (e).

b.1.4 Cabezal de martinete. Se indicarán asa del cabezal y sus accesorios.

b.1.5 Amortiguador del pilote: Se indicarán el material, grosor, área, módulo de elasticidad (E) y coeficiente de restitución (e).

b.1.6 Pilote: Información sobre tipo de pilote, longitud en metros, peso por metro, grosor de las paredes, remate de la punta, área de cortes transversales, capacidad de soporte de diseño descripción de empalme.

b.2 Ecuación de onda: El número requerido de golpes del martinete, indicado por la ecuación de onda a la capacidad soportante última del pilote, deberá ser entre 3 y 15 por cada 25 milímetros. Además, el esfuerzo del pilote resultado del análisis de la ecuación de onda, no se debe exceder de los valores que amenacen el daño del pilote. El punto de amenaza de daño, es definido para acero, concreto, y madera como sigue:

b.2.1 Pilotes de acero: Esfuerzo de compresión de la hincado, limitado a 90% del esfuerzo máximo cedente, del acero del pilote.

b.2.2 Pilotes de concreto: Los esfuerzos de hincadura, en tensión (TS) y compresión (CS) limitados a:

$$TS \leq 3f_c' \frac{1}{2} + EPV$$

$$CS \leq 0.85f_c' - EPV$$

En que

f'_c = esfuerzo de compresión del concreto a los 28 días.

EPV = valor efectivo de la pretensión.

b.2.3 Pilotes de madera: Limitar el esfuerzo de compresión de hincia, a 3 veces el esfuerzo permitido para diseño estático.

b.3 Energía mínima del martinete: La energía del equipo de hincadura presentada para aprobación y fijada por el fabricante, debe ser al menos la energía especificada en Tabla 551-1, que corresponde a la capacidad última requerida del pilote.

Tabla 551-1
Energía mínima del martinete

Capacidad última del Pilote (kilonewtons)	Energía mínima promedio del martinete (kilojulios)
≤ 800	14.0
1330	21.2
1600	28.1
1870	36.0
2140	44.9
2400	54.4
> 2400	Se requiere ecuación de onda

c. Relativo a la hincadura:

c.1 Amortiguador del martinete: Se debe proveer todo el equipo de hincadura de pilotes de impacto, con excepción de los martinetes de gravedad, con un amortiguador suficientemente grueso para prevenir daños al martinete o al pilote y para garantizar un comportamiento uniforme de la hincadura. Se deben fabricar amortiguadores de martinetes durables, de acuerdo a las recomendaciones de los fabricantes. No se debe usar madera, pita o asbesto en los amortiguadores. Se colocará una placa de cerrojo en el amortiguador, como lo recomienda el fabricante de martinetes, para asegurar una compresión uniforme del material. Se realizará una inspección del amortiguador del martinete, en la presencia del Contratante, al inicio de la hincadura de pilotes en cada estructura, o después de cada 100 horas de hincadura, el que

sea menor. Se debe reemplazar el amortiguador cuando el grosor se haya reducido en un más del 25% de su espesor original.

- c.2 Cabezal del pilote:** Se deben proveer cabezales adecuados para los martinetes de impacto, y también cabezales apropiados, mandril y otros aditamentos para pilotes especiales, de acuerdo a las especificaciones del fabricante. Se alineará el cabezal del pilote en paralelo con el martinete y el pilote. Se calzará el cabezal alrededor del pilote, para prevenir fuerzas torcionales durante la hincadura, mientras se mantiene un alineamiento apropiado del martinete y el pilote.
- c.3 Guías del pilote:** Se soportarán los pilotes en línea y posición, por medio de guías, durante la hincadura. Se construirán las guías de seguimiento del pilote, de manera que permitan un movimiento libre del martinete, y que al mismo tiempo, mantengan un alineamiento paralelo del martinete y el pilote. No se deben usar guías oscilantes, salvo que sea permitido y especificado por escrito en el contrato. Cuando se permiten guías oscilantes se deben calzar en la entrada del pilote con la base de las guías y si se usan pilotes inclinados, con un puntal horizontal entre la grúa y la guía. Se empotrarán adecuadamente las guías en el suelo, o se fijará el pilote a un marco estructural, (plantilla) para mantener un alineamiento adecuado. Se proveerán guías de pilotes con longitud suficiente, para que no requieran un seguidor, pero que permitan un alineamiento adecuado de los pilotes inclinados.
- c.4 Seguidores (zancos):** Los seguidores o zancos no son permitidos excepto si son aprobados por escrito. Cuando los seguidores son permitidos, se hincará el primer pilote en cada cimiento o estructura y de ahí en adelante cada décimo pilote debe tener la longitud total, sin seguidor, que asegure que se está obteniendo el empotramiento adecuado, para desarrollar la capacidad última requerida. Se proveerá un seguidor de material y dimensiones, que permitan que los pilotes sean hincados hasta la profundidad requerida. Se soportarán y mantendrán el seguidor y el pilote con un alineamiento apropiado durante el hincado.
- c.5 Chorro a presión (Jet):** No se usarán chorros a presión si no son aprobados por escrito por el Contratante. Se proveerá un equipo de chorros a presión, con capacidad suficiente para procurar una presión consistente, equivalente a por lo menos 700 kilopascales, a dos boquillas de chorro a presión de 20 milímetros. Los chorros a presión no deben afectar la estabilidad lateral del pilote final colocado. Se removerán los tubos del chorro a presión cuando el extremo del pilote esté al menos a 1.5 metros sobre la elevación

prescrita, o se hincará el pilote hasta la capacidad última requerida, con un martinete de impacto. Si es necesario, se debe controlar, tratar y botar toda el agua del chorro a presión, en una forma aprobada.

551.04 Longitud de los pilotes. Se proveerán pilotes con suficiente longitud para obtener la penetración requerida, y para extenderlos. en el caso que así lo requiera la capacidad soportante de la fundación, como se indica en los planos. Cuando se soliciten pilotes de prueba se deben proveer pilotes de longitud determinada por pilotes de prueba.

551.05 Pilotes de prueba. Se instalarán pilotes de prueba cuando se especifique en el contrato. Se excavará el terreno en el sitio de cada pilote de prueba o pilote de producción, hasta la profundidad de fundación, antes de que el pilote sea hincado. Se proveerán pilotes de prueba, más largos que la longitud estimada de los pilotes definitivos. Se hincarán los pilotes de prueba con el mismo equipo que se usará en los pilotes definitivos.

Se hincarán pilotes de prueba a la capacidad última requerida, hasta la profundidad estimada del extremo inferior. Se dejarán los pilotes de prueba, que no alcancen la capacidad última requerida a la elevación estimada del extremo que reposen por 24 horas antes de volver a hincarlos. Se preparará el martinete antes de empezar a hincar, aplicando por lo menos 20 golpes a otro pilote. Si aún la capacidad última requerida no se alcanzara al volver a hincarlo, se hincará una parte o todos los pilotes de prueba restantes, y se repetirán el reposo y rehincadura siguiendo los procedimientos descritos. Se empalmarán y continuarán hincando pilotes hasta obtener la capacidad última requerida.

Los pilotes de prueba que se usen en la estructura definitiva deben ajustarse a los requisitos de los pilotes definitivos. Los pilotes de prueba que no sean incorporados en la estructura definitiva deben ser removidos hasta al menos 0.5 metros bajo el nivel final terminado de la fundación.

551.06 Capacidad de soporte del pilote. Se hincarán pilotes con la penetración específica y a la profundidad necesaria para obtener la capacidad última requerida. Se empalmarán los pilotes que no obtengan la capacidad última requerida a la longitud ordenada, hincándolos con un martinete de impacto hasta que se alcance esa capacidad requerida.

Se usará la fórmula dinámica para determinar la capacidad última del pilote, a no ser que la ecuación de onda sea requerida de acuerdo a la Subsección 551.03 (b).

- a. **Ecuación de onda:** Se considera que la penetración adecuada es alcanzada cuando el criterio de resistencia dado por la ecuación de onda es alcanzado, cerca de 1.5 metros desde la elevación del extremo de diseño. Se hincarán pilotes que no alcancen la resistencia especificada entre estos límites, hasta una penetración determinada por el Contratante.
- b. **Fórmula dinámica:** Se hincarán los pilotes hasta una penetración necesaria para obtener la capacidad última de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$R_u = (7 \sqrt{E \log(10N)}) - 550$$

donde:

$R_u =$	Capacidad última del pilote, en kilonewtons
$E =$	Energía del martinete, basada en información del fabricante, medida en julios en el golpe del mazo observado o medido en el campo.
$\log(10N) =$	Logaritmo de base 10 de la cantidad 10 multiplicada por N.
$N =$	Número de golpes de martinete por cada 25 milímetros de penetración final

Resolviendo N:

$$N = 10^x$$

$$x = \left(\frac{R_u + 550}{7 \sqrt{E}} \right) - 1$$

Factor de seguridad = 3.0

- b.1 Pilotes hincados con chorro a presión (jet) :** Después de hincar el pilote con chorro a presión, y de que las tuberías del chorro a presión hayan sido removidas, se determina la capacidad última de los pilotes hincados, basada en el impacto del conteo de golpes del martinete (fórmula dinámica). Después de que la longitud necesaria para la penetración del pilote, sea determinada para producir la capacidad última requerida, por medio del impacto del conteo de los golpes de martinete, se deben instalar los pilotes restantes en cada grupo, o en cada cimiento, a profundidades y con métodos similares. Se confirmará el alcance de la capacidad última requerida, usando la fórmula dinámica.
- b.2 Condiciones para la fórmula dinámica:** La fórmula dinámica es aplicable únicamente si lo siguiente es válido:

- b.2.1** El martinete está en buena condición y operando en forma satisfactoria
- b.2.2** El mazo del martinete cae libremente
- b.2.3** No se usa un seguidor
- b.2.4** La corona del pilote no está ni barrida ni aplastada

551.07 Perforación previa. Se perforarán agujeros en el terreno natural, cuando los pilotes son hincados a través de terraplenes compactados, de una profundidad de más de 1.5 metros. Se usarán barrenos, taladros de rotación húmeda, o cualquier otro método de perforación aprobado. Excepto para los pilotes con soporte de punta, en roca o capa dura, se detendrá la perforación por lo menos a 1.5 metros sobre la elevación estimada del extremo, y se hincará el pilote con un martinete de impacto, a una penetración que cumpla con la capacidad última requerida. La perforación previa debe realizarse hasta la superficie de la roca o capa dura, para lo cual los pilotes se diseñan para soporte de punta, sobre roca o capa muy firme.

Se perforarán agujeros más pequeños que el diámetro o diagonalmente a la sección transversal del pilote, mientras es posible la penetración del pilote a la profundidad especificada. Si se encuentran obstrucciones en los cimientos, como piedras de gran tamaño o capas de rocas, el diámetro del agujero debe aumentarse a la menor dimensión adecuada. Se rellenará cualquier espacio vacío que quede alrededor del pilote, al concluir el hincado, con arena u otro material aprobado. No se usarán barrenos de punta o punzones, para lograr una perforación previa.

No se perjudicará la capacidad de los pilotes existentes, o las condiciones de seguridad en las estructuras adyacentes. Si la perforación previa maltrata o disturba la capacidad de los pilotes o estructuras instaladas previamente, se logrará la capacidad última requerida de pilotes y estructuras por medio de métodos aprobados.

551.08 Preparación e hincadura. Se realizará el trabajo según la Sección 208. Todas las cabezas de los pilotes deben ser planas y perpendiculares a su eje longitudinal. Se coordinará la hincadura de pilotes de manera que no dañe ninguna de las otras partes del trabajo concluido.

Se hincarán pilotes dentro de los 50 milímetros de la ubicación mostrada en los planos a la elevación del corte, para cascos doblados, y a 150 milímetros de la ubicación mostrada en el plano para pilotes con casco debajo del nivel del terreno terminado. El pilote no deberá estar a menos de 100 milímetros de ninguna cara del casco. Se hincarán pilotes de manera que el alineamiento axial esté dentro de los 20 milímetros por metro del alineamiento requerido. El Contratante puede detener la hincadura, para revisar el alineamiento de pilotes,

que no pueden ser inspeccionados internamente, después de instalados, antes de que los últimos 1.5 metros sean hincados. No se deben jalar o empalmar lateralmente los pilotes para corregir un desalineamiento. No se debe empalmar una sección alineada a una sección desalineada de pilotes.

Se colocarán pilotes individuales en grupos de pilotes, en cualquiera de estas formas; iniciando desde el centro del grupo, y procediendo hacia afuera en las dos direcciones, o iniciando desde la hilera de afuera, y procediendo progresivamente a través del grupo.

Se corregirán de manera aprobada todos los pilotes hincados inapropiadamente, tales como los que queden fuera de la ubicación correcta, los desalineados, o los hincados debajo el corte de elevación designado. Se reemplazarán los pilotes dañados durante la operación de hincadura. Se obtendrá aprobación de los métodos propuestos para reparar y corregir deficiencias.

- a. **Pilotes de madera:** No deben usarse pilotes de madera con grietas de más de 15 milímetros de ancho. Se usarán pilotes de madera tratada, dentro de los 6 meses posteriores al tratamiento. La manipulación y cuidado de los pilotes tratados a presión, se hará de acuerdo al estándar M4 de la AWWA.

Se moldeará cuidadosamente el final del pilote para asegurar un soporte uniforme del zapato (herradura) del pilote. Se sujetará firmemente el zapato al pilote. Se tratarán todos los agujeros, cortes o cascotes en los pilotes tratados, con 2 aplicaciones, con brocha, de una solución de creosota–alquitrán de carbón.

- b. **Pilotes de acero:** Se proveerán pilotes de longitud total requerida, sin empalmes, para longitudes de hasta 18 metros. Si se requieren empalmes en el primer pilote hincado, y se prevé que los siguientes pilotes los requerirán también, se colocarán los empalmes en el tercio inferior del pilote. No se permitirán empalmes con una longitud menor de 3 metros, no son permitidos, y no podrán hacerse más de 2 empalmes por pilote.

Los pilotes se cargarán, transportarán, descargarán, almacenarán y manipularán de tal manera que el metal se mantenga limpio y libre de daños. No se usarán pilotes que excedan la curvatura y comba permitida como tolerancia por el fabricante. Los pilotes de acero dañados durante la instalación se considerarán insatisfactorios, a no ser que la capacidad de soporte esté probada para un 100% la capacidad última requerida por pruebas de carga. Las pruebas de carga se efectuarán sin costo alguno para el Contratante.

- c. Pilotes de concreto prefabricado y preesforzado:** Se sujetarán los pilotes de concreto, durante su levantamiento o movimiento, en los puntos señalados en los planos o, si no están señalados, se sujetarán en los puntos cuartos de cada pilote. Se proveerán cabestrillos o algún otro equipo protector durante el levantamiento o transporte de pilotes de concreto para evitar su dobladura o el quiebre de sus filos.

Se protegerán las cabezas de los pilotes de concreto con un amortiguador de por lo menos 100 milímetros de espesor. Se ajustará el amortiguador (cortar si es requerido), para que calce con la sección transversal de la parte superior del pilote. Se reemplazará el amortiguador del pilote si se ha comprimido más de la mitad de su espesor original, o si se empieza a quemar. En este caso, se proveerá un amortiguador nuevo para cada pilote.

Los pilotes de concreto serán rechazados, si presentan algún defecto que pueda afectar el esfuerzo o su capacidad de trabajo a lo largo del tiempo.

- d. Pilotes tubulares o de corazas rellenas de concreto:** Se proveerán y manejarán las corazas de acero o pilotes tubulares, de acuerdo a la Sección **b.** anterior. Las zapatas de corte para las corazas o tubos pueden estar dentro o fuera de ellos. Se usará acero estructural, con alto contenido de carbón, con un borde maquinado para soporte de las corazas, o acero fundido, con un borde diseñado para unirse con soldadura simple.

Cuando sea práctico, se hincarán todos los pilotes o corazas de un cimiento, antes de colocar concreto, en cualquiera de las corazas o tubos. No se hincarán corazas de tubos, o tubos, a menos de 5 metros de distancia de cualquier pilote tubular, o de coraza relleno de concreto, hasta que el concreto tenga una curación de por lo menos 7 días; o de 3 días si se usa concreto de alta resistencia. No se hincará ningún pilote tubular o coraza después de haber sido relleno con concreto.

Se removerán y repondrán corazas que sean determinadas como inaceptables para usarse, debido a grietas, curvaturas o torceduras.

551.09 Secciones de pilote. Se someterán a aprobación previa los detalles de la construcción de las secciones del pilote y se cumplirán las especificaciones siguientes:

- a. Pilotes de acero (secciones):** Se exigirá certificación de cada soldador. Para soldadura estructural sólo podrán emplearse soldadores certificados.

Se alistarán las superficies que van a ser soldadas, dejándolas lisas, uniformes y libres de escamas sueltas, grasa, o cualquier material que impida una soldadura apropiada. El acero debe ser cortado con oxiacetileno. Vaciado con arco de carbón, o esmerilado, pueden ser usados para preparar las juntas.

El proceso de soldadura cumplirá el AASHTO / AWS D1.5 del Código de soldadura para Puentes. Se soldará la sección transversal total del pilote, para las juntas acanaladas, de acuerdo a la norma AWS, sin dejar evidencia visual de grietas, falta de fusión, adelgazamiento, exceso de conductos, porosidad o un espesor inadecuado. Empalmes prefabricados pueden ser usados en lugar de juntas acanaladas soldadas en sitio con penetración total.

b. Pilotes de concreto (secciones): Se someterán a aprobación previa los dibujos de las secciones de pilotes de concreto. Se usarán aros, o cualquier otro medio mecánico aceptable, para seccionar pilotes de concreto prefabricado y preesforzado. La sección debe soportar esfuerzos en comprensión, tensión y flexión iguales o mayores que los esfuerzos del pilote que se seccionará.

c. Extensión de pilotes de concreto

c.1 Pilotes de concreto prefabricados: Se extenderán los pilotes de concreto prefabricado removiendo el concreto al final del pilote y dejando 40 diámetros de armadura de acero expuesto. Se removerá el concreto para producir una cara perpendicular al eje del pilote. Se amarrará la armadura de refuerzo, del mismo tamaño que la usada en el acero de refuerzo de la proyección del pilote. Se colocará encofrado en la extensión para prevenir derrames de mortero a lo largo del pilote.

Inmediatamente antes de vaciar el concreto, se humedecerá completamente la parte superior del pilote, y se cubrirá con una capa delgada de cemento puro, un mortero mezclado, o cualquier otro material adecuado para adherencia. Se colocará concreto de la misma mezcla, diseño y calidad que el usado en el pilote. Se dejará el encofrado en su lugar, por no menos de 7 días después de vaciado el concreto. Se curará y acabará de acuerdo con lo especificado en la Sección 552.

c.2 Pilotes de concreto preesforzado: Se extenderán los pilotes de concreto preesforzado como se indica anteriormente en el párrafo **b**. Se incluirá acero de refuerzo en la cabeza del pilote para empalmar las barras de extensión. No deben hincarse pilotes de concreto preesforzado con extensión.

d. Pilotes de madera. Los pilotes de madera no se deberán cortar.

551.10 Pilotes que se elevan al hincarse. Deben revisarse los pilotes que se elevan durante la operación de hincadura. Se tomará una lectura del nivel inmediatamente después de que cada pilote es hincado (y también después de que pilotes que han sido hincados, dentro de un radio de 5 metros). Se rehincarán los pilotes que se eleven más de 5 milímetros, con la penetración, o resistencia que estén especificadas.

551.11 Pruebas de carga de pilotes. No se requieren pruebas de carga de los pilotes, a menos que se especifique en el contrato, en contrario.

a. Pruebas de carga dinámica: Se debe contratar a un consultor especialista en pilotes, con por lo menos 3 años de experiencia en pruebas de carga dinámica para que efectúe pruebas y las analice de acuerdo con el programa de análisis (CAPWAP) y la ecuación de hincadura, incluyendo el análisis especificado en la Subsección 551.03 b. Se debe presentar un currículum del consultor especialista, para su aprobación previa.

Se proveerá un refugio para proteger y resguardar el equipo para pruebas de carga dinámica. Se situará el refugio dentro de 15 metros del sitio de prueba. El refugio tendrá piso de un tamaño mínimo de 6 metros cuadrados y una altura al cielo raso de 2 metros. Se mantendrá la temperatura interior entre 10 y 35 °C.

Se proveerá el equipo y realizarán las pruebas de carga dinámica de acuerdo a ASTM D 4945, bajo la supervisión del Contratante.

Los pilotes designados como pilotes para prueba de carga se colocarán en posición horizontal, y sin contacto con otros pilotes. Se perforarán agujeros para montar los instrumentos cerca de la corona del pilote. Se montarán los instrumentos y tomarán medidas de la velocidad de onda. Se colocarán los pilotes designados en las guías. Se proveerá una plataforma rígida de por lo menos 1.2 por 1.2 metros, con una baranda de seguridad de 1.1 metros, que se pueda llevar a la parte superior del pilote.

Se proveerá el abastecimiento de energía eléctrica necesaria para el uso del equipo de prueba. Si se usan generadores de campo como fuente de energía, se deben proveer diales de medida para monitorear el voltaje y frecuencia.

Se hincará el pilote hasta la profundidad que el equipo de la prueba dinámica indica y hasta alcanzar la capacidad última requerida del pilote. Si fuera necesario para mantener solicitaciones de esfuerzos bajo los valores dados en la Subsección 551.03 b 2, se reducirá la energía de hincadura transmitida al pilote, usando un amortiguador adicional, o reduciendo la energía neta del martinete. Si se indica hincadura no axial, se debe realinear el sistema usado inmediatamente.

Por lo menos 24 horas después de la hincadura inicial, se re-hincará cada pilote de prueba dinámica con el instrumental adherido. Se calentará el martinete antes de re-hincar, aplicando al menos 20 golpes a otro pilote. Se re-hincará el pilote de prueba dinámica con una penetración máxima de 150 milímetros, y un máximo de 50 golpes o el rechazo de hincadura, lo que ocurra primero. El rechazo de hincadura, se define con 15 golpes por 25 milímetros para pilotes de acero; 8 golpes por 25 milímetros, para pilotes de concreto; y 5 golpes por 25 milímetros, para pilotes de madera.

Se verificarán las suposiciones usadas inicialmente en el análisis de la ecuación de onda propuesta de acuerdo con la Subsección 551.03 (b), usando CAPWAP. Se analizará un golpe de hincadura original, y un golpe de re-hincadura por cada pilote probado.

Se efectuarán análisis de ecuación de onda adicionales con ajustes, basados en los resultados CAPWAP. Se proveerá un gráfico que muestre, el conteo de golpes contra la capacidad final. Para martinetes de diesel de final abierto, se efectuará un conteo de golpes contra un gráfico de golpes a su capacidad última. Se efectuarán esfuerzos de hincadura, energía transferida y capacidad del pilote, como una función de profundidad para cada prueba de carga dinámica.

Basándose en resultados de la prueba dinámica de carga, análisis CAPWAP y análisis de ecuación de onda, se puede aprobar el criterio de hincadura y la elevación requerida; o especificar o pedir pilotes de prueba y pruebas de carga adicionales. Esta información se entregará dentro de los 7 días después de recibida la orden respectiva, con toda la información requerida de pruebas para los pilotes de pruebas hincados.

b. Prueba de carga estática: Se realizarán pruebas de carga estática de acuerdo a ASTM D 1143, usando el método de prueba rápida de carga, excepto como se indica en seguida. Se someterán planos del aparato propuesto de carga, para su aceptación de acuerdo a lo siguiente:

b.1 Planos preparados por un Ingeniero profesional.

- b.2** Provisión de un sistema de carga capaz de aplicar 150 por ciento de la capacidad última del pilote, o 9000 kilonewtons, cual quiera que sea menor.
- b.3** Construcción de un aparato que permita incrementos de carga aplicados gradualmente, sin causar vibraciones en el pilote de prueba.

Cuando se requieren pilotes de tensión (anclaje), se colocarán en el lugar de los pilotes permanentes, cuando sea factible. No deben usarse pilotes cónicos de madera instalados en lugares permanentes, como pilotes de tensión. Se harán pruebas de caída de émbolo, o se medirá la capacidad de carga del sistema, cualquiera que ocurra primero.

La carga axial permitida del pilote, se define como el 50% de la carga de falla. La carga de falla se define como sigue:

- Para pilotes de 600 milímetros o menos de diámetro o de ancho en diagonal, la carga que produce falla de la cabeza del pilote debe ser:

$$S_f = S + (3.8 + 0.008D)$$

- Para pilotes con un diámetro o un ancho diagonal mayor de 600 milímetros debe ser:

$$S_f = S + D/30$$

en que:

S_f = Asentamiento de caída en milímetros

D = Diámetro del pilote o ancho diagonal en milímetros

S = Deformación elástica del pilote en milímetros

Se determinará la elevación superior del pilote de prueba inmediatamente después de hincar, y de nuevo, inmediatamente antes de la prueba de carga, para determinar el levantamiento. Se esperará un mínimo de 3 días, entre la hincadura de cualquier anclaje o pilote de prueba y el inicio de la prueba de carga. Antes de hacer pruebas, se re-hincará a la elevación original cualquier pilote que se eleve más de 6 milímetros

Después de completar la prueba de carga, se removerá o cortará cualquier pilote de prueba o anclaje que no sea parte de la estructura, a, por lo menos, 0.5 metros bajo la parte superior de la fundación, o de la elevación final del suelo.

Basándose en los resultados de la prueba de carga estática, la solicitud del criterio de hincadura y la ejecución, en la elevación final, los pilotes pueden ser aprobados, o requerirse pruebas de carga adicionales. Esta información debe darse dentro de los 7 días después de recibida la solicitud, así como toda la información requerida para los pilotes de prueba hincados.

551.12 Corte de pilotes. Se cortarán las cabezas de los pilotes permanentes y las corazas de los pilotes, a la elevación requerida. Se cortará limpia, recta y paralelamente a la cara del miembro estructural en el cual los pilotes son empotrados. Se eliminarán los cortes sobrantes de acuerdo a la Subsección 203.05 a.

a. Pilotes de acero: No se pintará la parte del pilote que queda empotrada en el concreto. Antes de pintar el pilote de acero expuesto se debe limpiar cuidadosamente la superficie de metal, de manera que no quede ninguna sustancia que impida que la pintura se adhiera. Se usará el sistema 2 de pintura de color aluminio, de acuerdo a lo especificado en Sección 563. Se pintarán porciones del caballete completo, o de otros pilotes expuestos. hasta no menos de 1 metro debajo de la superficie final del terreno, o del nivel de agua, con una primera capa de base y dos capas finales. Las capas se deben aplicar en el campo, antes que el pilote sea hincado. Los pilotes expuestos sobre la superficie final del terreno o del nivel de agua, se pintarán con una capa final de pintura de acabado.

b. Pilotes de madera: Se tratarán las cabezas de los pilotes de madera, que no vaya a quedar empotrada en el concreto, con alguno de los siguientes métodos:

b.1 Reducir el contenido de humedad de la madera a no más de un 25%, sin humedad libre en la superficie. Aplicar con brocha una solución de creosota y alquitrán de huela, como se requiere en los estándares AWPA.

Construir arriba una capa protectora aplicando capas alternativas de tela de algodón suelto y asfalto caliente o alquitrán, en forma similar a una membrana a prueba de agua, usando 3 capas de asfalto o alquitrán y 2 capas de tela de algodón. La tela, deberá ser por lo menos 150 milímetros más ancha en cada dirección, que el ancho del pilote. Doblar la tela hacia abajo sobre el pilote, y fijar los bordes con dos vueltas de alambre galvanizado, de un diámetro mínimo de 3 milímetros. Aplicar luego una capa final de asfalto o alquitrán, para cubrir el alambre. Recortar limpiamente la tela debajo de los alambres.

- b.2 Cubrir la superficie aserrada con 3 aplicaciones de una mezcla caliente de 60% de creosota y 40% de alquitrán caliente o, cuidadosamente, aplicar con brocha 3 capas de creosota caliente y cubrir con alquitrán caliente. Colocar una tapa de lata de metal galvanizado sobre la capa aplicada y doblar hacia abajo, sobre los lados de cada pilote.

551.13 Pilotes rechazados. Se corregirán los pilotes rechazados aplicando un método probado. Los métodos para corregir estos pilotes pueden ser uno o más de los siguientes:

- a. Usar un pilote de capacidad reducida
- b. Instalar pilotes adicionales
- c. Reparar pilotes dañados
- d. Reponer pilotes dañados

551.14 Colado de concreto en corazas o pilotes tubulares. Después de la hincadura, se limpiará el interior de las corazas y pilotes tubulares, removiendo todo material suelto. Se mantendrá la coraza y los pilotes tubulares sellados al agua en cuanto es posible. Se proveerá equipo apropiado para inspeccionar interiormente la superficie completa de la coraza o pilote tubular hincada, inmediatamente antes de vaciar el concreto.

(c) Acero de refuerzo: Cuando se requiera acero de refuerzo, su espaciamiento debe ser de por lo menos 5 veces el tamaño máximo del agregado en el concreto.

Se amarrarán firmemente los espaciadores de concreto, o cualquier otro espaciador aprobado, en 5 puntos alrededor del perímetro de la jaula de acero de refuerzo. Se instalarán espaciadores a intervalos que no excedan de 3 metros, medidos a lo largo de la longitud de la jaula.

Se colocará la jaula de refuerzo en la coraza o pilote tubular hincado, cuando el concreto alcance la elevación inferior planeada para el refuerzo. Se soportará el refuerzo de manera que quede dentro de 50 milímetros de la ubicación vertical requerida. Se soportará la jaula desde arriba hasta que el concreto alcance la parte superior del pilote.

(c) Concreto: El concreto se preparará de acuerdo a la Sección 552. Se colocará en una operación continua, desde el fondo hacia arriba del pilote. Antes del fraguado inicial del concreto se deben compactar los 3 metros superiores del pilote de concreto, usando un equipo vibratorio que haya sido aprobado.

551.15 Aceptación. El material de los pilotes será evaluado en las Subsecciones 106.02 y 106.03.

Se deben proveer certificaciones de producción con cada embarque de lo siguiente:

- a. Pilotes de concreto
- b. Tablestacas de acero, pilotes-H de acero, corazas de acero y pilotes tubulares de acero.
- c. Pilotes de madera tratada. Se marcará cada pilote con una seña de identificación y con la fecha de inspección.

La hincadura de pilotes y el trabajo relacionado con ella será evaluado en las Subsecciones 106.02 y 106.04.

El concreto para corazas de acero y pilotes tubulares será evaluado en la Sección 552.

Acero de refuerzo para corazas de acero o pilotes tubulares será evaluado en la Sección 554.

Medición

551.16 La medición de los pilotes se hará por metro o por unidad. Cuando la medida sea por metro, se medirá la longitud del pilote desde el corte de elevación hasta la punta.

Se medirán las pruebas de carga de pilote por unidad o por suma global.

Se medirá la perforación previa por metro.

Se medirán los empalmes por unidad, si son requeridos para hincar pilotes en exceso de la elevación estimada de la punta.

Se medirán los pilotes de prueba por metro o por unidad.

Pago

551.17 Las cantidades aceptadas, medidas como se detalla anteriormente, serán pagadas al precio del contrato por unidad de medida de los renglones de pago descritos abajo, mostrados en el cartel de licitación, excepto el concreto de relleno de corazas de acero y pilotes de acero, que se ajustan de acuerdo a

la Subsección 106.05. El pago será la remuneración total del trabajo descrito en esta Sección. 8Ver Subsección 109.05).

El pago para los pilotes de concreto vaciado o de corazas de acero se hará a un precio determinado, multiplicando el precio unitario del contrato, por un factor de pago ajustado (PFa) que se determina como sigue:

$$PFa = 1 - 0.5 (1-PF)$$

en que:

PF = Factor de pago por concreto, como se determina en Sección 552.

Los pagos se efectuarán como sigue:

Reglón de pago	Unidad de medida
55101 Pilotes hincados	metro
55102 Pilotes hincados	cada uno
55103 Pilotes de prueba de carga	cada uno
55104 Pilotes de prueba de carga	suma global
55105 Perforación previa	metro
55106 Empalmes	cada uno
55107 Pilotes de prueba	metro
55108 Pilotes de prueba	cada uno

SECCIÓN 552.) CONCRETO ESTRUCTURAL

Descripción

552.01 Este trabajo consiste en proveer, colocar, acabar y curar concreto en puentes, alcantarillas y otras estructuras.

La clase de concreto estructural es designada como se muestra en la Tabla 552-1.

Materiales

552.02 Estarán de acuerdo con las Subsecciones siguientes:

- Aditivos inclusores de aire	711.02
- Agregados químicos	711.03
- Agregados gruesos para concreto de cemento Pórtland	703.02
- Recubrimientos de color	725.25
- Materiales para el curado	711.01
- Almohadillas elastoméricas de soporte	717.10
- Sellos elastoméricos de juntas a compresión	717.10
- Agregados finos para concreto de cemento Pórtland	703.01
- Puzolanas	725.04
- Relleno minerales de hierro y escorias.	725.05
- Rellenadores y selladores de juntas	712.01
- Modificador látex	711.04
- Aceite de linaza	725.14
- Cemento hidráulico	701.01
- Vapores de sílice (microsílice)	725.04
- Agua	725.01

Requerimientos para la construcción

552.03 Composición (Diseño de mezclas de concreto). Las mezclas de concreto serán diseñadas y producidas en conformidad con Tabla 552-1, para la clase de concreto especificado. Se determinarán los valores del esfuerzo de diseño, de acuerdo con ACI 214. El concreto estructural deberá cumplir las siguientes especificaciones ACI:

- ACI 211.1, para concreto normal y muy denso.
- ACI 211.2, para concreto liviano.
- ACI 211.3, para concreto sin revenimiento

**Tabla 552-1
Composición del concreto**

Clase De Concreto	Contenido cemento min. (Kg/m ³)	Razón máxima A/C	Revenimiento (mm) ⁽¹⁾	Contenido de Aire ⁽²⁾ %	Agregado grueso AASHTO M43
A	360	0.49	50 a 100		No 57
A (AE)	360	.044	25 a 100	5.0	No 57
B	310	0.58	50 a 100		No 357
B (AE)	310	0.58	50 a 100	4.0	No 357
C	390	0.49	50 a 100		No 7
C (AE)	390	0.44	25 a 75	6.0	No 7
D (AE) ⁽³⁾	360	0.4	25 a 75	4.0	No 57
E (AE) ⁽⁴⁾	360	0.4	100 a 150 ⁽⁵⁾	3.0	No 7
P	390	0.44	0 a 100		No 67
Sellos	390	0.54	100 a 200		No 57

Notas:

- (1) El revenimiento máximo es de 200 milímetros, si el diseño de mezclas aprobado incluye un reductor de agua.
- (2) Ver Subsección 552.03 ^(t) para el contenido máximo de aire.
- (3) Concreto con aditivo reductor y retardador de acuerdo al AASHTO M194 tipo D.
- (4) Concreto modificado con látex, con 0.31 litros, o modificador por kilogramo de cemento.
- (5) Medir el revenimiento 4 a 5 minutos después de que el concreto sea descargado de la mezcladora.

Verificar el diseño de mezcla, por medio de mezclas de prueba preparadas con material de la misma fuente propuesta para los agregados a usarse. Se someterán diseños escritos de mezclas de concreto para aprobar, con por lo menos 36 días antes de iniciar la producción. Cada diseño de mezcla debe incluir lo siguiente:

- a. Identificación del proyecto.
- b. Nombre y dirección del contratista y el fabricante de concreto.
- c. Designación de los diseños de mezcla.
- d. Clase de concreto y uso especificado.
- e. Proporciones del material

- f. Nombre y lugar de las fuentes del material para agregados, cementos, aditivos y agua.
- g. Tipo de cemento y tipo de sustituto del cemento si se usara. La puzolana, relleno mineral o humo sílice, pueden reemplazar parcialmente al cemento en cualquier diseño de mezcla, tal como se indica a continuación, excepto en el concreto preesforzado:

1. *Puzolanas.*

1.1 *Clase F:* no más del 20% del mínimo del peso de cemento Pórtland de Tabla 552-1 se puede reemplazar con puzolana clase F, en proporción de 1.5 partes de puzolana por 1 parte de cemento.

1.2 *Clase C:* no más de un 25% del mínimo del peso de cemento Pórtland de Tabla 552-1 puede ser reemplazado por puzolana clase C en proporción de 1 parte de puzolana por 1 parte de cemento.

2. *Escoria de horno o Relleno mineral:* no más de un 50% del mínimo del peso de cemento Pórtland que aparece en Tabla 552-1 puede ser reemplazado con relleno mineral o escorias de hornos, en proporción de 1 parte de relleno por 1 parte de cemento.

3. *Vapores de Sílice (microsílice):* no más de 10% del mínimo del peso de cemento Pórtland en Tabla 552-1 puede ser reemplazada con sílice firme, en proporción de 1 parte de sílice firme por 1 parte de cemento.

La relación agua/cemento para concreto modificado es la proporción del agua a los pesos combinados del cemento Pórtland y el sustituto del cemento.

- h. Contenido de cemento en kilogramos por metro cúbico de concreto.
- i. Pesos de agregados gruesos y finos, saturado superficie seca, en kilogramos por metro cúbico de concreto.
- j. Contenido de agua (incluyendo humedad libre en el agregado más agua en el tambor, excluyendo la humedad absorbida en el agregado) en kilogramos por metro cúbico de concreto.
- k. Medida de la relación agua / cemento.
- l. Dosificación de aditivos. Aire atrapado puede ser obtenido por medio de cemento Pórtland con inclusores de aire o por el uso de aditivos

incluidores de aire. No se deben usar aditivos para acelerar la fragua del concreto, si se usa concreto Clase P (preesforzado). No deben mezclarse aditivos químicos de diferentes fabricantes. No deben usarse reductores de agua de alto rango para las losas de los puentes.

- m. Análisis de granulometría de agregados finos y gruesos.
- n. Absorción de agregado fino y grueso.
- o. Gravedad específica bruta seca y saturada, de los agregados fino y grueso.
- p. Pesos unitarios secos envarillados de agregado grueso, en kilogramos por metro cúbico.
- q. Módulo de finura (FM) de agregado fino.
- r. Certificaciones de calidad para cemento, aditivos y agregados.
- s. Valores del revenimiento del concreto con o sin reductores de agua.
- t. Valores de contenido de aire en el concreto. Incluir el rango de contenido de aire propuesto para el concreto a ser incorporado en el trabajo. Describir los métodos por los cuales el contenido del aire será monitoreado y controlado. Proveer documentos aceptables expresando que el revenimiento y el esfuerzo de compresión del concreto estarán dentro los límites específicos, a través del rango completo del contenido del aire propuesto. En caso de que no exista una documentación aceptable, el contenido de aire máximo debe ser de un 10%.
- u. Peso unitario del concreto.
- v. Resistencia a la compresión del concreto a los 7 y 28 días. Dependiendo de los resultados de resistencia a los 28 días, el diseño de mezcla puede ser aprobado basándose en que el resultado de la resistencia a los 7 días haya sido igual o mayor que el 85% de la resistencia mínima requerida cuando no se usan aceleradores o cementos de resistencia temprana.
- w. Muestras de materiales si son solicitadas.

La producción podrá iniciarse sólo después de que el diseño de mezcla sea aprobado.

Se proveerá un diseño nuevo de mezcla para aprobación si hubiera un cambio en la fuente de material, o cuando el módulo de finura del agregado fino, varíe en más de 0.20.

552.04 Manipulación y almacenamiento de materiales. Se almacenará y manipulará todo el material de manera que se prevenga la segregación, contaminación, o cualquier otro efecto dañino. No se usará cemento o puzolana que contenga evidencias de contaminación por humedad. Se almacenarán y manipularán los agregados de manera que se asegure un contenido de humedad uniforme en el momento de mezclarlos.

552.05 Medida de materiales. El concreto se dosificará de acuerdo al diseño de mezcla aprobado y a las siguientes tolerancias:

- Cemento $\pm 1\%$
- Agua $\pm 1\%$
- Agregado $\pm 2\%$
- Aditivo $\pm 3\%$

Puede usarse un sistema volumétrico calibrado, si las tolerancias especificadas se mantienen.

552.06 Plantas de dosificación, mezcladoras y agitadores. Se usarán plantas de dosificación, mezcladoras y agitadoras conforme a AASHTO M157. El equipo de mezclado volumétrica continua debe conformar a AASHTO M241.

552.07 Mezcla. Se mezclará el concreto en una planta mezcladora central o en camiones mezcladores. Se operará todo el equipo dentro de la capacidad recomendada por el fabricante. Se producirá concreto de una consistencia uniforme.

- a. **Planta central:** Se agregarán aditivos líquidos por medio de un medidor de fluidos. Se usarán con suficiente capacidad para medir, de una sola vez la cantidad completa de aditivo requerido para cada bache. Si se usa más de un aditivo, se deben entregar cada uno con equipo separado.

Se cargará primero el agregado grueso, un tercio del agua y todo el aditivo inclusive de aire dentro de la mezcladora, y luego se agregará el material restante.

Se revolverá por lo menos durante 50 segundos. Se iniciará el conteo del tiempo de mezcla después de que todo el cemento y el agregado estén en el tambor. Se agregará el agua restante durante el primer cuarto del tiempo de mezcla. El tiempo de transferencia entre tambores de mezcladoras de tambor múltiple se incluye en el tiempo de mezcla. El tiempo termina cuando se abre el conducto de descarga.

Se removerá el contenido de una mezcladora individual antes de que el bache siguiente sea cargado en el tambor.

b. Mezcla en camión: No deben usarse mezcladoras que tengan alguna parte de las paletas con un desgaste mayor de 25 milímetros respecto a la altura original de fábrica. No se usarán mezcladoras y agitadores con concreto duro acumulado, o con mortero en el tambor de la mezcladora.

Se cumplirán las siguientes acciones:

- Agregar aditivos al agua durante o antes de batir.
- Cargar el bache dentro del tambor de manera que una porción del agua de mezcla entre antes que el cemento.
- Mezclar cada bache de concreto no menos de 70 ni más de 100 revoluciones del tambor o de las paletas, a la velocidad de la mezcladora. Iniciar el conteo de revoluciones de mezcla, tan pronto como todo el material incluyendo el agua, esté dentro del tambor de la mezcladora.

552.08 Entrega. La producción y entrega del concreto debe permitir una colocación continua que no alcance el fraguado inicial del concreto restante, que será vaciado adyacentemente a él. Se usarán métodos de entrega, manejo y colocación que minimicen la remezcla del concreto, y prevengan cualquier daño a la estructura de concreto.

No se colocará concreto que haya desarrollado un fraguado inicial. Nunca se remezclará el concreto agregándole agua.

Para la entrega del concreto se usará alguno de los siguientes medios:

a. Camión mezclador/agitador: Se usará la velocidad de agitación para todo el tiempo de mezcla. Cuando un camión mezclador o agitador se use para transportar concreto, que ya está completamente mezclado en una mezcladora central estacionaria de construcción, se seguirá agitando durante el transporte, a la velocidad de agitación recomendada por el fabricante.

Agua y aditivos (si en el diseño de mezcla es aprobado) pueden agregarse, para obtener el revenimiento o el contenido de aire requeridos, cuidando que el total del agua en la mezcla, no exceda la relación máxima agua/cemento, y que el concreto no haya alcanzado la fragua inicial. Si se requiere agua adicional, se agregará solo una vez y se remezclará con 30 revoluciones, a la velocidad de mezcla de la mezcladora. Se completará la remezcla dentro de

los 45 minutos, (75 minutos para cementos tipo I, IA, II o IIA con aditivos reductores de agua/retardadores) después de la adición inicial del agua de mezcla al cemento y agregados.

Después de añadir el cemento, se completará la descarga del concreto en el tiempo especificado en Tabla 552-2.

Tabla 552-2
Límite de tiempo para la descarga de concreto

Tipo de cemento con o sin aditivos	Tiempo límite (hora)
Tipo I, IA, II o IIA	1.00
Tipo I, IA, II o IIA con reductor de agua o aditivos de retardo	1.50
Tipo III	0.75
Tipo con reductor de agua o aditivos de retardo	1.25

b. Equipo sin agitación: Se podrá usar equipo sin agitación para transportar concreto, si la descarga del concreto se concluye dentro de 20 minutos, desde el inicio de la adición del cemento al tambor de la mezcladora. Se usarán contenedores metálicos, herméticos que sean capaces de descargar el concreto a una velocidad controlada, sin segregación. Se proveerán cobertores, cuando se necesiten para su protección.

552.09 Control de calidad de la mezcla.

Se someterá y seguirá un control de calidad de acuerdo a las Secciones 153 y 154 según sea pertinente y considerando además, lo que sigue:

a. Mezcla: Asignar un técnico en concreto hidráulico, experimentado y competente, para que permanezca en la planta mezcladora, a cargo de las operaciones y que sea responsable de la totalidad del control de calidad incluyendo:

- a.1 Correcto almacenamiento y manejo de todos los componentes de la mezcla.
- a.2 Correcto mantenimiento y limpieza de planta, camiones y otro equipo.

- a.3 Pruebas de gradación de agregados finos y gruesos.
- a.4 Determinación del módulo de finura del agregado fino.
- a.5 Medición del contenido de humedad de los agregados y ajuste de las proporciones de la mezcla requeridas, antes de la producción de cada día o más a menudo si fuera necesario, para mantener la relación agua/cemento ajustada.
- a.6 Calculo de los pesos de bache, para la producción de cada día y la revisión de la calibración de la planta, cuando fuera necesario.
- a.7 Confección de tiquetes de despachos que incluyen la siguiente información:
 - a.1.1 Suplidor del concreto.
 - a.1.2 Tiquete con el número de serie.
 - a.1.3 Fecha y número de camión
 - a.1.4 Nombre del Contratista.
 - a.1.5 Estructura o sitio de la colocación.
 - a.1.6 Diseño de mezcla y clase de concreto.
 - a.1.7 Cantidades de componentes y volumen total del concreto.
 - a.1.8 Correcciones de humedad para la humedad del agregado.
 - a.1.9 Total del agua en la mezcla en planta.
 - a.1.10 Tiempo de mezcla del bacheo y tiempo en el que la descarga debe ser realizada.
 - a.1.11 Máxima agua que se debe agregar a la mezcla en el proyecto.
 - a.1.12 Provisión del equipo necesario para las pruebas y controles antes mencionados. Entrega de copias de hojas de trabajo para a.3, a.4, a.5 y a.6 según sean llenadas.

b. Entrega y muestreo: Asignación de por lo menos un técnico competente y con experiencia que permanezca en el proyecto, y se responsabilice de la entrega de concreto, de las operaciones de descarga y del muestreo, incluyendo lo siguiente:

- b.1 Verificación de que los ajustes de la mezcla, antes de la descarga cumplan con las especificaciones.
- b.2 Preparar los tiquetes de despachos, el registro de la proporción aparente de agua/cemento y el tiempo en que la descarga se completa. Proveer una copia de cada tiquete de despacho con el tiempo de colocación.

- b.3 Suministrar todo el equipo y efectuar las mediciones de temperatura, peso unitario, contenido de aire, revenimiento y otras pruebas que verifiquen el cumplimiento de las especificaciones antes y durante cada operación de colocación.

La muestra debe tomarse después de que por lo menos 0.2 metros cúbicos sean descargados, y antes de colocar concreto en los encofrados. Cuando se usen mezcladoras continuas se debe muestrear aproximadamente cada 7.5 metros cúbicos. Se medirá el contenido de aire de acuerdo a AASHTO T 152 o AASHTO T 196.

Se medirá el peso unitario, revenimiento y temperatura, de acuerdo a Subsección 552-19.

Si 3 muestras sucesivas son sometidas a prueba y cumplen con las especificaciones indicadas, el muestreo puede ser reducido a una frecuencia aprobada. Se reasumirá la frecuencia inicial de pruebas, si una prueba no cumple con lo requerido en temperatura, contenido de aire, revenimiento, o cuando sea indicado.

- b.4 Se tomarán muestras de baches especificados de acuerdo a AASHTO T 141. El punto de muestreo es en la descarga, en el sitio de colocación. Se proveerán moldes cilíndricos. Se efectuarán por lo menos 4 pruebas a la compresión de cilindros, que serán curados al comienzo, y transportarlos cuidadosamente al sitio de curación preparado en el proyecto. Dos de los 4 cilindros se usarán para las pruebas compresivas de resistencia a los 28 días. Los cilindros restantes, se usarán para verificar las resistencias proyectadas, u otros propósitos especificados. Se ayudará en la elaboración de otras pruebas que se requieran.

552.10 Temperatura y condiciones ambientales.

Se mantendrá la temperatura de la mezcla de concreto, justamente antes de la colocación, entre 10 °C y 30 °C, con excepción del concreto para la cubierta de puentes, que se debe mantener entre 10 °C y 25 °C.

- a. Clima frío:** Clima frío existe cuando en cualquier momento, durante la colocación del concreto o en el periodo de curación, la temperatura ambiente en el sitio de trabajo, cae bajo 2 °C; o si la temperatura ambiente en el sitio, cae bajo 10 °C por un periodo de 12 horas o más.

Cuando se espera clima frío, o se ha producido dentro de los 7 días anteriores a la colocación del concreto, se debe preparar un plan para la producción,

transporte, colocación, protección, cura y monitoreo de temperatura del concreto, durante el período. Se incluirán procedimientos para actuar en cambios abruptos en la condición del tiempo. No se debe iniciar la colocación hasta que el plan sea aceptado. La aceptación del plan tomará por lo menos 1 día.

Se tendrá disponible todo el material y todo el equipo requeridos, para protección contra el frío, en o cerca del proyecto, antes de iniciar la colocación de concreto en clima frío.

Tabla 552-3
Temperatura de la superficie de concreto en clima frío

Tamaño mínimo de la sección, mm	< 300	300 - 900	900 - 1800	> 1800
Temperatura mínima del concreto durante el periodo de protección	13°C	10°C	7°C	4°C
Caída máxima de temperatura permitida en un periodo de 24 horas después de finalizar el periodo de protección.	28°C	22°C	17°C	11°C

b. Clima caliente: Cuando la temperatura del ambiente, en cualquier momento, durante la colocación del concreto en el sitio de trabajo es de más de 35°C, existe clima caliente.

En clima caliente se deben enfriar hasta menos de 35°C todas las superficies con las cuales la mezcla tendrá contacto. Se enfriará cubriendo con telas mojadas o una colchoneta de algodón, rociando con agua, cubriendo con láminas protectoras, o con cualquier otro método aprobado.

Durante la colocación se debe mantener la temperatura del concreto usando cualquier combinación de lo siguiente:

- b.1** Las áreas de almacenamiento de material o el equipo de producción deben estar bajo sombra.
- b.2** El agregado se enfriará rociándolo con agua.
- b.3** El agregado y / o el agua se enfriarán por refrigeración, o reponiendo parte o toda el agua mezclada con hielo escamado o picado, en forma tal que el hielo se derrita completamente durante la mezcla del concreto.

c. Evaporación: Cuando se coloque concreto en la cubierta de los puentes, o en otras losas expuestas, se debe limitar la evaporación esperada a una razón menor de 0.5 kilogramos por metro cuadrado por hora, como se especifica en Figura 552-1 o por lo siguiente:

$$EVAP = \frac{1 + 0.2374W V}{2906} \times \left[CT^2 - 4.762CT + 220.8 - RH \times \left[\frac{AT^3 + 127.8AT^2 + 665.6AT + 34283}{20415} \right] \right]$$

en que:

EVAP =	Razón de evaporación (kg / m ² / hr)
W V =	Velocidad de viento (km / hr)
RH =	Humedad relativa (%)
AT =	Temperatura del aire (°C)
CT =	Temperatura del concreto (°C)

Cuando sea necesario, se deben tomar una o más de la siguientes acciones:

- c.1** Construir cortinas de abrigo contra el viento, o encierros para reducir efectivamente la velocidad del viento, a través del área de trabajo.
- c.2** Usar rociadores de neblina, sobre la ráfaga del viento, para aumentar la humedad relativa.
- c.3** Reducir la temperatura del concreto, de acuerdo a “b”, mencionado anteriormente.
- d. Lluvia:** Siempre, durante e inmediatamente después de la colocación, se debe proteger el concreto de la lluvia.

552.11 Manipuleo y colocación del concreto.

Se efectuará el trabajo especificado en Sección 208. Se prepararán el acero de refuerzo, el acero estructural, los accesorios de apoyo, el material de juntas y los artículos misceláneos necesarios, de acuerdo a las Secciones correspondientes.

a. General: Diseñar y construir andamiaje y encofrados de acuerdo a Sección 562. Manipular, colocar, y compactar el concreto siguiendo métodos que no causen segregación y que produzcan concretos densos y homogéneos, libres de vacíos y hormigueros. Los métodos de colocación no deben causar desplazamiento del acero de refuerzo o cualquier otro elemento que quedará empotrado en el concreto. Se colocará y compactará el concreto antes de la fragua inicial. No se debe remezclar el concreto agregando agua a la mezcla.

No se colocará el concreto hasta que los encofrados y todos los accesorios que quedan recubiertos, hayan sido inspeccionados.

Se removerán morteros, escombros, y materiales extraños, de los moldes y del acero de refuerzo, antes de iniciar la colocación. Se humedecerán completamente los encofrados, inmediatamente antes de que el concreto sea colocado. Los separadores y rigidizadores temporales de los encofrados,

pueden dejarse en su lugar hasta que la colocación del concreto haya concluido y los esfuerzos requeridos hayan sido alcanzados. Si es aprobado por el Contratante, estos pueden quedar en el concreto y no ser removidos.

Se colocará el concreto en forma continua sin ninguna interrupción, en la etapa de construcción planeada, o entre las juntas de expansión. Los volúmenes de entrega, la secuencia de colocación y los métodos usados deben ser tales que el concreto fresco sea siempre colocado y consolidado contra concreto colocado anteriormente, antes que empiece el fraguado en el concreto colocado con anterioridad. No se permitirá, que el tiempo entre la colocación de los baches siguientes, exceda de 30 minutos.

Durante y después de la colocación de concreto, no se debe dañar el concreto colocado anteriormente, o romper la unión entre el concreto y el acero reforzado. Se mantendrán los trabajadores fuera de las zonas que tengan concreto fresco. No se apoyarán plataformas o andamios para los trabajadores y el equipo directamente sobre el acero de refuerzo. Una vez que el concreto es colocado, no se moverán o disturbarán los encofrados, o el acero de refuerzo del concreto que sobresale de éste, hasta que tenga suficiente resistencia para no sufrir daños.

b. Secuencia de colocación.

b.1 Subestructuras: Ninguna carga deberá ser colocada sobre armaduras, pilares o estribos hasta que los resultados de los cilindros del mismo concreto, curado bajo las mismas condiciones que el elemento de subestructura, indiquen que todo el concreto tiene por lo menos 80% del esfuerzo a la compresión requerida a los 28 días.

b.2 Miembros verticales: Para miembros verticales de más de 5 metros de altura, se debe dejar que el concreto fragüe por lo menos 4 horas antes de vaciar concreto para los miembros horizontales integrados. Para los miembros verticales de menos de 5 metros de altura se debe dejar que el concreto fragüe por lo menos 30 minutos. No se deben colocar cargas de miembros horizontales hasta que los miembros verticales hayan alcanzado la resistencia requerida.

b.3 Superestructuras: No se debe colocar concreto en la superestructura, hasta que los encofrados de subestructura, hayan sido desmontados lo suficiente, como para determinar la aceptabilidad del concreto de la subestructura de soporte. No se debe colocar concreto en la superestructura hasta que ésta haya alcanzado la resistencia requerida.

El concreto para vigas tipo T se colocará en 2 operaciones separadas y se esperará por lo menos 5 días después de colada el alma de la viga, para colar la losa superior de concreto.

El concreto para las vigas de cajón debe ser colocado en 2 o 3 operaciones separadas, que consisten en la losa inferior, las almas de las vigas y la losa superior, o como se indica en los planos. Sin embargo, se puede colar la losa inferior primero, y no colar la losa de superior hasta que las almas de la viga hayan sido colocadas, y tengan por lo menos 5 días de fragua.

b.4 Arcos: Se colocará el concreto en los anillos del arco, de manera que el centro sea cargado uniforme y simétricamente.

b.5 Alcantarillas de cuadro: Se colará la losa de base de las alcantarillas de cuadro, y se dejará que fragüen 24 horas antes de construir el resto de la alcantarilla. Para alturas de paredes de 1.5 metros o menos, las paredes laterales y las losas superiores, deben ser coladas en una operación continua. Para paredes de más 1.5 metros de altura, pero de menos de 5 metros de altura, se dejará fraguar el concreto de las paredes laterales por lo menos 30 minutos antes de colar el concreto en la losa superior. Para paredes de 5 metros o más altas, se dejará fraguar el concreto de las paredes laterales por lo menos 12 horas, antes de colar concreto en la losa superior.

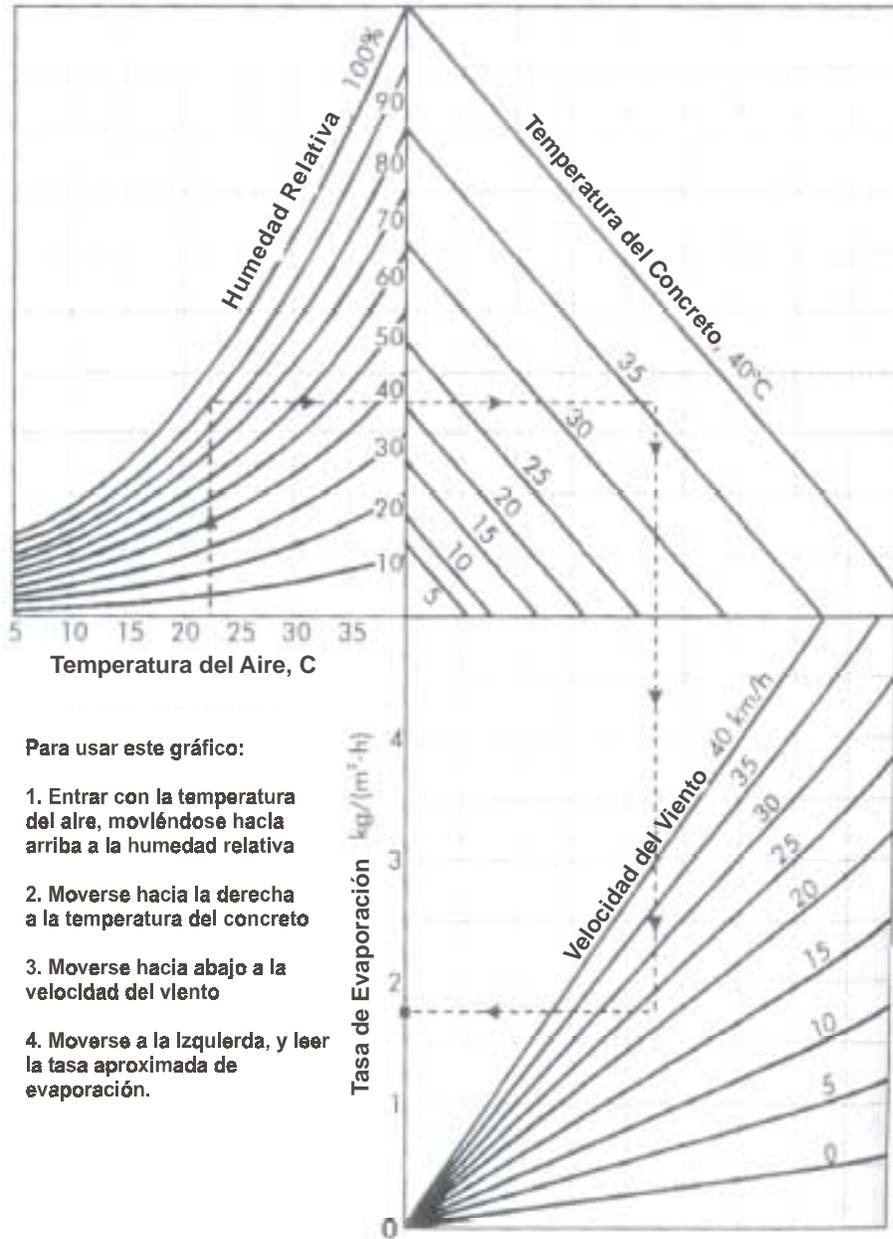
b.6 Elementos prefabricados: Se colará y consolidará el concreto de manera que no se produzcan contracciones y grietas en el miembro.

c. Métodos de colocación: Se usarán equipos con capacidad suficiente, que hayan sido diseñados y operados previniendo segregación en la mezcla y pérdida de mortero. No se deben usar equipos que causen vibraciones y puedan dañar el concreto fresco colocado. No se deben usar equipos con partes de aluminio que tengan contacto con el concreto. Remover los morteros secos o fraguados de las superficies internas del equipo de colocación.

Se colocará el concreto lo más cerca posible de su posición final. No se debe colocar concreto en capas horizontales de más de 0.5 metros de espesor. No se debe exceder la capacidad de vibración necesaria para consolidar y unir la capa nueva con la capa anterior. No se debe colocar el concreto a una velocidad tal, que cuando se corrija por temperatura, se exceda la carga de diseño de los encofrados.

No debe dejarse caer el concreto sin confinamiento, más de 2 metros. El concreto debe ser confinado usando un embudo con tubo ajustado o cualquier otro artefacto aprobado que prevenga la segregación de la mezcla y el esparcimiento del mortero. Esto no se aplica al vaciado de pilotes, cuando la colocación de concreto se completa antes que ocurra el fraguado inicial en el concreto colocado anteriormente.

Figura 552.1
Razón de evaporación de humedad superficial



Se operarán las bombas de concreto de manera tal que éste sea entregado en flujo continuo, sin bolsas de aire en el tubo de descarga. No se deben usar sistemas de banda transportadora de más de 170 metros de largo, medidas de extremo a extremo en la totalidad del montaje de la banda. Se arreglará el montaje de la banda de tal manera que cada sección descargue en una tolva vertical, hasta la siguiente sección, sin que nada de mortero se adhiera a la banda. Se usará una tolva conducto y deflectores al final del sistema de la banda transportadora, para que el concreto caiga verticalmente.

d. Compactación: Se proveerán suficientes vibradores internos manuales, que sean adecuados para las condiciones de la colocación del concreto. Los vibradores deben cumplir con la Tabla 552-4. Se proveerán vibradores con cubierta de hule cuando el acero de refuerzo tenga recubrimiento epóxico.

Se proveerá un número suficiente de vibradores para consolidar cada bache a medida que va vaciándose. Se tendrá un vibrador de repuesto en el lugar, para el caso de requerirse. Se usarán vibradores externos para encofrado solamente cuando éstos hayan sido diseñados para ser así vibrados, y cuando es imposible usar vibración interna.

Se consolidará todo el concreto con vibración mecánica, inmediatamente después de su colocación. Se operarán los vibradores de manera que trabajen adecuadamente el concreto alrededor del refuerzo, de accesorios empotrados, esquinas, y ángulos en los moldes. No se debe originar segregación. No se debe vibrar el concreto colocado bajo agua. Se suplirán, si es necesario, acomodo y compactación adicionales del concreto por medio de pala, para asegurar una superficie lisa y densa a lo largo de los encofrados, en esquinas y en lugares que son imposibles de alcanzar con vibración.

Tabla 552-4
Requisitos para vibradores manuales

Diámetro de corona (milímetros)	Frecuencia Vibraciones / minuto	Radio de acción (milímetros)
19 a 38	10.000 a 15.000	75 a 125
32 a 64	9.000 a 13.500	125 a 225
50 a 89	8.000 a 12.000	180 a 485

El concreto se vibrará en el punto de depósito y en puntos espaciados uniformemente, a no más de un 1.5 veces el radio sobre el cual la vibración es efectivamente visible. Se insertarán los vibradores de manera que las áreas vibradas se traslapen. No deben usarse vibradores para mover el concreto. Los vibradores se insertarán verticalmente y lentamente. La vibración debe ser de duración e intensidad suficientes, para consolidar completamente el concreto, sin causar segregación. No se debe realizar una vibración de duración larga en un punto que cause la formación de mortero en áreas localizadas. No se debe vibrar el acero de refuerzo.

e. Colocación debajo del agua: La colocación de concreto bajo el agua es permitida únicamente, para el concreto de sellos, y en el relleno de pilotes excavados. Para propósitos ajenos al sello de concreto, se debe aumentar el contenido mínimo de cemento en un 10%. Se usarán embudos con tubo confinante, bombas de concreto y otros métodos de colocación aprobados.

e.1 Embudos con tubería confinante: Se usarán embudos con tubería confinante impermeables, con un diámetro de 250 milímetros o más. Se ajustarán superiormente con una tolva. Se usará la cantidad de tubos necesaria. Los tubos confinantes deben bajar rápidamente para no retrasar o detener el flujo de concreto.

Al iniciar la colocación de concreto se debe sellar el final de la descarga y rellenar el tubo con concreto. Se mantendrá la tubería llena de concreto hasta el fondo, durante la colocación. Si el agua entra por el tubo, se retirará el embudo y se resellará el final de la descarga. Se mantendrá un flujo continuo de concreto, hasta que la colocación finalice.

e.2 Bombas de concreto: Se usarán bombas con un dispositivo, colocado al final del tubo de descarga, que permita sellar el agua por fuera, mientras el tubo está siendo llenado con concreto. Cuando se inicia el flujo de concreto

se mantendrá el final de tubo de descarga lleno de concreto, y debajo de la superficie de concreto ya depositado, hasta que la colocación se complete.

El concreto bajo el agua se colocará continuamente, desde el principio hasta el final, en una masa densa. Se colocará cada capa subsiguiente de concreto, antes de que en la capa anterior se inicie la fragua inicial. Se usará más de un embudo o bomba si es necesario, para garantizar el cumplimiento de los requisitos. Se mantendrá la superficie de concreto lo más horizontalmente posible. No se debe alterar el concreto después de la colocación. Se mantendrá el agua en reposo en el punto de descarga.

Desaguar, después que las pruebas de las muestras curadas bajo condiciones similares, indican que el concreto tiene suficiente resistencia, para soportar las cargas esperadas. Se removerá la lechada y todos los materiales insatisfactorios del concreto expuesto.

- f. **Barandas y parapetos de concreto:** Se usarán encofrados lisos, herméticos y rígidos. Las esquinas serán bien pulidas y perfiladas. Se colocará el concreto de las barandas y parapetos, después de que los encofrados o andamiajes hayan sido removidos de ese tramo de baranda o parapeto. Se removerán los encofrados cuidando no dañar el concreto. Se acabarán las esquinas en forma perfilada, libres de grietas y astillas o de cualquier otro defecto.

Las partes precoladas de barandas deberán ser coladas en moldes herméticos al escape de mortero. Se removerán los encofrados tan pronto como el concreto este suficientemente duro como para soportarse a sí mismo. Se protegerán los filos y esquinas contra quebradura, grietas y cualquier otro daño. Se curarán de acuerdo con la Subsección 552.15 b. El período de curado, se puede acortar usando vapor y / o agentes reductores de agua o cemento tipo III.

552.12 Juntas de construcción

Se proveerán juntas de construcción en los sitios señalados en los planos. Es requerida aprobación escrita, para cualquier junta de construcción adicional.

En las juntas de construcción horizontales se colocarán tiras de calibración dentro de los moldes a lo largo de todas las caras visibles, para proporcionar juntas en línea recta. Las juntas de construcción deberán ser, limpiadas y saturadas antes de colar el concreto fresco adyacente. Inmediatamente antes de colocar concreto nuevo, los encofrados deberán ser fuertemente apretados contra el concreto ya colocado, inmediatamente antes de colar concreto en los encofrados adyacentes. Donde sea accesible, la superficie vieja deberá ser cubierta completamente con una capa muy delgada de mortero de cemento. El acero de refuerzo deberá pasar a través a las juntas de construcción.

552.13 Juntas de expansión y contracción

- a. **Juntas abiertas:** Se construirán juntas abiertas con una tira de madera, placa de metal u otro material aprobado. El retiro del molde se deberá hacer sin astillar ni quebrar las esquinas del concreto. El refuerzo no se deberá extender a través de una junta abierta.
- b. **Juntas rellenas:** El relleno de juntas deberá ser cortado del mismo tamaño y forma de las superficies por unirse. Se fijará el relleno en una superficie de la junta, usando clavos galvanizados o cualquier otro método aceptado. Se empalmará de acuerdo a las recomendaciones del fabricante. Después de retirar los moldes, se removerán y cortarán cuidadosamente cualquier concreto o mortero que hubiese escurrido a través de las juntas. Se rellenarán todas las aberturas de las juntas, de 3 milímetros a más de grosor, con asfalto caliente o cualquier relleno que sea aprobado. Se colocarán los pasadores que fuesen necesarios, dispositivos de transferencia de carga, y otros accesorios, según lo indiquen los planos o como se ordenase.
- c. **Juntas de acero:** Se fabricarán placas, ángulos u otras formas y perfiles estructurales, de acuerdo a la superficie del concreto. Se fijarán las aberturas de las juntas a la temperatura ambiente, de acuerdo con la hora en que va a ser colado el concreto. Se asegurarán bien las juntas para mantenerlas en posición correcta. Se mantendrá una abertura sin obstrucción en la junta durante la colocación de concreto.
- d. **Juntas impermeabilizantes:** Estas deberán ser colocadas de acuerdo a los requisitos de la Sección 560.
- e. **Sellos en las juntas en compresión:** Se usará un sello de compresión, de una sola pieza, para juntas transversales. Las juntas longitudinales deben ser lo más largas posible. Se deben limpiar y secar las juntas y remover astillas e irregularidades. Se aplicará un lubricante – adhesivo como capa protectora en ambos lados del sello, y se colocarán las juntas según las recomendaciones del fabricante. Se asegurará que el sello esté en contacto total con las paredes de las juntas, en toda su longitud.

Se deben remover y descartar todos los sellos torcidos, ondeados, mellados o malformados. Se removerán y reinstalarán sellos en las juntas que se alarguen más de un 5% de su longitud original, cuando están comprimidos. Se removerá todo el exceso de lubricante-adhesivo, antes de que se seque.

- f. **Sellos elastoméricos, para juntas de expansión:** Se instalarán las juntas de acuerdo a las recomendaciones del fabricante y en conformidad con los planos.

552.14 Acabado de concreto plástico.

Se acabarán las superficies de concreto que no quedan en contacto con encofrados, con flota o llaneta. Se removerá cualquier exceso de concreto o mortero fino. Se acabarán cuidadosamente, con herramienta manual, todos los bordes no biselados. Se dejarán expuestos los bordes de las juntas rellenas.

Se protegerá la superficie contra la lluvia.

Se acabarán todas las superficies de concreto usadas por el tráfico, con un material resistente al deslizamiento o patinaje. Se proveerán por lo menos, 2 puentes de trabajo, adecuados y convenientes.

- a. **Acabado, Nivelación y llaneteado:** Para la cubierta de los puentes o las losas superiores de las estructuras que sirven como pavimentos finales, se debe usar una maquinaria aprobada de acabado, autopropulsada y con codal oscilante. Si así se aprueba se usarán métodos de terminación a mano para las áreas irregulares donde el uso de maquinaria no es práctico.

Se nivelará (codalear y quitar el exceso de lechada) todas las superficies usando un equipo soportado y moviéndose sobre rieles. No se colocarán rieles dentro de los límites de colocación de concreto, sin aprobación previa.

Se instalarán rieles en soportes que no cedan, de manera que el equipo de acabado opere sin problemas sobre toda la superficie que ya ha sido acabada. Se extenderán los rieles más allá de ambos finales de la colocación de concreto establecida, para permitir que la maquinaria termine de colar el concreto.

Se colocarán rieles en la longitud total de las vigas de acero de la superestructura.

Se ajustarán los rieles y el equipo de acabado al perfil requerido y a la sección transversal, tomando en consideración el asentamiento anticipado, la curvatura y la deflexión del andamiaje.

Antes de iniciar la entrega y colocación del concreto se debe operar la maquinaria de acabado sobre el área completa de trabajo, para detectar posibles deflexiones de rieles, excesivo espesor de losa, recubrimiento del acero de refuerzo y para verificar la operación correcta del equipo. Se harán las correcciones necesarias antes de iniciar la colocación de concreto.

Después de iniciada la colocación del concreto, se operará la máquina de acabado sobre el concreto, según sea necesario para obtener el perfil y la sección transversal requeridos. Se mantendrá un pequeño exceso de concreto enfrente del filo de corte del codal todo el tiempo hasta el final del vaciado o encofrado y luego se removerá y eliminará. Se ajustarán los rieles, según sea necesario, para corregir los asentamientos o deflexiones no previstas.

Se removerán los soportes de rieles empotrados en el concreto, por lo menos 50 milímetros bajo la superficie terminada, y se llenará y acabará cualquier hueco en el concreto fresco. Se acabará la superficie con una llana, rodillo u otro aparato aprobado, según sea necesario, para remover todas las irregularidades locales.

Se removerá todo el exceso de agua, lechada o material extraño traído a la superficie, usando un rodillo o codal y pasándolo desde centro de la losa hacia los lados. No se debe aplicar agua a la superficie del concreto, durante las operaciones de acabado.

- b. Alineamiento:** Se revisarán todos los niveles de losas y aceras y la superficie completa paralela a la línea del centro del puente, con un codal metálico de por lo menos 3 metros de largo. Se trasladará el paso del codal en por lo menos la mitad de la longitud previamente alineada.

Se corregirán desviaciones que excedan 3 milímetros del borde del codal. Para las superficies de losas que van a recibir una sobrecapa, se corregirán las desviaciones de más de 6 milímetros.

- c. Texturización:** Se obtendrá una textura en la superficie que sea resistente y antideslizante acanalada, en todas las áreas de operación vehicular. Se usará uno de las siguientes acabados o una combinación de éstos, según se requiera:

c.1 Textura estriada: Usar un rastrillo que tenga una sola fila de agujas, o una máquina diseñada y aprobada especialmente para marcar canales en pavimentos de concreto. Las líneas de las estrías en el concreto deben estar espaciadas a 10 a 20 milímetros centro a centro. Hacer los canales de 2 a 5 milímetros de ancho y de 3 a 5 milímetros de profundidad. Estriar perpendicularmente a la línea del centro, sin rasgar la superficie de concreto ni perder agregado desde ella.

Si las estrías son aserradas, cortar las estrías de aproximadamente 5 milímetros de ancho, espaciándolas de 15 a 25 milímetros.

En la calzada de puentes, terminar la estriación a 300 milímetros de la cara del bordillo y proveer un acabado con plancha longitudinal, en la superficie de las cunetas.

- c.2 Acabado de aceras:** Se acabará la superficie usando un codal y luego una llana para su terminación. Se usará una herramienta de acabado de orillas (redondeado) en los bordes y juntas de expansión. Se barrerá la superficie con un escobón de cerdas duras, barrer perpendicularmente a la línea del centro, de borde a borde, con pasadas adyacentes y levemente traslapadas. Se producirán corrugados regulares que no tengan más de 3 milímetros de profundidad, sin rasgar el concreto. Cuando el concreto está en condición plástica, se corregirán puntos porosos, irregularidades, depresiones, bolsas pequeñas y puntos rugosos. Se acanalarán las juntas de contracción a los intervalos requeridos usando una herramienta de acanalar aprobada.
- c.3 Acabado cepillado:** Se usará una paleta de acero para producir una superficie lisa dejándola libre de agua de exudación. Se pasará un cepillo fino a la superficie, con pasadas paralelas.
- c.4 Acabado con agregado expuesto:** Se acabará la superficie usando un codal y luego una llana, para concluir el acabado. Se usará un ribeteador en todas las juntas transversales y longitudinales, que queden contra los moldes o el pavimento existente (Dejar los bordes redondeados) No se ribetearán las juntas transversales ni las longitudinales.

Tan pronto como el concreto se endurezca lo suficiente para prevenir que partículas de grava sean desalojadas, se debe barrer o cepillar la superficie. Se usarán cepillos de cerda dura, previa aprobación del Contratante. Se cuidará de prevenir que la superficie se descascare o agriete en los bordes de las juntas. Si se aprueba por el Contratante, se aplicará un rociador liviano de retardador a la superficie sin acabar, para facilitar este trabajo.

Para comenzar, se cepillará transversalmente a través del pavimento y luego se empujará el mortero suelto semiduro totalmente fuera del pavimento. Se removerá el mortero de todos los pavimentos adyacentes y luego se cepillará paralelamente a la línea de centro del pavimento. Se continuará esta operación hasta que una cantidad suficiente de agregado granulado quede expuesto. Otros métodos de acabado de agregado expuesto, como el de usar rociador de agua pegado en un cepillo especial para este propósito, se puede permitir siempre y cuando se demuestren resultados satisfactorios.

Después de curar de acuerdo a Subsección 501.10, se lavará la superficie con cepillo y agua para remover toda lechada y cemento del agregado expuesto.

- d. Superficie debajo de los apoyos:** Se acabarán todas las superficies de los apoyos, dentro de los 5 milímetros de la elevación de planos. Cuando una placa de mampostería o un material de relleno se van a colocar directamente sobre el concreto, de menos de 5 milímetros de espesor, se acabará la superficie con una llana, a una elevación ligeramente sobre la elevación de planos. Después del fraguado del concreto, se esmerilará o pulirá la superficie, según sea necesario, para obtener un soporte total y parejo.

Cuando se requiera colocar un apoyo acolchado elastomérico se debe usar mortero en proporción de 1 parte de cemento Pórtland y 1.5 partes de arena limpia. Se mezclarán completamente la arena y el cemento antes de agregar el agua. Se mezclará solo el mortero necesario para un uso inmediato. Se botará el mortero sin usar que tenga más de 45 minutos. Se curará el mortero por lo menos durante 3 días y sin aplicarse cargas, por lo menos durante 48 horas. No se debe mezclar ni usar mortero mientras existan condiciones de congelamiento. La arena de mortero debe cumplir con AASHTO M 45.

552.15 Curado del concreto. El curado se iniciará inmediatamente después de que el agua libre de la superficie se haya evaporado, y el acabado esté listo. Si la superficie del concreto empieza a secarse antes de comenzar el uso del método elegido de curado, se mantendrá húmeda la superficie de concreto, usando un rociador de neblina, sin dañar la superficie.

Las superficies se mantendrán húmedas después de que los encofrados hayan sido removidos.

Las superficies superiores de las losas de los puentes se curarán usando el método de membrana líquida de cura, combinado con el método de agua. Se aplicará el compuesto de membrana líquida de curación, inmediatamente después del acabado. La cura con agua se aplicará 4 horas después del acabado.

Se curará todo el concreto ininterrumpidamente durante por lo menos 7 días. Si se ha usado puzolana con exceso de 10% por peso de cemento Pórtland, se debe curar sin interrupción por lo menos durante 10 días.

- a. Método de encofrado:** En superficies con encofrados se dejarán estos en su sitio sin aflojarlos. Se mantendrán húmedas las superficies expuestas, o se usará una membrana de curación, aplicando un compuesto claro adecuado (Tipo 1 o tipo 1-D), durante el resto del período de cura.

- b. Método con agua:** Se mantendrá la superficie de concreto continuamente mojada, empozándola, rociándola o cubriéndola con algún material adecuado. Este material puede ser una tela de algodón, o algún otro que sea aprobado y que no destiña o dañe el concreto.

Se cubrirá el material de cobertura con una lámina impermeable que prevenga la pérdida de humedad del concreto. Se usarán las láminas más anchas que sean prácticas. Se traslaparán las láminas adyacentes en por lo menos 150 milímetros y se sellarán todas las juntas con cinta a presión, goma o cualquier otro método aprobado. Se asegurará bien todo el material de manera que el viento no lo remueva. Se deben reparar las láminas que se quiebren o dañen inmediatamente.

- c. Método de la membrana líquida de cura:** No debe usarse el método de la membrana líquida en las superficies que recibirán un acabado posterior. El uso en superficies de juntas de construcción es permitido solamente si el compuesto es removido por medio de un soplador de arena, antes de vaciar el concreto contra la junta.

Se usará una membrana líquida tipo 2 de pigmento blanco, solamente en las superficies superiores de las losas de los puentes o en las superficies no visibles en el trabajo terminado. Se usarán compuestos claros de curado, tipo 1 o 1-D en el resto de las superficies.

Se mezclarán las soluciones de membrana líquida de cura, que contengan pigmentos, antes de usarlas. Se continuará agitando durante la aplicación. Se usará un equipo capaz de producir un rociado fino. Se aplicará el compuesto de curación en proporción mínima de 0.25 litros por metro cuadrado en una o dos aplicaciones uniformes. Si la solución se usa en 2 aplicaciones, la segunda aplicación se debe realizar dentro de los 30 minutos posteriores a la primera y aplicar en ángulo recto respecto a ella.

Si la membrana se daña por la lluvia o algún otro medio durante el periodo de curado, se aplicará inmediatamente una capa nueva sobre las áreas dañadas.

552.16 Acabado de superficies encofradas. Se removerán, recolocarán y repararán, con la aprobación del Contratante, todos los hormigueros en el concreto. Se acabarán las superficies de concreto encofradas como sigue:

- a. Clase 1 - Acabado ordinario:** Se acabarán las siguientes superficies con un acabado ordinario clase 1.

a.1 Bajo superficies de tramos de losa, vigas de cajón, vigas doble T, bóvedas, arcos, y losas de calzada y entre vigas maestras de la superestructura.

b.2 Dentro de superficies verticales o vigas T de superestructuras.

b.3 En superficies que van enterradas y superficies de alcantarillas sobre el suelo acabado, que no son visibles desde un trillo o sendero.

Se iniciará el acabado tan pronto como los encofrados han sido removidos. Se removerán escamas y otras irregularidades de la superficie, que están expuestas o que van a ser impermeabilizadas. Se removerán salientes y desalineamientos con discos o piedras de carborundo. Se removerán las bolsas de piedras u hormigueros localizadas en el concreto y se repararán con concreto o mortero, de una manera aprobada.

Se limpiarán los agujeros de los anclajes o separadores de los encofrados, huecos, esquinas y bordes quebrados y cualquier otro defecto y se saturará el área con agua. Se acabará el área con mortero que tenga menos de 1 hora de fabricado. Después de que el mortero fragüe, se acabará si se requiere y se continuará el curado. Se nivelarán las superficies expuestas con el concreto de su alrededor.

Se removerá con una herramienta adecuada, el mortero suelto de los encofrados y las juntas de expansión. Se dejarán las juntas por ser llenadas, expuestas en su longitud total con bordes perfectos.

Se acabarán las superficies de apoyo en estribos y bastiones a la elevación e inclinación especificadas.

Si el acabado final de la superficie no resulta uniforme y efectivo, se aplicará el artículo "b" que sigue:

b. Clase 2 - Acabado afinado: Acabar las siguientes superficies, con acabado liso clase 2.

b.1 Todas las superficies de superestructuras de puentes, excepto las superficies designadas para recibir un acabado clase 1, o algún otro acabado.

b.2 Todas las superficies de los estribos de los puentes, pilotes, columnas, linderos y muros de retención, sobre el terreno natural y al menos 300 milímetros debajo del terreno.

b.3 Todas las superficies abiertas en los arcos, columnas, y bastiones.

- b.4** Todas las superficies de cruces peatonales, excepto pisos y superficies que se cubrirán con tierra.
- b.5** Las superficies, sobre el nivel del suelo, de cabezales de alcantarillas, paredes finales, cuando son visibles desde la carretera o desde caminos peatonales.
- b.6** Dentro de las superficies de la cubeta de las alcantarillas más altas de 1 metro, que sean visibles desde la carretera. Se acabará dentro de la cubeta en una distancia por lo menos igual a la altura de la alcantarilla.
- b.7** Todas las superficies de los barandales.

Se completará un acabado Clase 1 de acuerdo con el párrafo “a”, mencionado anteriormente. Se saturará la superficie de concreto con agua. Se afinará la superficie, con una piedra de carborundo de grosor medio, usando una cantidad pequeña de mortero en la cara. Se usará mortero compuesto de una mezcla de cemento y arena fina en las mismas proporciones del concreto que se está acabando. Se continuará el afinado hasta que las marcas de los encofrados, proyecciones y todas las irregularidades sean removidas y se obtenga una superficie uniforme. Se dejará en su lugar la pasta producida por el afinado.

Cuando se concluya otro trabajo que pueda afectar la superficie, se afinará con una piedra fina de carborundo y agua, hasta que la superficie completa tenga una textura lisa y un color uniforme. Después de que la superficie se ha secado, se restregará con un trapo o esponja para remover el polvo suelto. Se dejará libre de todos los remiendos, pasta, polvo y cualquier marca que sea objetable.

- c. Clase 3 - Acabado con herramientas:** Se dejará que el concreto frague por lo menos durante 14 días, para evitar que partículas del agregado salgan a las superficie. Se usarán herramientas de aire como martellina o picos. Se picará la superficie de mortero y se quebrarán las partículas del agregado para dejar expuestas grupos de partículas de agregado en la matriz del mortero.
- d. Clase 4 - Acabado con chorro de arena:** Se dejará que el concreto fragüe por lo menos durante 14 días. Se protegerán las superficies adyacentes, que recibirán este acabado. Se aplicará el chorro de arena, con arena dura y filosa para producir una superficie de grano fino, en la cual el mortero es desprendido o barrido, y deja el agregado expuesto.
- e. Clase 5 - Acabado rayado con cepillo de acero:** Se iniciará tan pronto como los encofrados hayan sido removidos. Se raspará la superficie con cepillos de fibra o cerdas de acero, usando una solución de ácido muriático. Se mezclará la solución en una proporción de 1 parte de ácido por 4 partes de agua. Se raspará hasta que la capa del cemento de la superficie sea

removida completamente y las partículas del agregado queden expuestas. Se dejará una textura pareja de piedrecillas, que den la apariencia de granito fino a conglomerados gruesos, dependiendo del tamaño y graduación del agregado. Se lavará la superficie completamente con agua que contenga una cantidad pequeña de amoníaco.

- f. **Clase 6 - Acabado con color:** Se prepararán suficientes tableros de 0.5 por 1,0 metros con muestras de concreto de color, para relacionar el color aceptado por el Contratante. Se protegerá el tablero de color aprobado permanentemente durante el trabajo. Se dará el color de la muestra aprobada a todas las superficies designadas.

Se completará un acabado de Clase 1 de acuerdo al punto "a", mencionado anteriormente. No se debe aplicar el acabado del color hasta que todo el concreto de la estructura se haya colado. Se removerá todo el polvo, materia extraña, aceite, grasa y compuestos de curado, con una solución de 5% de fosfato trisódico, y luego se enjuagará la superficie de concreto con agua limpia.

Se usará papel, tela o cualquier otro medio para proteger las superficies que no recibirán un acabado de color. Se aplicará el acabado a la superficie de concreto seca, cuando la temperatura de la superficie y la del aire a la sombra sean de 4°C o mayor, durante 24 horas después de la aplicación.

Se aplicará el acabado de color de acuerdo a las recomendaciones del fabricante. Se rociará y aplicará con brocha o rodillo la primera capa de un sellador penetrante y la base del color.

Se rociará y aplicará con brocha o con rodillo la capa final después de que la primera capa se haya secado completamente. Se aplicará un acabado para dar un color uniforme y permanente, libre de chorrearse o desparramarse sobre la superficie.

Se limpiarán las áreas de concreto que no serán cubiertas con el acabado, usando un método aprobado.

552.16 Accesorios de anclaje. Se usará mortero, compuestos químicos o accesorios de anclaje colados en sitio, para fijar equipos o alguna instalación en el concreto.

Se someterá lo siguiente a aprobación:

- a. Muestra de accesorios de anclaje al concreto.
- b. Instrucciones del fabricante para su instalación.
- c. Certificaciones o información sobre el material.

Todas las partes metálicas de los dispositivos de anclaje serán hechas de acero inoxidable, o de acero protegido con una capa metálica resistente a la corrosión, que no reaccione químicamente con el concreto. Se suplirán todos los dispositivos de anclaje completos, con todos sus accesorios metálicos.

Para anclajes químicos o con morteros, se efectuará una prueba del sistema de anclaje que no quede incorporado en la obra. Se efectuará una prueba de carga estática, de acuerdo a ASTM E-488. Se demostrará que los accesorios de anclaje cumplen con una prueba de carga de tensión directa, no menor que los valores indicados en Tabla 552-5, por un período de por lo menos 48 horas con un movimiento que no exceda de 1 milímetro. También se demostrará que cuando se carga hasta la ruptura, el accesorio de anclaje demuestra una falla dúctil del acero y no del compuesto químico o del mortero, o el concreto.

Se instalarán los dispositivos de anclaje en el concreto recomendados por su fabricante, de manera que el equipo fijado o las instalaciones se mantengan firmes en el concreto. Se aplicarán las tuercas con los valores de momento torsional especificados en Tabla 552-6, a no ser que se den otras instrucciones específicas por el fabricante. Se colocarán los pernos de anclaje de los soportes, de acuerdo a los requisitos de Sección 564.

Tabla 552-5
Valores del Ensayo de Carga Sostenida.

Accesorio de anclaje tamaño perno	Prueba de carga de tensión (kN)
M20	24.0
M12	18.3
M12	12.7
M8	7.1

En presencia del Contratante, se realizará una prueba de carga, a una muestra tomada al azar, en por lo menos 10% de los anclajes, a un 90% del esfuerzo de fluencia del acero. Si alguno de los anclajes falla, se rehará el anclaje fallado y se volverá a probar la carga, en el 100 % de los anclajes restantes. La prueba de carga puede ser efectuada, aplicando un momento torsional contra una arandela indicadora de la carga, aplicando una carga de tensión directa al anclaje, o mediante cualquier otro método aprobado por el Contratante. Después de realizar pruebas de carga, se aflojará la carga en el anclaje y se reapretará hasta a la carga especificada en Tabla 552-6, o de acuerdo a las instrucciones del fabricante.

Tabla 552-6
Momento torsional para dispositivos de anclaje

Accesorios de anclaje tamaño perno	Momento-torsional (N-m)
M20	180
M16	130
M12	80
M8	30

552.15 Cargas en estructuras nuevas de concreto. No se debe aplicar ninguna carga en pilares o bastiones hasta que las pruebas en concreto en cilindros vaciados del mismo concreto y curados bajo las mismas condiciones de los elementos de subestructura, indiquen que el concreto ha alcanzado, por lo menos el 80% del esfuerzo mínimo a la compresión especificado a los 28 días. Esta restricción no se aplica a la colocación de los elementos superiores de subestructuras coladas por etapas.

No se permitirá circular vehículos o equipo de construcción en ningún tramo hasta que el concreto de la superestructura completa haya alcanzado su esfuerzo a la compresión de diseño y haya estado en su sitio por 21 días a lo menos.

Para estructuras de concreto post-tensado no se permitirán vehículos de más de 2000 kilogramos en ningún tramo, hasta que el acero de preesfuerzo para ese tramo haya sido tensado, inyectado de mortero y curado. El mortero debe haber obtenido un esfuerzo de 21 mega pascales y los tirantes deben estar bien apretados. Vehículos que pesen menos de 2000 kilogramos pueden transitar en los tramos en que el diseño de andamiaje haya previsto ese peso.

552.19 Aceptación. El material de concreto será evaluado bajo las Subsecciones 106.02 y 106.03. Debe proveerse un certificado de producción para el cemento Portland.

El revenimiento de la mezcla de concreto, el contenido de aire, el peso unitario y la temperatura deben ser evaluadas bajo las Subsecciones 106.02 y 106.04. (Ver Tabla 552-1 para las especificaciones). (Ver Tabla 552-7 para el mínimo de muestras y pruebas).

El esfuerzo de compresión del concreto será evaluado bajo las Subsección 106.05. (Ver Tabla 552-7 para el mínimo de pruebas y muestras). El límite

mínimo especificado es el mínimo esfuerzo a la compresión requerido a 28 días (f_c') especificada en el contrato. El resultado de una prueba de esfuerzo a la compresión, es el promedio de dos cilindros vaciados de la misma batida y fallada a los 28 días. (Ver Tabla 552-7 para la categoría requerida de calidad aceptada).

Se removerá y reemplazará el concreto representado por cilindros que tengan un esfuerzo de compresión de menos del 90% del esfuerzo a la compresión mínima requerida a los 28 días (f_c') y provengan de una ubicación tal que cause un efecto perjudicial e intolerable en la estructura.

La construcción (incluyendo bache, colocación, acabado y curado) de las estructuras de concreto será evaluada bajo las Subsecciones 106.02 y 106.04.

Los andamiaje y formaletas serán evaluados bajo la Sección 562.

Medición

552.20 Medir el concreto estructural y sellar el concreto por metro cúbico en la estructura.

Pago

552.21 Las cantidades aceptadas y medidas como se dispone anteriormente, serán pagadas al precio de contrato por unidad de medida, para los renglones de pago descritos más adelante, indicados en la licitación, excepto el precio de la unidad de concreto estructural, que será ajustado de acuerdo con la Subsección 106.05. El pago será una compensación total del trabajo descrito en esta Sección. (Ver Subsección 109.05).

El pago del concreto estructural será determinado por el precio unitario de la licitación multiplicado por el factor de pago del esfuerzo a la compresión y debe hacerse como sigue:

Renglón de pago	Unidad de medida
55201A Concreto estructural clase A	Metro cúbico
55201B Concreto estructural clase B	Metro cúbico
55201C Concreto estructural clase C	Metro cúbico
55201D Concreto estructural clase D	Metro cúbico
55202 Concreto estructural clase ___ para <i>(descripción)</i>	Metro cúbico
55203 Concreto estructural para <i>(descripción)</i>	Metro cúbico
55204 Sello de concreto para <i>(descripción)</i>	Metro cúbico

**Tabla 552-7
Muestreo y prueba**

Material o producto	Propiedades o características	Categoría	Método de prueba o especificación	Frecuencia	Lugar de Muestreo
Concreto	Revenimiento	—	AASHTO T 119	1 por carga ⁽²⁾	Descarga en sitio de colocación ⁽¹⁾
	Contenido de aire	—	AASHTO T 152 o AASHTO T 192	1 por carga ⁽²⁾	Descarga en sitio de colocación ⁽¹⁾
	Peso unitario	—	AASHTO T 121	1 por carga ⁽²⁾	Descarga en sitio de colocación ⁽¹⁾
	Temperatura	—	Termómetro	Primera Batida	Descarga en sitio de colocación ⁽¹⁾
	Fabricar especímenes de prueba para esfuerzo a la compresión ⁽⁴⁾	II	AASHTO T 23 AASHTO T 22	1 por cada 25 m ³ pero no menos de 1 muestra por día ⁽³⁾	Descarga en sitio de colocación ⁽¹⁾

Notas:

- (1) Muestrear de acuerdo a AASHTO T 141.
- (2) Ver Subsección 552.09 b 3.
- (3) Colar por lo menos 4 cilindros de prueba y transportarlos cuidadosamente al sitio de curado en el proyecto.
- (4) Una prueba de esfuerzo de compresión, es el resultado del promedio de 2 cilindros fundidos del mismo bache y probado a los 28 días.

SECCIÓN 553.) CONCRETO PRETENSADO

Descripción

553.01 Este trabajo consiste en preesforzar concreto pretensado o colado en sitio, proveyendo, colocando y tensando el acero de preesfuerzo. También incluye la instalación de todos los miembros precolados y preesforzados, con excepción del pilotaje.

Materiales

553.02 Conformarán las siguientes Secciones y Subsecciones:

- Dispositivos de anclaje	722.01
- Concreto	552
- Soportes de almohadillas elastoméricas	717.10
- Morteros	725.22
- Acero de preesfuerzo	709.03
- Acero de refuerzo	709.01

Requerimientos para la construcción

553.03 Método de aprobación. Se realizará el pretensado por medio del método para esa operación o post-tensado. Si un método propuesto no se encuentra en el contrato, se deben presentar planos completos para aprobación del método, materiales y equipo que se proponen, por lo menos 30 días antes de empezar el pretensado. Lo siguiente debe ser mostrado:

- a. Método y secuencia del esfuerzo.
- b. Especificaciones completas, detalles y resultados de pruebas para el acero pretensado y los dispositivos de anclaje.
- c. Esfuerzos de anclajes.
- d. Disposición del acero pretensado en los miembros.
- e. Cálculo de la elongación de los elementos de tensión (torones) de acuerdo con los procedimientos de tensado con gatos hidráulicos, que se usarán.
- f. Número, espaciamiento y método para colgar los torones de pretensado.
- g. Otros cálculos para el método de pretensado.
- h. Tipo de conductos de torones para el post-tensado.
- i. Morteros de inyección y equipo de post-tensado.
- j. Muestras de alambres o torones, tomadas de acuerdo a Subsección 709.03.

Para el colado en sitio se presentarán planos que muestren dibujos, el nivel anticipado o las alteraciones del lugar. Después de terminado el colado, se limpiará bien el equipo y se devolverá a una condición aceptable.

553.04 Acero de preesfuerzo. Se usará acero de preesfuerzo que esté brillante y libre de corrosión, suciedad, grasa, cera, herrumbre, aceite o cualquier otro material extraño que pueda impedir que el acero y el concreto se adhieran. No se usará acero de refuerzo que haya sufrido algún daño o esté picado.

El empalme de cable pretensado es permitido, si el empalme entre miembros se realiza en una fundición. Se empalmará de manera que los cabos de cable tengan el mismo enroscamiento o colocación.

No se soldarán encofrados o cualquier otro acero después de que haya sido instalado el acero de preesfuerzo.

La falla de un alambre, entre 7 alambres de un cable de preesfuerzo, es aceptable si el 85% de la carga de tensión requerida se obtiene antes de la falla y si el alambre fallado no consiste en más de un 2% del área total de los cables de una viga individual.

Las barras se extenderán usando aparatos de acoplamiento, que al ser montados tengan un esfuerzo de tensión no menor del esfuerzo de tensión de las barras.

553.05 Concreto. Se preparará concreto preesforzado de acuerdo a la Sección 552 y acero de refuerzo de acuerdo a la Sección 554.

No se colocará concreto en los encofrados hasta que el acero de refuerzo, conductos, placas de apoyo y otros materiales que quedarán incrustados en el concreto, sean aprobados. Se colocará y vibrará el concreto con cuidado, para evitar el desplazamiento de los elementos incrustados en el concreto.

Se efectuarán por lo menos 2 pruebas de esfuerzo en cilindros, de acuerdo a AASHTO T23, además de las requeridas para determinar el esfuerzo de compresión a los 28 días. Se curarán los cilindros que serán sometidos a esfuerzo de compresión, junto con los miembros de concreto que representan.

Se dejará áspera la superficie superior de los miembros, contra la cual se va a colar concreto.

Se curará la viga en una atmósfera saturada, de por lo menos 90% de humedad relativa. El tiempo de curación puede ser acortado calentando la parte exterior de

los encofrados impermeables con calor radiante, con calor de convección, mediante vapor, o aire caliente.

Se aplicará calor radiante haciendo circular vapor por tuberías, aceite caliente, agua caliente o elementos de calentamiento eléctrico. Se inspeccionarán las piezas fundidas para asegurar una aplicación de calor uniforme. Se usará una envoltura adecuada que mantenga el calor. Se minimizará la pérdida de humedad cubriendo todas las superficies de concreto expuesto con láminas plásticas o un compuesto de membrana líquida para curación, de acuerdo a la Subsección 552.15. Se aplicará chorro de arena al compuesto de curación que se use en todas las superficies a las que el concreto se va a adherir.

Se aplicará vapor saturado a la superficie completa. Se envolverá completamente la cama de colado con un recubrimiento adecuado, construido herméticamente cerrado para prevenir el escape de vapor y para evitar que entre el aire exterior. Se usará vapor a una humedad relativa de 100%. No se debe aplicar el vapor directamente al concreto.

El Contratante aprobará el método para envolver y mantener la viga en una atmósfera saturada con aire caliente. Nunca se permitirá que el calor seco toque la superficie de la viga.

En todos los métodos de curación por calor se debe:

- a. Mantener todas las superficies de las vigas en una atmósfera durante de todo el tiempo de curación.
- b. Empotrar un par térmico enlazado a un termómetro, con una precisión de ± 3 °C, 150 a 200 milímetros, de arriba a abajo del centro de la viga y cerca de su punto medio.
- c. Se instalará un monitor con un sensor de registro de precisión a ± 3 °C, dispuesto y calibrado para registrar continuamente la temperatura del concreto a lo largo del ciclo de calentamiento.
- d. El registro de la temperatura debe estar disponible para información del Contratante.
- e. Se calentará el concreto a no más de 38°C, durante las primeras 2 horas siguientes a la colada del concreto, y luego se aumentará la temperatura en no más de 14°C por hora, hasta un máximo de 80°C.
- f. Se enfriará el concreto, después de que la curación se haya terminado, a no más de 14 °C por hora, y hasta 38 °C.

- g. Se mantendrá la temperatura del concreto sobre los 15°C hasta que la viga alcance el esfuerzo de alivio.

Se curarán los miembros precolados y preesforzados hasta que el concreto haya alcanzado el esfuerzo a la compresión requerido en el contrato. El esfuerzo promedio en 2 cilindros de prueba debe ser mayor que el esfuerzo mínima requerido. El esfuerzo a la compresión individual de cualquier cilindro, no debe ser menor de un 5% del esfuerzo requerido.

553.06 Tensado. Se usarán gatos hidráulicos para tensar el acero de preesfuerzo. Se usará un medidor de presión o celda de carga para medir la fuerza de los gatos.

Estos medidores se calibrarán por lo menos una vez cada 6 meses o antes si aparecieran dando resultados erráticos. Se calibrarán el gato y el medidor como una unidad, con la extensión cilíndrica en la posición más aproximada a la fuerza final de los gatos hidráulicos. Se conservará la tabla con la calibración certificada en cada manómetro.

Si se usa un manómetro de presión no se deben medir cargas menores de $\frac{1}{4}$ ni mayores de $\frac{3}{4}$ de la capacidad graduada total del manómetro, a no ser que la información de la calibración establezca claramente la exacta consistencia establecida sobre un rango más amplio. Se usará un manómetro de presión, con una carátula de lectura bien exacta y con un diámetro de por lo menos 150 milímetros.

Se medirá la fuerza inducida en el acero de preesfuerzo usando manómetros en los gatos y tomando medidas a las elongaciones del acero pretensado. Si hay una discrepancia de más de 7%, entre la elongación medida y la fuerza esperada de los gatos, se revisará la operación completa para determinar las razones de la discrepancia y corregir antes de continuos. Se recalibrarán los manómetros de los gatos hidráulicos si sus lecturas no concuerdan entre sí, con variación máxima de 5%. Si el sistema de gatos es equipado con una válvula con interruptor automático, que se cierra cuando la fuerza de preesfuerzo es alcanzada, las medidas de elongación serán requeridas solamente para el primer y último torón y para, por lo menos, un 10% de los demás torones.

Si se usa una celda de carga, no usar el 10% inferior de la capacidad de la celda de carga, indicada por el fabricante para determinar la fuerza del gato.

No se excederán los esfuerzos temporales de tensión sobre el acero de preesfuerzo, del 80 % del esfuerzo último de tensión. Se anclará el acero de preesfuerzo en un esfuerzo inicial que resulte de la suma del esfuerzo de trabajo y todas las pérdidas requeridas

553.07 Miembros pretensados. Fundir los miembros pretensados según las tolerancias permitidas en Tabla 553-1.

(d) Acero de preesfuerzo: Se protegerá el acero de preesfuerzo contra contaminación y corrosión en la cama de colado, si la cama de colado ha estado expuesta al ambiente, por más de 36 horas antes de colar el concreto.

Se liberarán todos los torones de retorcimientos, enredos y cocas. Se mantendrá con precisión el acero pretensado en la posición y tensión señaladas en la Subsección 553.06. No se permitirá que los torones se desenrollen más de una vuelta. Se mantendrá un registro de la fuerza de los gatos y de las medidas de elongación, después de que los torones son tensados a un 20% de la fuerza final.

Se tensará el acero de preesfuerzo a la tensión requerida. Se incluirá en los cálculos de elongación de los cables el alargamiento por deslizamiento del anclaje, deslizamiento en las uniones, movimiento horizontal del empotramiento, y cambios de temperatura en el acero pretensado, entre la hora de tensado y la hora de fragua inicial del concreto. Se mantendrán las camas de los encofrados, cables y acero de refuerzo, a una temperatura dentro de los 14°C de la temperatura del concreto que se colocará en los encofrados. Se soportarán los cables con roldanas de cambio de dirección en los extremos. Se usarán rodillos que se muevan libremente, con fricción mínima. Inicialmente cuando los cables están tensados y luego son jalados hasta quedar colgados, se deben tensar a la tensión requerida, menos la tensión adicional que se genera al forzar el cable para mantener el perfil de colgado. Si la carga de un cable colgado en su extremo como se determina en las medidas de elongación, es menor que el 95% de la carga que marca el gato, se deben tensar los dos extremos de la cama. Determinar la carga como la calculada por la suma de las elongaciones producidas en los dos extremos tensados por el gato la cual debe quedar dentro del 5% de la carga solicitada del gato.

Antes de colocar el concreto, se revisará la tensión en los cables pretensados, con anticipación de tres horas. El método y el equipo para revisar la pérdida de pretensión deben estar sujetas a la aprobación del Contratante. Si los cables son tensados individualmente, se revisará la pérdida de tensión de cada cable. Se retensarán todos los cables que presenten una pérdida de preesfuerzo en exceso de 3%. Si los cables son tensados en grupo, se debe revisar el grupo completo, para evaluar la pérdida total de pretensión. Se soltará y retensará el grupo completo si el total de pretensado muestra una pérdida en exceso del 3% o si cualquier cable individual mostrara una diferencia notable, respecto al resto de los cables del grupo.

(d) Liberación de los esfuerzos del acero: Se soltará la carga de preesfuerzo del concreto después de que el concreto haya alcanzado el esfuerzo a la compresión requerido. No se debe exponer el concreto a temperaturas bajo congelamiento, por al menos durante 7 días después de colado. Se cortarán o soltarán los cables cuya excentricidad lateral disminuya la fuerza de preesfuerzo. Se cortará el acero pretensado para emparejarlo con el extremo del miembro.

553.08 Almacenaje, transporte y erección. No se deben embarcar miembros de concreto pretensado hasta que las pruebas de cilindros de concreto fabricados con el mismo concreto y curados bajo las mismas condiciones que los miembros; indiquen que el concreto en cada miembro ha alcanzado el esfuerzo mínimo requerido de diseño y tiene por los menos 14 días de colado.

Se almacenarán, transportarán y erigirán vigas precoladas y preesforzadas, losas y cajones, en posición recta. Los puntos de soporte y las direcciones de las reacciones, en relación con los miembros, deberán ser aproximadamente las mismas que cuando las piezas queden en su posición final. Se evitará que las piezas sean agrietadas o dañadas durante el almacenamiento y manipulación. Las unidades que resulten dañadas debido a manipulación o almacenamiento indebidos deberán ser reemplazadas.

553.09 Miembros post-tensados. Se fabricarán piezas post-tensadas de acuerdo a las tolerancias indicadas en Tabla 553-1. Se construirá un andamiaje de soporte de manera que la superestructura esté libre de ser izada libre de los andamios y del efecto de acortamiento producido durante el post-tensado. Se detallarán los encofrados que queden dentro de las vigas cajón para soportar la losa superior, ofreciendo una resistencia mínima al encogimiento de la viga, producido por la contracción del post-tensado.

(a) Conductos: Se usarán conductos de metal galvanizado y herméticos al mortero, fabricados ya sea galvanizados, soldados o entrelazados y que sean suficientemente fuertes para conservar el alineamiento durante la colocación del concreto, con una pared de espesor mínimo, como sigue:

1. 0.55 milímetros para conductos < 65 milímetros de diámetro.
2. 0.70 milímetros para conductos > 65 milímetros de diámetro.
3. 0.35 milímetros cuando las barras de los tendones son prearmados con el conducto.

Se construirán juntas metálicas positivas, para unir los conductos sin que se produzcan ángulos en ellas. Se usará cinta impermeable en las juntas y los conductos se doblarán sin plegarlos o aplastarlos. Se usará metal ferroso o

acoplamiento de polietileno para conectar los conductos a los artefactos de anclaje.

Se proveerán todos los conductos o montajes de anclaje con tubos de metal u otro tipo de conexión apropiado para la inyección del mortero, después del pretensado.

Se proveerán conductos con un diámetro interior 10 milímetros más grande que el diámetro nominal de un solo alambre, barra o tendones de cables. Para alambre múltiples, barras o tendones se debe proveer un conducto del área de sección transversal, de por lo menos 2 veces el área del acero de preesfuerzo. Cuando hay que colocar tendones por el método de jalar a través, proveerá un conducto con un área de sección transversal de por lo menos 2.5 veces el área neta del acero de preesfuerzo.

Se asegurarán bien los conductos en su lugar para prevenir movimientos. Se mantendrán las distancias entre los encofrados con tirantes, separadores, bloques, amarras, ganchos o cualquier otro soporte aprobado. Se usarán bloques de mortero prefabricado, con dimensiones y forma aprobadas. Se separarán las capas de los conductos con bloques de mortero. Se cubrirán los extremos de los conductos para prevenir la entrada de agua o desechos.

Se ventilarán todos los conductos en estructuras continuas, en su punto más alto del perfil. Se dejará respiraderos en los conductos herméticos con un tubo estándar de un mínimo de 13 milímetros de diámetro, o un tubo plástico adecuado. Se conectarán los respiraderos a los conductos con sujetadores metálicos o plásticos. No se deben usar componentes que reaccionen con el concreto y causen corrosión del acero preesforzado o que contengan cloruros solubles.

(b) Colocación de concreto: Donde el extremo del montaje post-tensado no será cubierto con concreto, se retirarán los accesorios de anclaje, de manera que los extremos del acero pretensado y todas las partes del anclaje queden por lo menos 50 milímetros dentro del extremo de la superficie de los miembros.

Antes de la colocación del concreto, se demostrará que los conductos no están obstruidos. Inmediatamente después, se soplará el conducto de metal con un compresor de aire, libre de grasa, para quebrar y remover todo el mortero en el conducto, antes de que se endurezca. Aproximadamente 24 horas después de la colocación del concreto, se inundarán los conductos de metal con agua que contengan cal (óxido de calcio) o cal apagada (hidróxido de calcio) en una proporción de 12 gramos por litro. Se soplará el agua con un compresor de aire libre de grasa.

Para los miembros post-tensados que deben ser curados a vapor, no se debe instalar acero preesfuerzo hasta que el curado esté listo.

(c) Anclajes y distribución: Se debe notificar al Contratante, por lo menos 10 días antes de la instalación de los extremos de ajuste o alambre de encabezamiento.

Cuando se usan alambres, se proveerá una distancia al borde por cada agujero de preesfuerzo de alambre, por medio de una arandela de tensión, un anillo de soporte desenhebrado, o una placa, de por lo menos 6 milímetros de la raíz de cualquier fibra, o al borde de cualquier anillo, placa o arandela.

Anclar el acero preesforzado de post-tensado en sus extremos, por medio de un anclaje permanente capaz de desarrollar no menos de un 95% del esfuerzo último de tensión del acero pretensado. Si el dispositivo de anclaje es suficientemente largo y es usado en conjunto con un enrejado de acero empotrado en el concreto, que distribuya efectivamente la carga de anclaje al concreto, las placas de distribución de acero o montaje pueden omitirse.

Se incluirán anclajes de tendones de lazo en los conductos, en toda su longitud.

(d) Acero de preesfuerzo: Se usará un inhibidor de corrosión para proteger el acero de preesfuerzo instalado en los conductos, antes de la colocación y el curado del concreto. Se usará un inhibidor que no produzca un efecto contrario en el acero o en la adherencia del acero al concreto.

Si se usa acero de preesfuerzo en los conductos, después de que el curado, el post-tensado y la inyección de mortero han concluido dentro de los 10 días después de instalado, no se requiere un inhibidor de corrosión.

(e) Postensión: Se esperarán al menos 10 días después de que el último concreto haya sido colocado en el miembro, o hasta que las pruebas de cilindros de concreto indiquen que el concreto ha alcanzado el esfuerzo de compresión mínimo. Se demostrará que el acero pretensado está libre y sin pegarse al conducto. Se enderezarán los alambres, si es necesario, para producir una tensión igual en todos los alambres, en los grupos de alambres o capas de tendones paralelos que son tensados simultáneamente. Se removerán todos los encofrados de las vigas antes del post-tensado.

Se registrará la presión del manómetro y la elongación del acero pretensado permanentemente mientras se esté pretensando el acero. Estos registros deberán ser entregados al Contratante.

Se determinarán las pérdidas por fricción en el proceso de pretensado (i.e. la diferencia entre tensión en el gato y la mínima tensión en el acero pretensado) de acuerdo a AASHTO, especificaciones estándar para puentes de autopista.

Usar tablillas adecuadas o aparatos ya aprobados, para alcanzar el anclaje especificado en su asentamiento.

(f) Lechada: Se unirá todo el acero pretensado y post-tensado al concreto llenando el espacio vacío entre el conducto y el tendón con lechada. Se proveerá acero pretensado para unirlo al concreto, el cual debe estar libre de suciedad, herrumbre, grasa o cualquier otra sustancia perjudicial.

Se usará equipo de lechada capaz de sedimentar a una presión de por lo menos 0.7 mega pascales con un calibrador de presión que tenga una escala completa de lectura de no más de 2.1 mega pascales. Se ajustarán los tubos de inyección por medio de válvulas de salida mecánicas positivas. Se ajustarán los ventilaciones y tubo de eyección con válvulas, tapas o cualquier otro aparato capaz de sostener las presiones del bombeo.

Se determinará la facilidad de bombeo de la lechada de acuerdo a FLH T502. El tiempo de emanación de una prueba de lechada, inmediatamente después de mezclada, no debe ser menor de 11 segundos. Cuando el clima caliente cause una fragua rápida, se enfriará la lechada con algún método aprobado, si es necesario, para prevenir bloqueos durante la operación de bombeo. Cuando existen posibilidades de tiempo helado durante la colocación de la lechada, se la debe proteger para que no se dañe, de acuerdo al manual de post-tensado PT1 "Práctica Recomendada para Lechada de Concreto Post-tensado y Pretensado", Sección 3.3.7, 5ª edición.

Se proveerá un equipo de limpieza por inyección capaz de desarrollar una presión de bombeo de 1.7 mega pascales y de una capacidad suficiente para lavar cualquier conducto con sedimento.

Se limpiarán todos los conductos de materiales que impidan la adherencia de la lechada o interfieran con los procedimientos de lechada. Se soplarán todos los conductos con un compresor de aire libre de grasa.

Se pasará la lechada a través de una cedazo con agujeros de 2 milímetros, antes de que entre a la bomba. Se llenará completamente el conducto del extremo inferior con lechada bajo presión. Se bombeará la lechada continuamente a través del conducto y se desechará en el desagüe hasta que no se vea agua o expulsión de aire. El tiempo de emanación de lechada no debe ser menor de 11 segundos.

Se cerrarán todos los conductos y aberturas, y se aumentará la presión de lechada en el extremo de la inyección a por lo menos 0.7 Mega Pascales manteniéndola por lo menos por 10 segundos. No se deben remover o abrir las válvulas y tapas hasta que la lechada haya fraguado.

Se limpiará la superficie de concreto de las piezas de anclaje con un soplete abrasivo. Se rellenará el anclaje con concreto, de acuerdo a los requisitos para la estructura, y se limpiará con agua.

Se removerán los extremos de las salidas y ventilaciones, hasta 25 milímetros bajo la superficie de la carretera, después de que la lechada ha concluido.

No se retirarán los andamios debajo de la losa soportante de la superficie hasta por lo menos 48 horas después de la lechada del acero post-tensado, o hasta que el esfuerzo de la lechada se haya obtenido.

553.10 Pintura de acero. Se usará un cepillo de alambre o un chorro abrasivo para remover toda la suciedad y residuos que no estén adheridos al metal o a la superficie de concreto. Se limpiarán y pintarán los extremos de acero pretensado expuestos, los montajes post-tensados de las cabezas del anclaje, y una tira de 25 milímetros de concreto de unión.

Se mezclará la pintura de zinc conforme a FSS TT-P-641 y se pintarán todos los espacios vacíos en los tendones pretensados. Se aplicará una capa gruesa a la superficie que se cubrirá con concreto. Se aplicarán 2 capas a la superficie que no se cubrirá con concreto.

Tabla 553-1
Tolerancias de miembros de concreto pretensado

DESCRIPCION	TOLERANCIA
Vigas prefabricadas con losa fundida en sitio ⁽¹⁾	
Longitud	± 10 mm / 10 m, ± 25 mm max
Ancho (total)	+ 10 mm, -5 mm
Profundidad (total)	+ 15 mm, -5 mm
Profundidad (Ala)	-5 mm
Ancho (Alma)	+ 10 mm, -5 mm
Barrido ⁽²⁾	3 mm / 3 m
Variación de la calidad del extremo o sesgado	± 15 mm / m, ± 25 mm máx.
Variación de la contraflecha, de la contraflecha de diseño.	± 3 mm / 3 m ± 15 mm, máx. ≤ 25 m longitud ± 25 mm, máx. > 25 m longitud
Posición de los cables: • Individual • Atados • Posición desde el sitio de diseño de los puntos de deflexión para los cables	± 5 mm – atados ± 15 mm ± 500 mm
Posición de las placas otras que las de apoyo	± 25 mm
Posición de las placas de apoyo	± 15 mm
Boquilla y lavado de placas	± 5 mm
Boquilla y lavado de placas de apoyo	± 5 mm
Posición de inserto de las conexiones estructurales	± 15 mm
Posición de manejo de artefactos: • Paralelo a la longitud • Transversal a la longitud	± 150 mm ± 25 mm
Posición de estribos o aros: • Espaciamiento longitudinal • Proyección sobre la parte superior	± 50 mm ± 20 mm
Lisura local ⁽³⁾	± 6 mm en 3 m en cualquier superficie

Notas:

(1) AASHTO Vigas tipo I y vigas tipo T.

(2) Variación de línea recta paralela a la línea centro del miembro.

(3) No se aplica a superficies superiores, dejadas ásperas para recibir una cubierta, o para visualizar las superficies ocultas.

Tabla 553-1
Tolerancia de miembros de concreto pretensado

DESCRIPCIÓN	TOLERANCIA
Viga prefabricadas usadas en cubiertas con vigas múltiples ⁽⁴⁾	
Longitud	± 20 mm
Ancho (total)	± 5 mm
Profundidad (total)	± 5 mm
Profundidad (Ala superior)	± 15 mm
Profundidad (Ala inferior)	± 15 mm, -5 mm
Ancho (alma)	± 10 mm
Barrido ⁽⁵⁾	
• Hasta miembros de 12 m de longitud.	± 5 mm
• Miembros de 12 a 18 m de longitud.	± 10 mm
• Miembros de más de 18 m de longitud.	± 15 mm
Variación desde la deflexión	± 10 mm/ m
• Horizontal	±15 mm máx.
• Vertical	±15 mm
Variación de contraflecha de la contraflecha de diseño	±3 mm / 3 m, ±15 mm máx.
Contraflecha diferencial entre miembros adyacentes del mismo diseño.	±6mm/ 3m, 20 mmm máx.
Posición de los cables:	
• individual	± 5 mm
• atados	± 5 mm
• Posición desde el sitio de diseño de los puntos de deflexión para los cables deflectados.	500 mm
Posición de láminas diferentes de las de soporte	± 25 mm
Boquilla y lavado de placas	± 5 mm
Posición para insertar las conexiones estructurales	± 15 mm
Posición de manejo de artefactos:	
• paralelo a la longitud	± 150 mm
• transversal a la longitud	± 25 mm

Notas:

(4) Vigas de cajón, losas, entrepisos nervados y vigas múltiples T.

(5) Variación de línea recta paralela a la línea centro del miembro.

Tabla 553-1(continuación)
Tolerancia de miembros de concreto pretensado

DESCRIPCION	TOLERANCIA
Vigas prefabricadas usadas en cubiertas con vigas múltiples	
Posición de estribos: <ul style="list-style-type: none"> • Espacio longitudinal • Proyección sobre la parte superior 	± 25 mm $+ 5$ mm, -20 mm
Boquilla de asiento de vigas de área de apoyo	± 5 mm
Posición de tubería apernada.	± 15 mm
Posición de separadores (alineador) de varilla: <ul style="list-style-type: none"> • Paralelos la longitud • Verticales 	± 15 mm ± 10 mm
Posición de los vacíos en la losa: <ul style="list-style-type: none"> • extremo del espacio vacío al centro del agujero del tirante • adyacente al bloque extremo 	± 15 mm ± 25 mm
Lisura local ⁽⁶⁾	± 6 mm en 3 m en cualquier superficie
Miembros post-tensados Posición de los conductos post-tensados	± 5 mm
Posición de las láminas de soporte del tendón de anclaje	± 5 mm

(6) No se aplica a superficies superiores dejadas ásperas para recibir una cubierta o para visualizar las superficies ocultas.

553.11 Aceptación. Acero pretensado, acero de refuerzo, dispositivos de anclaje, soportes elastoméricos y materiales para concreto y para lechada deben ser evaluados según Subsección 106.03. Se proveerán certificados de producción para los siguientes materiales:

- a. Cemento Pórtland
- b. Acero de preesfuerzo.
- c. Acero de refuerzo.

La lechada será evaluada en las Subsecciones 106.02 y 106.04. (Ver Tabla 553-2 para los requisitos de muestreo y pruebas).

El concreto prefabricado y los miembros de concreto preesforzado serán evaluados en las Subsecciones 106.02, 106.03 y 106.04. (Ver Tabla 552-7 y 553-2 para los requisitos de muestreo y pruebas).

El concreto para post-tensado, preparado en el sitio será evaluado en la Sección 552.

La construcción de miembros de concreto prefabricado y preesforzado se evalúa en las Subsecciones 106.02 y 106.04.

El acero de refuerzo se evalúa bajo la Sección 554.

Los andamiajes y encofrados, en la Sección 562.

Medición

553.12 Se medirán los miembros estructurales de concreto prefabricado y preesforzado por unidad o por metro. No se debe medir el acero de refuerzo o el concreto para prefabricar miembros estructurales de concreto.

El sistema de pretensado se medirá en forma global.

Se medirá el concreto para post-tensado, y las estructuras de concreto coladas en su lugar, en Sección 552. El acero reforzado para post-tensado y las estructuras de concreto fundadas se miden en Sección 554 y los pilotes pretensados en la Sección 551.

Pago

553.13. Las cantidades aceptadas, medidas según las disposiciones que anteceden, serán pagadas al precio del contrato, por unidad de medida o suma global, de acuerdo con los renglones de pago descritos a continuación y mostrados en el pliego de licitación. El pago será la compensación total por el trabajo descrito en esta Sección. (Ver Subsección 109.05).

El pago se hará como sigue:

Renglón de pago	Unidad de medida
55301 Miembros de concreto estructural pretensados y prefabricados	Cada uno
55302 Miembros de concreto estructural pretensados y prefabricados	Metro
55303 Sistema de pretensado	Suma global

SECCIÓN 554.) ACERO DE REFUERZO

Descripción

554.01. Este trabajo consiste en proveer y colocar el acero de refuerzo para el concreto.

Materiales

554.02 Se conforma a la Subsección:

Acero de refuerzo

709.01.

Requerimientos para la construcción

554.03 Lista de pedido. En las listas de pedido del acero de refuerzo se deben usar las mismas marcas para etiquetar, que las mostradas en los planos. Se entregarán al Contratante todas las listas de pedido y diagramas de dobladuras para su aceptación. La aprobación de las listas y diagrama no exoneran al contratista de su responsabilidad, en cuanto a la comprobación de su exactitud. No se deben ordenar materiales hasta que las listas y diagramas sean aceptados.

No se debe preparar el acero de refuerzo vertical para columnas, paredes, estribos y pilas hasta que las elevaciones de las fundaciones sean establecidas en el campo.

554.04 Identificación. Se despacharán las varillas de refuerzo en atados estándar, etiquetados y marcados de acuerdo con CRSI, manual de práctica estándar.

554.05 Dobladura. Se fabricarán las varillas de refuerzo de acuerdo con ACI SP 66. Se doblarán en frío todas las varillas, que así lo requieran. Se limitará la tolerancia de dobladura de las varillas de cubiertas o losas armadas a más 0.0 milímetros o menos 6 milímetros. Las varillas de acero no se deben doblar una vez que están parcialmente empotradas en el concreto, excepto cuando se muestre así en los planos, o sea permitido por el Contratante.

Cuando las dimensiones de los ganchos, o el diámetro de dobladura no se muestren en los planos, se proveerán ganchos estándar en conformidad a ACI SP 66.

554.06 Protección del material. Se almacenará el acero de refuerzo sobre el nivel del terreno, en plataformas, vigas de asiento o cualquier otro tipo de soporte. Se protegerá de daños físicos, herrumbre y cualquier otro deterioro superficial.

Se colocará el acero de refuerzo solamente cuando la superficie esté limpia y las dimensiones mínimas, área de sección transversal y propiedades de tensión cumplen con requisitos físicos para el tamaño y grado del acero especificado.

No se debe usar acero de refuerzo que esté agrietado, laminado o cubierto con suciedad, herrumbre, escamas sueltas, pintura, grasa, aceite, o cualquier otro material perjudicial.

554.07 Acero de refuerzo con recubrimiento epóxico. Se colocarán las barras recubiertas en áreas de contacto acolchadas, que serán obligadas para todos los atados. Las barras se levantarán con soportes múltiples o con una plataforma puente. Se evitará la abrasión producida entre barras y se evitará que los atados sean arrastrados o dejados caer.

Antes de la colocación, se inspeccionarán las varillas recubiertas para localizar cualquier daño al recubrimiento. Se repararán todos los defectos en el recubrimiento, perceptibles al ojo, con un material de reparación precalificado de acuerdo a AASHTO M 28M. Se limpiarán las áreas que van a ser reparadas, removiendo toda la contaminación de la superficie y el recubrimiento dañado. Se raspará el área por reparar antes de aplicar el material de reparación. Cuando haya herrumbre se debe remover por medio de limpieza a chorro o con una herramientas de poder. Se limpiarás las varillas inmediatamente antes de aplicar el material de reparación.

Las varillas serán reparadas rápidamente de acuerdo a las recomendaciones del fabricante de la resina, y se operará antes de que ocurra una oxidación perjudicial. Se traslapará el material de remiendo con la capa original en 50 milímetros, o como lo recomiende el fabricante. Se proveerá un mínimo de 200 micrómetros de grueso de una capa seca en las áreas reparadas.

No se permitirán reparaciones en el campo, a varillas con daños severos en el recubrimiento, las que son repuestas con nuevas. Un recubrimiento con daño severo se define como un recubrimiento con un área total dañada, de 0.5 metros de longitud de varilla, que excede al 5% del área superficial de la porción de la varilla. Se recubrirán los empalmes mecánicos después de su instalación, de acuerdo a AASHTO M 284 M sobre remiendos en daños de recubrimientos epóxicos.

554.08 Colocación y fijación. Se soportarán las varillas en bloques de concreto prefabricados, o en soportes metálicos, de acuerdo al *“Manual de práctica estándar del Instituto de Concreto Reforzado”*. Se fijarán los bloques de concreto de soporte, con alambres ubicados en el centro de cada bloque. Se usarán soportes de metal en contacto con las superficies de concreto expuesto, Clase 1

(protector de plástico) o clase 2, tipo B (protector de acero inoxidable). Se usará acero inoxidable de acuerdo a ASTM A 493, Tipo 430.

Se revestirán con un material dieléctrico los asientos, alambres de amarre y otros elementos usados para soporte, para dar posición o sujetar el acero de refuerzo con recubrimiento epóxico,. No se usarán soportes plásticos.

Los soportes de las varillas para losas, no deben espaciarse a más de 1.2 metros transversal o longitudinalmente. No se usarán soportes de varillas que directa o indirectamente soportan rieles, o guías de carretillas, o cargas de construcción similares.

Se espaciarán varillas paralelas con una precisión de 38 milímetros del lugar requerido. No se deben acumular las variaciones de los espacios. El promedio de cualquiera de los dos espacios adyacentes, no debe exceder el espacio requerido.

Se dejarán 50 milímetros de recubrimiento libre para todo el refuerzo, excepto si se especifica en planos de otra manera.

Se colocará acero reforzado en las losas de cubierta, con una precisión de 6 milímetros del sitio vertical de ubicación. Se amarrará el acero de refuerzo de losas de puentes en todas las intersecciones, excepto cuando la separación sea de menos de 300 milímetros en ambas direcciones, en cuyo caso las intersecciones alternas pueden ser amarradas. Se revisará el recubrimiento sobre el acero de refuerzo de losas, usando una plantilla, antes de colar el concreto se reemplazarán los soportes dañados.

No se colará el concreto en ningún miembro hasta que la colocación del refuerzo sea aprobada.

554.09 Empalmes. Los empalmes, con excepción de los mostrados en los planos, no son permitidos sin aprobación. La longitud de los traslapes es la mostrada en los planos. Se empalmarán las varillas de refuerzo solo cuando se muestren en los planos o en dibujos aceptados. No se deben colocar varillas de losa empalmadas con traslapes adyacentes.

Los empalmes traslapados deben hacerse colocando las varillas de refuerzo en contacto y uniéndolas con alambre, de manera que ellas mantengan el alineamiento y posición.

Si es permitida la soldadura de acero de refuerzo en el contrato, las soldaduras deben cumplir con AWS D 1.4. No se debe soldar el acero de refuerzo, si la composición química del acero excede los porcentajes de Tabla 554-1.

Los soldadores deben ser debidamente certificados. Cuando se requiera en el contrato, se probará cada soldadura usando partículas magnéticas, radiografía o cualquier otra técnica no destructiva.

**Tabla 554-1
Componentes del acero reforzado**

Composición Química	Porcentaje
Carbón (c)	0.30
Manganeso (MA)	1.50
Equivalente al carbón (CE)	0.55

Se pueden usar acoples mecánicos, en lugar de soldaduras, si así es aprobado. Se usarán acoples con una resistencia de por lo menos 125% del esfuerzo de fluencia requerido para el acero de refuerzo.

Si la malla electrosoldada es embarcada en rollos, se enderezarán los rollos, dejando la malla plana antes de su colocación. Se empalmarán las láminas de malla o varillas de refuerzo de rejilla, traslapando no menos del ancho de la abertura de la malla más 50 milímetros. Se deben fijar muy bien los extremos y las orillas.

554.10 Aceptación. Acero de refuerzo y materiales de recubrimiento epóxico son evaluados en las Subsecciones 106.02 y 106.03. se exigirá certificado de producción con cada embarque de acero de refuerzo.

La colocación de acero de refuerzo es evaluada en las Subsecciones 106.02 y 106.04.

Medición

554.11 Se medirá el acero de refuerzo por kilogramo, excluyendo traslapes agregados por conveniencia del contratista.

Pago

554.12 Las cantidades aceptadas, medidas como se indica anteriormente, serán pagadas al precio del contrato de acuerdo con los renglones de pago enseguida descritos y mostrados en el cartel de licitación. El pago será la compensación total por el trabajo descrito en esta Sección. (Ver Subsección 109.05).

Renglón de pago

Unidad de medida

55401 Acero de refuerzo	kilogramo
55402 Acero de refuerzo con recubrimiento epóxico	kilogramo

Sección 555.) ESTRUCTURAS DE ACERO

Descripción

555.01 Este trabajo consiste en la construcción de estructuras de acero, y partes de estructura de acero, en las estructuras mixtas. Este trabajo incluye suministro, fabricación, entrega y erección del acero estructural y la construcción de imprevistos de metal.

Materiales

555.02 De conformidad a las siguientes Secciones y Subsecciones:

Accesorios de apoyo	564
Pernos y tuercas	717.01 (d)
Acero colado	717.04
Sellos elastoméricos de juntas en compresión	717.16
Encofrado y andamiaje	562
Recubrimientos galvanizados	717.07
Pernos, tuercas y arandelas de alta resistencia	717.01 (e)
Pintura	563
Pasadores y rodillos	717.03
Cubierta laminada	717.08
Acero forjado	717.02
Mallas de acero para pisos	717.09
Tubería de acero	717.06
Acero estructural	717.01
Conectores soldados para cortante	717.05

Requerimientos para la construcción

555.03 General. Fabricar el acero estructural, en una planta que esté certificada bajo el programa de calidad certificada AISC. Fabricar los elementos con peligro de fractura, de acuerdo a AASHTO *Guía de especificaciones para miembros de acero para puentes, con fractura crítica no-redundante*.

Realizar soldaduras y pruebas de calificación para soldar de acuerdo a lo provisto en ANSI/AASHTO/AWS Soldadura de Puentes Código D1.5.

555.04 Orden de inicio de trabajo. Dar una nota escrita 21 días antes de iniciar el trabajo en el taller. No fabricar ningún material o realizar ningún trabajo en el taller, previo a la notificación.

555.05 Inspección. El acero estructural podrá ser inspeccionado en el lugar de fabricación, de acuerdo a Subsección 106.06.

Inspeccionar todas las alas de las vigas con ultrasonido, antes de la fabricación, de acuerdo a ASTM A 578M, excepto como sigue:

- a. Inspección después de que las alas han sido cortadas, de la lámina maestra.
- b. Secciones estándar de aceptación 6 y 7 no aplican. Usar los requisitos para aceptación estándar suplementarios, S 2.1.
- c. Las alas deben ser inspeccionadas en la planta, o en la bodega donde son cortados.

Suministrar una copia de todos los pedidos de molino, y certificaciones de los reportes de molino (fábrica). Mostrar en los reportes de pruebas de molino, los análisis químicos y pruebas físicas para cada acero calentamiento de acero, usado en el trabajo.

Si es aprobado, proveer certificaciones de producción, en lugar de reportes de pruebas de molino, para los materiales que normalmente no son suplidos con reportes de prueba de molino, y para partidas de relleno, láminas menores de hierro forjado y materiales similares, cuando las cantidades son pequeñas y el material se toma de la existencia.

Incluir, en las pruebas de certificados de molino para aceros con valores especificados de impacto, además de otros resultados de pruebas, los resultados pruebas de impacta en cortes en V. Cuando prácticas de grano-fino son especificadas, confirmar en los reportes de las pruebas, que el material ha sido producido de esa forma. Presentar copias de las órdenes de molino, en el momento que las órdenes se entregaron al fabricante. Proveer reportes certificados de pruebas de molino y certificados de producción, antes de empezar la fabricación, usando material cubierto en estos reportes. Presentar, del fabricante, un certificado de producción de acuerdo a la Subsección 106.03.

555.06 Planos de taller, planos de erección y transporte. Preparar y presentar los planos de acuerdo a Subsección 104.03. La aceptación de los planos por el Contratante, cubre los requisitos de esfuerzo y detalle solamente. El Contratante no asume la responsabilidad de los errores de dimensiones.

(a) Planos de taller: Mostrar completamente, las dimensiones detalladas y los tamaños de las partes, de que está compuesta la estructura, y detalles de todas las partes misceláneas (como pasadores, tuercas, pernos, drenajes, símbolos de soldadura, etc.) en los planos de taller para las estructuras de acero.

Cuando se requiere una orientación específica de la plancha, mostrar la dirección de laminado o moldeado. Cortar las alas y almas de planchas de

viga, de tal manera que la dirección longitudinal de la viga es paralela a la dirección de laminado o moldeado.

Identificar en los planos de taller, el tipo y grado de cada pieza que se hará de acero diferente a AASHTO M 270M grado 250 de acero.

Señalar en los planos de taller, las marcas de ensamblaje, que son de referencia cruzada de las piezas originales de acero de molino, y sus reportes certificados de las pruebas de molino.

La localización de las uniones soldados en taller, señalados en los planos de taller, están sujetas a aprobación. Localizar todas las uniones soldados en el taller, para evitar puntos de máxima tensión o esfuerzos de fatiga. Localizar todas las uniones en almas, por lo menos a 300 milímetros de los empalmes del taller, juntas a tope en alas, o atiesadores. Pruebas adicionales no destructivas, pueden ser requeridas en uniones soldadas en taller.

(b) Planos de erección: Presentar planos que ilustren completamente, el método propuesto de erección. Mostrar los detalles de deflexiones en andamios, arriostres, tirantes, aparatos de izaje y uniones a los miembros del puente. Mostrar la secuencia de erección, localización de grúas y barcazas, capacidad de grúas, localización de puntos de izaje y masas de los miembros de los puentes. Mostrar los detalles completos de todas las fases previas, y las condiciones de erección. Se pueden requerir cálculos, para demostrar que los esfuerzos permitidos no se exceden, y que las capacidades de los miembros y la geometría final será la correcta. Ver Subsección 562.03 para requisitos adicionales.

(c) Diagrama de contraflecha: Someter un diagrama de contraflecha, que demuestre la contraflecha en cada punto de armadura, nervios de arcos y en el lugar de uniones de campo y fracciones de un tramo de longitud (puntos cuartos mínimos) de vigas continuas y vigas de marco rígido. En el diagrama de contraflecha, mostrar el cálculo de contraflechas, a usarse en el montaje de la estructura, como es pedido en Subsección 555.15.

(d) Planos de transporte: Señalar los puntos de soporte, las amarras, los apoyos y arriostres temporales y cualquier otro detalle que se necesite para soportar y apuntalar el miembro. Proveer en las hojas de cálculo, las cargas muertas más esfuerzos de impacto, producidos por el procedimiento de carga y transporte. Usar esfuerzos de impacto de por lo menos 200% del esfuerzo de carga muerta. Usar una carga total, incluyendo impacto, de no menos de 300% de la carga muerta.

Cuando se requiera, el Contratista debe someter para aceptación los planos de transporte.

Embarcar y almacenar todos los miembros, ambos, rectos o curvos, con sus almas en posición vertical.

555.07 Almacenamiento del material. Almacenar el material estructural sobre la superficie de la tierra, en plataformas, rodines o cualquier otro soporte. Mantener el material libre de suciedad, grasa y otras materias extrañas y proveer una protección apropiada de la corrosión.

555.08 Fabricación

(a) Identificación del acero: Usar un sistema de marcado de ensamblaje de las piezas individuales y las instrucciones de cortado del taller (generalmente por medio de referencias cruzadas de las marcas de ensamblaje que se muestran en los planos de taller con la partida correspondiente que se cubre en la orden de compra de la fabrica) que mantiene la identidad de la pieza original.

El material puede ser suministrado de la propia existencia, y debe ser identificado con números marcado en caliente, o con un reporte de prueba de fábrica.

Durante la fabricación, y hasta el proceso de ensamblaje de los miembros, mostrar en forma clara y legible, las especificaciones de cada pieza de acero (otro que las de acero grado 25^o), escribiendo la especificación del material en la pieza, o usando un código de identificación con color, según lo muestra la Tabla 555-1:

**Tabla 555-1
Código de identificación con color**

<u>Grado</u>	<u>Color</u>
345	<u>Verde y amarillo</u>
345 w	<u>Azul y amarillo</u>
485 w	<u>Azul y naranja</u>
690	<u>Rojo</u>
690 w	<u>Rojo y naranja</u>

Para otros aceros (excepto grado 250) no mostrado en la Tabla 555-1, o incluido en AASHTO M 160M, proveer información del código de color usado.

Marcar el grado de acero por medio de estampado, o con una etiqueta adjunta bien firme, las piezas de acero (otras que las de acero grado 250), que antes de ensamblarlas en miembros, estarán sujetas a operaciones de fabricación como limpieza con chorro (arena), galvanizado, calentamiento para moldeo, o pasadortura que se les pueda borrar, el color de la pasadortura del código.

Cuando se usa estampado en el acero, colocar las impresiones en miembro en la junta-tensión más gruesa del miembro, en las juntas de transición.

La profundidad máxima permitida de la impresión es de 0.25 milímetros. Usar una herramienta, que pueda hacer marcas, con tamaños que correspondan en una cara, con un radio mínimo como se muestra en Tabla 555-2. Evitar las impresiones cerca de los bordes de miembros, de las láminas que estarán con esfuerzos a tensión.

Tabla 555-2
Dimensiones de las marcas para diferentes grados de acero

Tamaño de marca	Radio mínimo de la cara
3 mm	0.2 mm
5 mm	0.1 mm
6 mm	0.3 mm

Usar sellos para estampar acero de tipo de baja-tensión. No usar sellos en miembros de fractura crítica.

Si se requiere, presentar declaración certificada en que se indique, que a través de la operación de fabricación, la identificación del acero se ha mantenido.

Calentar acero para dar la curvatura a vigas, no está permitido.

No perforar, cortar o soldar porciones de miembros estructurales, a menos que sea mostrado en los planos, o aprobado por escrito.

(b) Láminas:

b.1 Dirección de laminado: A no ser que se especifique en los planos de otra manera, cortar y fabricar las láminas de acero paralela a la

dirección del esfuerzo a tensión, y / o las esfuerzo a compresión. para los miembros principales y uniones empalmadas para alas, y miembros principales en tensión, que no sean miembros secundarios.

b.2 Corte de bordes de láminas:

b.2.1 Planeamiento de bordes: Recortar las esquinas, en platinas de más de 15 milímetros de espesor, hasta una profundidad 5 milímetros más allá, del corte original, o más allá de cualquier re-entrada producida por el corte.

b.2.1.1 Cortado con oxígeno: Cortar el acero estructural con oxígeno de acuerdo al código de soldadura de puentes D1.5 ANSI/AASHTO/AWS.

b.2.1.2 Inspección visual y reparación de bordes cortados en las platinas: Inspeccionar visualmente y reparar los bordes cortados en las platinas. Los bordes cortados deben estar de acuerdo al código de soldadura de puentes D1.5 ANSI/AASHTO/AWS.

b.2.2 Láminas de alas de viga: Proveer las alas de vigas con bordes cortados, ya sea con oxígeno que tengan las esquinas biseladas, esmerilando por lo menos 2 milímetros, o proveer láminas de Molino Universal, a no ser que se pidan bordes cortados con oxígeno.

b.2.3 Láminas de almas de viga: Cortar con oxígeno a la contraflecha del alma especificada, para vigas construidas, vigas cajón, vigas y arcos de vigas tipo cajón. Cortar la contraflecha de la viga, de tal manera que se prevea, las pérdidas debidas a soldadura, a cortes, etc.

b.2.4 Miembros reticulados (Cerchas): Preparar, por medio de corte con oxígeno, todos los bordes longitudinales de todas las láminas, en secciones soldadas del alma de la armadura y sus cuerdas. Biselar, esmerilando los bordes de las esquinas de las láminas, que no van a ser unidas por medio de soldadura, en por lo menos a 2 milímetros.

b.2.5 Atiesadores o Contrafuertes y platinas de conexión: Atiesadores y platinas de conexión, soldadas transversalmente a las almas de las vigas y a las alas, pueden ser suministrados con bordes cortados con guillotina, siempre y cuando el espesor de la platina no exceda los 20 milímetros. Láminas con fabricación de molino Universal pueden usarse, siempre que su espesor no

exceda los 25 milímetros. Suministrar otros atiesadores y platinas de conexión con bordes cortados con oxígeno.

b.2.6 Placas de unión lateral: Cortar con oxígeno paralelamente las líneas de esfuerzo, las placas de unión y otras conexiones, soldadas paralelamente las líneas de esfuerzo, en miembros a tensión, donde el espesor de la placa excede 10 milímetros. Placas de unión lateral atornilladas, pueden ser provistas con bordes cortados con guillotina, siempre que el espesor sea menor o igual a 20 milímetros.

b.2.7 Placa de empalme y placas de refuerzo: Proveer vigas y placas de empalme para vigas, atiesadores y placas de unión de cerchas o armaduras con bordes cortados con oxígeno.

b.2.8 Placas dobladas: Proveer placas sin soldar, para soportar cargas, de acero laminado, como sigue:

Antes del doblado redondear las esquinas de las platinas, con un radio de 2 milímetros, a través de la porción de la lámina donde la dobladura ocurre.

b.2.8.1 Doblado frío: Doblado frío se debe hacer de manera tal, que la placa no se resquebraje. Usar el radio mínimo de doblado como se señala en Tabla 555-3, medido en la cara cóncava del metal.

b.2.8.2 Doblado caliente: Si el radio es menor, que el mínimo especificado para el doblado en frío, calentar a una temperatura no mayor a los 650 °C, excepto para los grados de acero 690 y 690 W. Cuando las láminas de acero de grados 690 y 690 W, se calientan a temperaturas mayores de 605 °C, retemplar de acuerdo a la práctica estándar del fabricante.

b.2.8.3 Ajuste de atiesadores: Fabricar (en molino, esmerilado, o soldado, como se muestra en los planos o como se especifique) apoyos de los atiesadores extremos para vigas, o atiesadores que sirvan de soporte de cargas concentradas para proveer apoyo total en las alas de viga, a las que se transmiten cargas o donde reciben cargas. Fabricar atiesadores intermedios, que no sean para soportar cargas concentradas, sino para proveer un ajuste firme para las alas en compresión.

**Tabla 555-3
Radio de doblado mínimo**

Espesor de lámina – (t) (mm)	Radio de doblado (1)
< 13	2 (t)
<u>Sobre 13 a 25</u>	2.5 (t)
Sobre 25 a 38	3 (t)
Sobre 38 a 64	3.5 (t)
Sobre 64 a 102	4 (t)

(1) Radio de doblado para todos los grados de acero estructural.

555.09 Destemplado y alivio de esfuerzos. Después de calentar los miembros estructurales, se debe realizar un acabado maquinado, con talado, alineando los miembros estructurales a la norma. Normar y destemplar (completamente destemplado) de acuerdo ASTM A 919. Mantener temperaturas uniformes en todo el horno durante el calentamiento, y el enfriamiento de manera que la temperatura, en 2 puntos diferentes del miembro difieran por más de 60 °C a la vez..

No se deben destemplar o normalizar los miembros de acero con grados 690 / 690 W o 485 W. Aliviar las tensiones de estos grados de acero, se debe hacer solamente con aprobación.

Miembros que se alivian de tensión (como zapatas de puentes, pedestales, u otras partes que son recrecidas por medio de unión de placas soldadas) debe ser de acuerdo a Subsección 4.4, de ANSI/AASHTO/AWS del Código de Soldadura de Puentes D1.5.

555.10 Agujeros de tornillos. Los agujeros de tornillos pueden ser taladrados o perforados con sacabocados. Materiales que forman las partes de miembro que es compuesto, de no más de 5 espesores diferentes de metal, pueden ser perforado con troquel (sacabocados), 2 milímetros más anchos que el diámetro nominal de los tornillos, donde el grosor del material, no es mayor de 20 milímetros, para acero estructural, 15 milímetros para acero de alta resistencia, o 15 milímetros para aceros de aleación templados, a no ser que un ensanchamiento sea requerido bajo (**h**) preparación de conexiones de campo.

Cuando hay más de cinco espesores, o cuando cualquiera de los materiales principales es mayor de 20 milímetros para acero estructural, 15 milímetros para acero de aleación templado; se pueden taladrar o ensanchar todos los huecos al tamaño total.

Si se requiere, se puede subperforar o subtaladrar (Perforar a menor diámetro si la limitación del espesor lo indica) con 5 milímetros menos y, después del ensamblaje ensanchar 2 milímetros más grande, o taladrar al tamaño total más 2 milímetros más ancho, que el diámetro nominal de los tornillos.

(a) Agujeros horadados con punzón: Usar un diámetro de dado, que no sea de más de 2 milímetros del diámetro a perforar. Ensanchar los agujeros que requieran un ensanchamiento para recibir los tornillos. Limpiar los agujeros sin rasgar o dañar los bordes.

(b) Agujeros ensanchados o taladrados: Ensanchar o taladrar los agujeros de manera que queden cilíndricos y perpendiculares al miembro. Cuando es práctico, ensanchar por medios mecánicos. Remover rebordes del metal de las superficies exteriores. Ensanchar y perforar con taladros de giro espiral o cortadoras rotativas. Ensamblar y sostener bien firmes, las partes que se conectan, que han sido horadadas o taladradas juntas, y marcadas para calzarlas antes de desensamblarlas.

(c) Precisión de agujeros: Agujeros con no más de 1 milímetro más ancho que, el diámetro nominal del agujero, son aceptables. El agujero ligeramente cónico, como resultado de una operación con sacabocados es aceptable. El ancho de agujeros con ranuras producidas por corte de llama, o por una combinación de taladro y horadado con corte de llama, no deben ser mayores de 1 milímetro que el ancho nominal. Esmerilar las superficies cortadas con llama, para dejarlas lisas.

(d) Precisión de un grupo de agujeros antes de ensanchar: Perforar con mucha precisión el diámetro total de agujeros, o subperforar o subtaladrar, de manera que después del ensamblaje (antes de realizar cualquier ensanche) un pasador cilíndrico, 3 milímetros menor en diámetro, que el diámetro nominal del agujero, pueda entrar perpendicularmente a la cara del miembro, en por lo menos 75% de los agujeros continuos en el mismo plano, sin quedar flojo, y asegurándose que el agujero esté limpio de basuras. Piezas horadadas, que no alcanzan los requisitos se rechazarán. Agujeros a través de los cuales, un perno 5 milímetros menor en diámetro, del tamaño nominal del agujero horadado, no se puede insertar, serán rechazados.

(e) Precisión de un grupo de agujeros después de ensancharse: Después de ensanchados, se permite un máximo del 85% de agujeros

descentrados 1 milímetro, de cualquier grupo de agujeros contiguos, a través de espesores adyacentes de metal.

Usar plantillas de acero, con los agujeros de acero endurecido, con dimensiones desde los centros de línea de la conexión, como está inscrito en la plantilla.

(f) Preparación de conexiones de campo: Subperforar o subtaladrar, y ensanchar durante el ensamblaje o taladrar a su tamaño final de acuerdo a la plantilla de acero, los agujeros las conexiones y de miembros principales de cerchas, arcos, de claros de vigas continuas, torres (cada cara), placas de vigas, y marcos rígidos.

Agujeros para empalmes de campo de vigas laminadas (de molino), a ser usadas como vigas de piso, o marcos cruzados (transversales), pueden ser taladrados a su tamaño final, con una plantilla de acero, antes de ensamblarse. Subperforar y ensanchar durante el ensamblado, o taladrar al tamaño final con una plantilla de acero, todos los agujeros para vigas de piso y conexiones de los largueros extremos, en campo.

Cuando se ensanchan o se taladran agujeros de tamaño total en campo, con plantillas de acero, se debe colocar cuidadosamente en posición la plantilla, y con firmeza atorníllelo en su lugar, antes de taladrar. Usar duplicados de plantillas exactas, para ensanchar uniones de miembros, o las caras opuestas de un miembro. Colocar las plantillas con precisión en las conexiones de partes iguales de miembros, de manera que las partes o los miembros se dupliquen y no requieran marcas de empate.

Para cualquier conexión en lugar de subperforar y ensanchar o subtaladrar y ensanchar, agujeros taladrados a un tamaño final través de todo el espesor o del material de ensamblaje en su posición definitiva pueden ser usados.

555.11 Rodillos y pasadores. Fabricar con precisión rodillos y pasadores que estén rectos, lisos y libres de defectos. Forjar y recocer los rodillos y pasadores de más de 225 milímetros en diámetro. Pasadores y rodillos de 225 milímetros o menos en diámetro pueden ser fraguados o recocidos o darles un acabado en frío a los ejes de acero al carbono.

En pasadores de más de 225 milímetros de diámetro, perforar un agujero de no menos de 50 milímetros a todo lo largo del eje del pasador, después del forjado, dejar enfriar, a una temperatura bajo el rango crítico (bajo condiciones favorables y prevenir daños, al enfriarse muy rápido y antes de realizar el recocimiento).

(a) Perforando agujeros para pasadores (ejes): Perforar agujero para pasadores con el diámetro especificado, liso y recto con ángulo recto con el

eje del miembro, y paralelos a otros. Producir la superficie final usando acabado pulidora.

El diámetro del agujero de eje, no se debe exceder en más de 0.50 milímetros, para pasadores de 125 milímetros o menos en diámetro, o en 1 milímetro para pasadores de diámetro mayor.

La variante máxima permitida, de la distancia de afuera-a-afuera del extremo de los agujeros, en los miembros de tensión y la distancia de adentro-a-adentro del extremo de los agujeros de los miembros en compresión es 1 milímetro de lo especificado.

(b) Roscas para tornillos y pasadores: Proveer roscas en todos los tornillos y pasadores, en la construcción de acero estructural, de acuerdo a Unified Standard Series UNC ANSI B1.1, clase 2A para roscas externas y clase 2B para roscas internas, excepto cuando los extremos de los pasadores tengan un diámetro de 35 milímetros o más proveyendo seis roscas cada 25 milímetros.

555.12 Barra de ojo. Los agujeros de pasadores, pueden ser cortados con llama, 50 milímetros más pequeños del diámetro del perno terminado. Amarrar juntas, en forma segura (para ser puestas en el pasador) todas las barras de ojo que deberán ser colocadas, una junto a la otra en la estructura, y taladrar ambos extremos uniéndolas. Empacar y empatar las marcas de las barras de ojo, para el embarque y montaje. Estampar en el acero todas las marcas de identificación, en la esquina de la cabeza de cada miembro, después de que la fabricación es concluida, de manera que sean visibles, cuando las barras se coloquen en la estructura. Los sellos deben ser de acero de baja resistencia.

Proveer barras de ojo, rectas y sin torceduras, con agujeros de pasadores localizados en la línea central de la barra. No permitir la inclinación de ninguna barra, al plano de la armadura que exceda los 5.25 milímetros por metro.

555.13 Ensamblaje - atornillado. Limpiar las superficies de metal en contacto antes de ensamblar. Ensamblar las partes de un miembro. Asegurar el perno, y sostener firmemente juntos antes de taladrar, horadar, o atornillar. Sacar las piezas ensambladas a parte, de ser necesario, para remover las rebabas y raspadas producidas por la operación. Ensamblar los miembros libres de torceduras, curvas y otras deformidades.

Halar durante el ensamblaje sólo lo necesario, para poner las partes en posición, sin agrandar agujeros o distorsionar el metal.

555.14 Conexiones soldadas. Fabricar superficies y esquinas a ser soldadas, lisas, uniformes, limpias y libres de defectos que podrían, de forma adversa,

afectar la calidad de la soldadura. Preparar el extremo de acuerdo a ANSI/AASHTO/AWS Código de soldadura de puentes D1.5.

555.15 Preensamblado de conexiones de campo. Preensamblar las conexiones de campo de los principales miembros de armadura, cerchas, arcos, vigas continuas, placas de vigas, pilares, torres y marcos rígidos, antes de la erección, para verificar la geometría de la estructura completa y para verificar o preparar empalmes de campo. Presentar el método y detalles de preensamblado para la aprobación.

Utilizar métodos y detalles de preensamble, que sean consistentes con el procedimiento mostrado en los diagramas de erección de contraflechas aprobados. Ensamblar todas las vigas y traveses con su contraflecha (sin carga).

Cuando los miembros son ensamblados con sus almas verticales, soportarlas a intervalos de 6 metros, o dos décimos de la longitud del tramo, lo que sea menor. Cuando las almas son horizontales, los intervalos de soporte pueden ser aumentados si no hay deflexión notable entre los puntos de soporte.

Ensamblar las armaduras o cerchas, en posición de carga muerta total, a no ser que el diseño de la estructura esté previsto para soportar las tensiones secundarias creadas al ensamblar las armaduras, con el total de la contraflecha (sin carga). Soportar las armaduras durante el ensamblaje, en cada punto del tramo. Preensamblar por lo menos 3 tramos contiguos, que estén ajustados con precisión para línea y contraflecha. Para ensambles sucesivos, incluir por lo menos una sección o un tramo del ensamblaje anterior (si es necesario, se realiza reposición y se ponen pernos para asegurar el alineamiento) más 2 o más secciones agregados al extremo. Para estructuras más largas de 50 metros, realizar cada ensamblaje no menor de 50 metros de largo, sin hacer caso de la longitud, de los tramos o secciones continuos e individuales. El ensamblaje puede iniciarse, desde cualquier sitio de la estructura y proceder en una o ambas direcciones, siempre y cuando los requisitos que preceden sean cumplidos satisfactoriamente.

(a) Conexiones empernadas: Cuando es aplicable, ensamblar los componentes mayores, con los extremos con acero de molino de los miembros en compresión, soportando completamente y luego ensanchar los agujeros con diámetro menor, al tamaño especificado, mientras las conexiones son ensambladas.

(b) Control numérico de armado de perforación de agujeros: Cuando se controla, la fabricación de agujeros o perforaciones, usando medios numéricos, realizar una revisión, para cada tipo de estructura mayor, de cada proyecto. Realizar el chequeo de ensamblaje, de por lo menos 3 secciones del taller seguidas o, por armadura, a todos los miembros en por lo menos 3 tramos contiguos, pero no menos que el número de tramos asociados con 3

largos de cuerda continua (como la longitud entre empalmes de campo). Chequear el ensamblado en el orden propuesto de erección, juntas de apoyo, puntos especiales complejos, y consideraciones similares. Ensamblaje de taller, además de los ensamblajes revisados, no es requerido.

Si el chequeo del armado falla en alguna manera específica, en demostrar que la precisión requerida se obtiene, se solicitarán chequeos adicionales.

Recibir aprobación de cada armado (incluyendo contraflecha, alineamiento, precisión de los agujeros, y exactitud de uniones de molino.) antes de iniciar el ensanchamiento o, antes de cualquier ensamblaje de revisión de perforación sea desmontado.

(c) Conexiones soldadas en campo: Soldaduras de conexiones de campo, son prohibidas a no ser que sea especificado en los planos. Verificar el ajuste de los miembros (incluyendo el espacio apropiado entre las alas empotradas.) con el segmento preensamblado.

(d) Marcas de armado: Marcar las partes de armado a conectarse, para asegurar que calcen apropiadamente en el campo. Proveer un diagrama que muestre las marcas de armado.

555.16 Conexiones con tornillos, de rosca o nervado. Usar tornillos sin acabado con rosca o nervado, cuando se especifique, conforme ASTM A 307 para tornillos grado A. Usar tornillos con tuercas de cierre automático o tuercas dobles. Usar arandela biselada cuando las caras de apoyo, tienen una inclinación de más de 1:20 con respecto al plano normal al eje del tornillo.

(a) Tornillos roscados: Proveer tornillos roscados con una aspereza de superficie de cuerpo, que no exceda 3 micrómetros de acuerdo a la aspereza ANSI. Proveer tornillos con cabeza hexagonal y tuercas del tamaño nominal especificado. Ensanchar cuidadosamente, los agujeros para los tornillos roscados, y proveer tornillos que calcen ligeramente ajustados. Mantener los filamentos de los tornillos totalmente afuera de los agujeros. Proveer una arandela debajo de la tuerca.

(b) Perno nervado: Usar un molde aprobado para el cuerpo del perno con estrías longitudinales continuas. Proveer un diámetro del cuerpo, medido en un círculo a través de puntos de las estrías, de 2 milímetros más grandes que el diámetro nominal especificado para los pernos.

Proveer pernos con cabeza redonda conforme a ANSI B18.5. Proveer tuercas hexagonales que están ahuecadas o con arandela que tengan un espesor adecuado. Pernos nervados, deben ajustarse bien cuando se instalan en los agujeros. Proveer suficiente estriado duro, de tal forma que las estrías no se compriman o deforman permitiendo que los pernos den

vuelta en los agujeros durante el ajuste. Si el perno da vuelta antes de quedar ajustado, ampliar el agujero y proveer un tornillo de repuesto con sobre tamaño.

555.17 Conexiones usando tornillos de alta resistencia. Esta Subsección cubre el armado de juntas estructurales usando AASHTO M 164M o AASHTO M 253M tornillos de alta resistencia ajustados a alta tensión.

(a) Partes de tornillos: Usar materiales de acero dentro agarre del tornillo con materiales no compresibles como empaques o aislamiento. Fabricar partes de tornillos de acero que calcen bien después de que los tornillos sean apretados. Limitar la inclinación máxima de la superficie de las partes en contacto con la cabeza del tornillo o tuerca a 1:20 con respecto al plano normal del eje de los tornillos.

(b) Condiciones de la superficie: En el momento del montaje limpiar todas las superficies de las juntas (incluyendo las superficies adyacentes a la cabeza del tornillo y de la tuerca) de suciedad y materiales extraños, y escamas, excepto incrustaciones firmes de molino. Remover rebabas que prevengan un sólido asiento de las partes conectadas, en condición bien apretado.

Pasadortura o cualquier otra capa, no se permite en las superficies de empalme y de conexión. Todos las conexiones son consideradas críticas al deslizamiento. Excluir pasadortura (incluyendo cualquier rociado accidental) de las áreas cercanas al diámetro de un tornillo, pero no menos de 25 milímetros del borde de cualquier agujero y de todas las áreas dentro del molde del tornillo.

(c) Instalación: Instalar tornillos o pernos juntos que sean del mismo lote. Proteger los pernos y tornillos de suciedad y de humedad. Sacar de la bodega solo los pernos y tornillos que anticipadamente se sabe, van a ser instalados y apretados, durante un período de trabajo. Devolver los pernos y tornillos que no se usaron, a la bodega. No se debe limpiar el lubricante que traen los pernos y tornillos, durante la entrega. Limpiar y relubricar, antes de instalar, los pernos y tornillos con deslizamiento crítico, para conexiones que puedan acumular herrumbre o suciedad.

Proveer un aparato de medida de tensión (un calibrador Spidmore – Wilhelm o cualquier otro aparato que mida la tensión, que sea aceptado) en todos los proyectos donde pernos y tornillos de alta tensión se instalen y se aprieten. Usar el aparato de medición de la tensión, para realizar pruebas de capacidad rotativa y para confirmar todo lo siguiente:

- Tabla 555-6 requisitos para un ensamblaje completo de pernos y tornillos.

- Calibración de herramientas, si es aplicable.
- Entender y uso adecuado del método de apretar.

Tabla 555-6
Tensión mínima de Pernos y tornillos ⁽¹⁾

Diámetro nominal e inclinación de la rosca del tornillo	<u>AASHTO M 164M</u> (kilonewtons)	AASHTO M 253M (kilonewtons)
M16 x 2	91	114
M20 x 2.5	142	179
M22 x 2.5	176	221
M24 x 3	205	257
M27 x 3	267	334
M30 x 3.5	326	408
M36 x 4	475	595

(1) Igual a 70% del esfuerzo mínimo de tensión especificado de los tornillos (como se especifica para pruebas de tamaño real ASTM A 325M y ASTM A 490M) redondeado al kilonewton más cercano.

Para tornillos de rosca corta, se pueden usar indicadores directos de tensión (DTI) por medio de arandelas sólidas, para realizar esta prueba. Primero revisar el DTI, con una rosca más larga, con el calibrador Skidmore – Wilhelm. La frecuencia de confirmación de pruebas, número de pruebas a realizar y procedimientos de pruebas, deben hacerse de (3) a (5) según sea aplicable. Confirmar la precisión del aparato de medida de tensión, con una agencia de prueba aprobada por lo menos una vez al año.

Instalar los pernos y tornillos juntos con arandelas de tamaño y calidad especificada, localizadas como se pide abajo, en los agujeros debidamente alineados y apretados con cualquiera de los métodos descritos en (3) a (6) inclusive, a la tensión mínima especificada en Tabla 555-6 después de que los pernos y tornillos están bien apretados.

Si se aprueba, el apretar puede realizarse, dándole vuelta al tornillo mientras la tuerca se sostiene, para que no rote. Si un sistema de llave de impacto de tuerca es usado, proveer una capacidad adecuada, y aire suficiente para apretar cada tornillo en aproximadamente 10 segundos.

No rehusar pernos o tornillos AASHTO M 253M, y tornillos galvanizados AASHTO M 164M. Si es aprobado, otros pernos AASHTO M 164, pueden rehusarse una vez. Resocar tornillos que han sido socados con anterioridad, y que han perdido ajuste al apretar los tornillos adyacentes; no se considera tornillos rehusados, siempre que el ajuste se mantenga desde la posición inicial

y que no requiera una rotación muy grande, incluyendo la tolerancia requerida por tabla 555-7.

Tabla 555-7⁽¹⁾
Rotación de tuercas desde la condición de apretado
Para dar la tensión solicitada ⁽²⁾

<u>Geometría de las caras exteriores de las partes de los tornillos</u>			
Longitud del tornillo medido desde abajo de la cabeza al extremo del tornillo	Ambas caras normales al eje de los tornillos	Una cara normal al eje del tornillo y otras caras en declive no más de 1:20 (no se usa tuerca cónica)	Ambas caras en declive de 1:20 desde el eje normal del tornillo (no se usan arandelas biseladas.)
Hasta a, e incluyendo 4 diámetros	1/3 de vuelta	½ vuelta	2/3 de vuelta
Sobre 4 diámetros, sin exceder 8 diámetros	½ vuelta	2/3 de vuelta	5/6 de vuelta
Sobre 8 diámetros, pero que no exceda de 12 diámetros (3)	2/3 de vuelta	5/6 de vuelta	1 vuelta

(1) Aplica solamente a conexiones donde todo el material dentro de la rosca del tornillo es de acero.

(2) Rotación de tuerca relativa al tornillo, sin tomar en cuenta el elemento (tuerca o tornillo) que se rote. La tolerancia es $\pm 30^\circ$ para tornillos instalados por ½ giro o menos. La tolerancia es $\pm 45^\circ$ para tornillos instalados por 2/3 de giro o más.

(3) Determinar la rotación requerida por medio de pruebas actuales en un aparato de tensión adecuada, simulando las condiciones actuales.

1. Pruebas de capacidad de rotación: los pernos y tornillos de alta resistencia, negros o galvanizados, están sujetos a las pruebas de capacidad-rotación, realizadas de acuerdo a los métodos de evaluación ASTM A 325M y lo siguiente:

a. Después de apretar a la condición de apretado, como se define en (c) (3), apretar el perno 2 veces, el número requerido de giros indicado en la Tabla 555-7, con un calibrador Skidmore-Wilhelm o un aparato para medir la tensión equivalente, sin desgarrarlo o fallarlo.

b. Durante esta prueba, la tensión máxima registrada debe ser igual mayor, que la prueba de giro, que es 1.15 veces la tensión de ajuste requerida, indicada en la Tabla 555-6.

- c. La fuerza de torsión medida a una tensión “P”, después de exceder la prueba de tensión y giro requerida arriba en (b), no debe exceder el valor obtenido por la ecuación siguiente:

$$\text{Fuerza de torsión} = \frac{PD}{4000}$$

Donde:

Fuerza de torsión = Fuerza de torsión medida en newton metros
P = Tensión del tornillo medida en newtons.
D = Diámetro del tornillo nominal en milímetros

Para pruebas de capacidad de rotación, utilizar arandelas aunque su uso puede no sea requerido en la instalación real.

2. **Arandelas:** Si la cara externa, de las partes atornilladas tienen, una inclinación mayor a 1:20 con respecto al plano normal al eje del tornillo, usar una arandela biselada endurecida, para compensar la falta de paralelismo.

Utilizar arandelas endurecidas biseladas, cuadradas o rectangulares para Canales y Vigas con estándar americano, de acuerdo a AASHTO M 293.

Donde sea necesario, las arandelas pueden sujetarse de un lado, no más cerca que 7/8 del diámetro del tornillo, medido desde el centro de la arandela.

Las arandelas endurecidas, no son requeridas para conexiones que utilicen tornillos AASHTO M 164M, y AASHTO M 253M, excepto en las condiciones siguientes:

- a. Utilizar arandelas endurecidas, debajo del elemento socado en tensión, cuando se aprieta con el método de herramienta calibrada.
- b. Utilizar arandelas endurecidas, debajo tanto del tornillo como la tuerca, cuando los tornillos AASHTO M 253M se instalan en materiales que tengan especificado un punto de fluencia menor que 275 megapascales, sin importar el método de soque.
- c. Utilizar arandelas endurecidas, conforme a ASTM F 436M, donde los tornillos AASHTO M 164M de cualquier diámetro o tornillos AASHTO M 253M, iguales o menores que M24, que serán instalados en agujeros de sobre tamaño o agujeros ovalados en una capa exterior.

- d. Utilizar arandelas endurecidas, conforme ASTM F 436M, excepto con un espesor mínimo de 8 milímetros, bajo ambos: cabeza y tuerca, en lugar de arandelas endurecidas de espesor estándar, donde los tornillos AASHTO M 253M sobre M24 van a ser instalados en un agujero con sobretamaño u ovalado en una lámina exterior. Arandelas endurecidas múltiples con un espesor combinado semejante a o mayor que 8 milímetros, no satisfacen este requisito.
- e. Donde tornillos se instalan tornillos AASHTO M 164M de cualquier diámetro AASHTO M 253M hasta o menos que M24, en agujero ovalados en una lámina exterior, proveer una arandela plana de al menos de 8 milímetros de espesor, con agujeros estándar, con el tamaño suficiente en que se tape la abertura después de la instalación, y es material de grado estructural que no necesita ser endurecido.

Cuando se utilizan los tornillos AASHTO M 253M sobre M24 en agujeros sobre dimensionados en láminas externas, utilizar una arandela endurecida individual, conforme a ASTM F 436M con un grosor mínimo de 8 milímetros, en lugar de arandelas de grado estructural. Arandelas endurecidas múltiples con grosor combinado similar a 8 milímetros no satisfacen este requisito.

El diseño alterno de pernos de acuerdo a la Subsección 717.01, con una geometría tal, que provea un círculo de apoyo en la cabeza o tuerca, con un diámetro igual o mayor que el diámetro de arandelas endurecidas, de acuerdo a ASTM F 436M, satisface los requerimientos para arandelas especificada aquí, y pueden ser usadas sin arandelas.

- 3. Apretar con giro de la tuerca:** Al iniciar el trabajo, examinar la tensión de la tuerca, utilizando un aparato capaz de indicar la tensión del tornillo. Probar no menos de 3 sistemas de tornillo y tuerca de cada diámetro, longitud, y grado a ser utilizado en el trabajo. Demostrar con la prueba, que la diferencia en tensión por medio del método, desde estimar la condición de apretado, como controlando los giros desde la condición de apretado, desarrolla una tensión no menor que, el 5% mayor que la tensión requerida por la Tabla 555-6. Realizar pruebas periódicas cuando sean necesarias.

Instalar tornillos en todos los agujeros de la conexión e iniciar el ajuste de tensión a la condición de ajustado con holgura. El ajuste de la tensión con holgura, se define como la tensión existente cuando las placas de la unión están en contacto firme. Esto puede ser logrado por unos cuantos impactos o golpes con una herramienta de impacto o el esfuerzo completo de un trabajador utilizando una herramienta ordinaria (llave de tuerca).

Ajustar la tensión de los grupos de tornillos sistemáticamente, desde la parte más rígida de la conexión a los extremos libres. Después resocar los

tornillos de la conexión, en una forma sistemática similar, según sea necesaria, hasta que todos los tornillos queden bien apretados y la conexión quede completamente uniforme. Siguiendo la operación del ajuste de tensión con holgura, tensar todos los tornillos de la conexión, rotando la cantidad aplicable especificada en la Tabla 555-7.

Durante todas las operaciones de socado, no permitir la rotación del tornillo que no sea rotado por la herramienta con que se está socando. Apretar sistemáticamente, desde la parte más rígida de la unión a sus extremos libres.

- 4. Apretar con herramienta calibrada:** El sistema de apretar con herramienta calibrada, puede ser usada solo cuando, los procedimientos de instalación son calibrados en una base diaria, y cuando una arandela endurecida, es usada bajo el elemento girado para apretarlo. Torsiones estándar, tomadas de tablas o fórmulas, que asumen relacionar la fuerza de tensión a la torsión no son aceptables.

Si las herramientas calibradas de torsión (llaves de torsión) son usadas para la instalación, ajústelas, de manera que den una tensión no menor 5 por ciento en exceso a la mínima tensión especificada en Tabla 555-6. Calibrar el procedimiento de instalación, por lo menos una vez cada día de trabajo, para cada diámetro de tornillo, longitud y grado, usando tornillos de ensamblaje que están siendo instalados en el trabajo.

Realizar la calibración, con un aparato capaz de indicar la tensión actual, de la tensión del tornillo, ajustando 3 tornillos de cada diámetro, longitud y grado de los tornillos y arandelas, que se instalarán, usando una arandela suplida en obra, debajo del elemento que rota al apretarse. Recalibrar las llaves de torsión, cuando se nota una diferencia en la condición de la superficie de los tornillos, roscas, tuercas y arandelas. Verificar durante el uso, que el ajuste de las llaves de torsión seleccionado por la calibración, no producen la rotación en la tuerca o arandela desde que se ajusta con holgura, más que los permitidos en Tabla 555-7. Rotar las tuercas en la dirección de apriete, cuando se mida la fuerza de torsión, de las llaves de torsión manuales.

Cuando se utilizan herramientas calibradas, para instalar tornillos en una conexión, instalar los tornillos con arandelas calibradas endurecidas, bajo los elementos de giro. Cuando se ajustan tornillos en todos los agujeros de la conexión, apretar hasta alcanzar una condición de ajuste holgado. Después de la operación inicial de ajuste, apretar todos los tornillos en la conexión usando una herramienta calibrada. Apretar sistemáticamente, desde la parte más rígida de la junta hacia los bordes libres. Tocar los tornillos que se han ajustado anteriormente, ya que puedan aflojarse durante el ajuste de tornillos adyacentes, hasta que todos queden socados apropiadamente.

- 5. Indicador directo de ajuste de tensión:** Cuando se ajusten los tornillos usando un indicador directo de tensión, ensamblar una muestra representativa de no menos de 3 dispositivos por cada diámetro y grado de tornillo a usarse en el trabajo, con un aparato de calibración, capaz de indicar la tensión del tornillo. Incluir en la prueba de ensamblaje, arandelas planas endurecidas, si se requieren en la conexión actual, dispuestas como en las conexiones actuales a tensar. La prueba de calibración debe demostrar, que el aparato indica una tensión no menor del 5% más, que lo requerido en la Tabla 555-6.

Seguir los procedimientos de instalación indicados por el fabricante, para la instalación de tornillos, en el aparato de calibración y en todas las conexiones. Dar especial atención, a la instalación apropiada de las arandelas planas endurecidas, cuando aparatos indicadores de tensión, se usan en tornillos instalados en agujeros con sobre tamaño, o aberturas ovaladas, y cuando los dispositivos que indicadores de carga, son usados debajo del elemento de giro.

Cuando se instalan tornillos usando indicadores directos de tensión, conforme a ASTM F 959, instalar tornillos en todos los agujeros de la conexión y llevarla a una condición de ajuste holgado. El ajuste holgado es indicado por compresión parcial del indicador directo de tensión que sale hacia afuera. Después apretar todos los pernos sistemáticamente, desde la parte más rígida de la conexión, a los bordes libres, de manera que minimice el relajamiento de pernos socados con anterioridad. Apretar apropiadamente de los tornillos, puede requerir más de un solo ciclo de un ajuste parcial sistemático, antes del ajuste final del indicador, para deformar el elemento calibrador de tensión, que sale hacia fuera, con la abertura especificada.

- 6. Instalación de tornillos de diseño alterno:** Cuando los tornillos incluyen un dispositivo diseñado, que indica indirectamente la tensión del tornillo, o que anteriormente provee la tensión requerida por la Tabla 555-6, y de acuerdo a la Subsección 717.01 deben ser instalados, someter a prueba una muestra representativa, de por lo menos 3 tornillos de cada diámetro, longitud y grado en el proyecto, con un dispositivo capaz de indicar la tensión del tornillo.

Incluir en la prueba de ensamblaje, arandelas planas endurecidas, si se requieren en la conexión actual, acomodadas como en la conexión actual a ser tensada. La prueba de calibración debe demostrar, que cada tornillo desarrolla una tensión de no menos de 5% mas, que la tensión requerida en la Tabla 555-6. Seguir el procedimiento del fabricante. Realizar pruebas periódicas cuando se requiera.

Cuando se usan pernos diseñados para controlar o indicar la tensión del tornillo de los pernos, instalar tornillos en todos los agujeros de la conexión y apretar inicialmente lo suficiente para llevar los elementos a contacto firme,

pero sin llegar a la fluencia o fractura, del elemento de control del indicador de los pernos. Continuar socando sistemáticamente, desde la parte más rígida de la conexión, a los bordes libres, en una manera que minimice, el relajamiento de pernos previamente ajustados.

Dar la torsión apropiada a los tornillos puede requerir, más de un ciclo de ajuste parcial sistemático, antes de que salga el elemento o indicador de los tornillos individuales.

- 7. Inspección:** Inspeccionar los tornillos ajustados, en presencia del Ingeniero. Usar una llave de torsión, para verificar el ajuste de los pernos roscados. Para pernos no roscados, golpear cada perno con un martillo para probar con la onda sonora, la firmeza. Reponer o reajustar cualquier perno que esté suelto o flojo. Cortar con llama, no es permitido para remover los tornillos.

Colocar individualmente, 3 tornillos del mismo grado, tamaño y condición de los que han sido inspeccionados, en un dispositivo de calibración para medir la tensión del tornillo. Realizar esta operación de calibración, por lo menos una vez cada día de inspección.

Usar una arandela bajo la parte que da vuelta, en el proceso de apretar cada tornillo, si se usan arandelas en la estructura. Si no se usan arandelas en las estructuras, usar el material con las mismas especificaciones, del material que colinda con la parte que gira, en el dispositivo de medida de tensión, como se usa con la estructura. En el dispositivo de calibración, apretar cada tornillo con un método conveniente a la tensión especificada. Aplicar la llave de torsión de inspección, al tornillo ajustado para determinar la fuerza de torsión requerida, para girar la tuerca o la cabeza 5 grados, aproximadamente 30 milímetros a un radio de 300 milímetros en la dirección de ajuste. Usar el promedio de torsión requerida, para los 3 tornillos, de acuerdo a la torsión requerida en el trabajo de inspección.

Seleccionar al azar en cada conexión el 10% (por lo menos 2) de los tornillos apretados en la estructura, representados por los tornillos probados y aplicar la llave de torsión de inspección, a cada tornillo seleccionado, girada en la dirección de ajuste. Si esta fuerza torsional, no gira los tornillos o tuercas, se considerarán los tornillos como bien apretados. Si la fuerza torsional, gira uno o más de las tuercas o de las cabezas de los tornillos, aplicar la herramienta de torsión inspeccionada a todos los tornillos en la conexión. Apretar y reinspeccionar, cualquier tornillo cuya cabeza o tuerca gire en esta etapa. Como una opción, resocar todos los tornillos en la conexión y resometer a inspección.

555.18 Soldadura. Soldadura, calificaciones de soldadores, precalificaciones de detalles soldados, inspección de soldadura debe cumplir con

ANSI/AASHTO/AWS Código de Soldadura de puentes D1.5. Suprimir las provisiones de 9.25.1.7.

No soldar o, poner dispositivos de embarque, o cualquier otro material, que no se requiera, a cualquier miembro, si no se muestra en los planos aprobados.

555.19 Erección. Los andamios y encofrados deben cumplir con la Sección 562.

(a) Manejo y almacenamiento de material: Colocar el material almacenado en el proyecto en patines sobre el suelo. Mantener el material limpio y apropiadamente drenado. Colocar y acomodar vigas y puntales, largueros hacia arriba. Soportar los miembros largos, como columnas y cuerdas, en patines colocados los más cerca posible, para prevenir daños debido a deflexión.

(b) Anclajes y apoyos: Proveer e instalar los apoyos de los puentes, de acuerdo a Sección 564. Si la superestructura de acero, se debe colocar sobre una subestructura, que haya sido construida bajo un contrato separado; verificar que la mampostería haya sido construida correctamente, antes de ordenar el material.

(c) Procedimientos de erección:

c.1 De acuerdo a planos: La erección debe realizarse de acuerdo a los planos aceptados. Modificaciones o desviaciones del procedimiento aprobado de erección, requerirá revisión de planos y verificación de esfuerzos y geometría.

c.2 Esfuerzos de erección: Permitir, durante la erección, esfuerzos inducidos en la estructura, como resultado del uso de un método de erección o equipo que difiera del aprobado con anterioridad, y que van a permanecer en la estructura terminada, como esfuerzos de cierre. Proveer material adicional si es necesario, para mantener tanto los esfuerzos temporales como finales, dentro de los límites permitidos por el diseño.

Proveer dispositivos de amarre o atiesadores, para manejar los esfuerzos de miembros individuales, o segmentos de la estructura, durante la erección.

c.3 Mantener alineamiento y contraflecha. Durante la erección, soportar los segmentos de la estructura de tal manera, que mantenga el alineamiento adecuado y la contraflecha, en la estructura total. Instalar marcos cruzados, y arriostramiento diagonal según sea necesario, durante la erección, para dar la estabilidad y geometría correcta. Según

sea necesario, proveer arriostramiento temporal, en cualquier etapa de erección.

(c) Armado en campo: Ensamblar con precisión, como se indica en los planos de erección, y según indiquen las marcas previas. Manipular cuidadosamente el material. No martillar, distorsionar o dañar los miembros. Limpiar las superficies de apoyo, y superficies de contacto permanente, antes del armado.

Armar empalmes y conexiones de campo, con por lo menos 2 pasadores cilíndricos de erección por parte (mínimo 4 por empalme o conexión). Un empalme de una placa en una viga, requiere por ejemplo, por lo menos 4 pasadores cilíndricos de erección, para el empalme del ala superior, 4 pasadores para el empalme del alma, y 4 pasadores para el empalme ala inferior. Colocar los pasadores en los agujeros esquineros de las placas de unión.

Instalar más pasadores cilíndricos de erección, según sea necesario, para alinear con precisión las partes. Rellenar los agujeros restantes en la conexión, con tornillos y apretarlos sistemáticamente, desde la parte más rígida(central) de la conexión hasta los bordes libres. Remover los pasadores cilíndricos de erección, y reponerlos por tornillos bien ajustados.

Soltar los soportes de la erección temporal en un empalme o conexión, solamente después de que todos los tornillos estén instalados, y bien socados. Mostrar situaciones especiales de armado y de soporte, en los planos de erección.

Tornillos de ajuste, pueden tener la misma alta tensión usada en la instalación. Si otros tornillos de ajuste se requieren, se debe usar el mismo diámetro nominal, que los tornillos de alta tensión. Usar pasadores cilíndricos de erección, con 1 milímetro más de diámetro, que los tornillos.

(d) Conexiones de pasadores: Usar pasadores pilotos de hincas y guías de conducción para colocar los pasadores y tuercas. Introduzca los pasadores, de manera que los miembros queden completamente soportados en los pasadores. Atornillar y apretar las tuercas de los pasadores, y cepillar las roscas en la zona de la tuerca, con cepillo de acero o una herramienta afilada, para quitarle rebabas y pequeños daños.

(e) Ajustes: Se pueden realizar ajustes menores de corrección, que impliquen ensanchar, cortar y picar de una forma mínima, si es aprobado. Cualquier error de taller, o alguna deformación que suceda durante el manejo o transporte será causa de rechazo.

555.20 Aceptación. El material (excepto dispositivos de apoyo y pasadortura) para estructuras de acero serán evaluados bajo las Subsecciones 106.02 y 106.03. Proveer certificaciones de producción para cada embarque como sigue:

- a. Acero estructural
- b. Acero forjado
- c. Tornillos, tuercas y arandelas de alta tensión

La construcción de estructuras de acero debe ser evaluada, de acuerdo a la Subsección 106.02 y 106.04.

Dispositivos de apoyo serán evaluados, de acuerdo a la Sección 564.

La pintura será evaluada, de acuerdo a la Sección 563.

Medida

555.21 Medir el acero estructural por kilogramo, calculado de acuerdo a AASHTO *Especificaciones estándar para Puentes de Autopistas*. Incluir todas las partidas incidentes de metal para la estructura, y requeridas por el contrato, como fundiciones, placas de acero, tornillos y tuercas de anclaje, apoyos, cojinetes, rodillos, pasadores y tuercas, cortina de expansión, drenajes de carreteras, metal de soldadura, tornillos empotrados en el concreto, cunetas y abrazaderas, apoyos, postes, conductos, y formas estructurales.

Si las cantidades señaladas en el cartel de licitación, son cantidades de contrato, como se define en Subsección 109.02 (a), cambios en las cantidades como resultado de detalles alternativos propuestos por el contratista, y aceptadas como parte de los planos, no están sujetos a ajustes de acuerdo a Subsección 109.05.

Pago

555.22 Las cantidades aceptadas, medidas como se indica anteriormente, serán pagadas al precio de contrato, del renglón de pago de cada partida, como se señala abajo, y se mostró en el cartel de licitación. El pago será la compensación total, por el trabajo prescrito en esta Sección. Ver Subsección 109.05.

El pago se realizará bajo:

Renglón de pago

Unidad de medida

55501 Acero estructural descripción
suplido, fabricado y erigido

kilogramo

SECCIÓN 556.) BARANDA PARA PUENTES

Descripción

556.01 Este trabajo consiste en proveer, erigir, remover y reinstalar barandas de puentes.

La baranda de puentes será denominada de concreto, acero, aluminio o madera de acuerdo a su material predominante.

Materiales

556.02 Conforme a las siguientes secciones y Subsecciones:

Tornillos y tuercas de aleaciones de aluminio	717.04
Barandas de aleación de aluminio	717.13
Compuesto calafateado impregnado de aluminio	725.24
Soldadura de aluminio	717.15
Barandas de vigas cajón	710.07
Concreto	552
Pintura	563
Acero de refuerzo	709.01
Acero estructural	555
Madera	557

Requerimientos para la construcción

556.03 General. Se colocarán con precisión los tornillos de anclaje para proveer un verdadero y correcto alineamiento de la baranda. Los tornillos de anclaje no deben sobresalir más de 10 milímetros de la tuerca, cuando estén bien apretados. Se biselarán o redondearán, puliendo, limando o esmerilando, los bordes filosos expuestos.

No se debe instalar la baranda hasta que el andamiaje del tramo de soporte haya sido removido. Se construirá la baranda de manera que no se altere por ninguna irregularidad del cordón de caño, acera o la pared que la. La baranda debe presentar una apariencia lisa y uniforme, en su posición final. Todos los postes deben ser colocados a plomo.

556.04 Baranda de concreto. Se construirá de acuerdo a la Sección 552.

556.05 Baranda de acero. Se construirá de acuerdo a la Sección 555.

Si se requiere, se galvanizará de acuerdo a AASHTO M 111 y se proveerán tuercas, tornillos y arandelas galvanizadas de acuerdo a AASHTO M 232. Se repararán las raspaduras menores con pintura de zinc.

Para acero expuesto a agentes atmosféricos se usarán tornillos para la baranda, herrajes, postes, tornillos de anclaje, tuercas, arandelas y cuñas con la misma resistencia a la corrosión atmosférica y las mismas características anti clima que los postes y barandas. Se usarán métodos manuales para limpiar las barandas de acero de todo aceite, suciedad, grasa, mortero o cualquier otra sustancia extraña. Se usarán soldaduras con la misma resistencia a la corrosión atmosférica y características de color similares a las del metal de base. Se limpiarán las soldaduras con cepillo mecánico o con chorro de arena para remover la escoria y salpicaduras.

Si no se requiere una capa de pintura, se limpiará todo el acero climatizado de acuerdo a SSPC-SP6 y se removerá la costra de molino, y otras sustancias extrañas, de manera que la superficie de acero quede expuesta uniformemente a la atmósfera.

556.06 Baranda de aluminio. Se construirá de acuerdo a la Sección 555 excepto lo que sigue:

(a) Corte: El material que tenga un espesor de 13 milímetros o menos debe ser cortado con guillotina, sierra o laminado. Se aserrará o laminará, todo el material que tenga más de 13 milímetros de espesor. No se debe cortar con llama. Se cortarán los bordes en forma recta, lisa y libre de rebabas excesivas o de rasgaduras y rupturas.

(b) Dobladura: El material puede ser calentado a un máximo de 200 °C, por un periodo que no exceda 30 minutos, para facilitar su dobladura.

(c) Agujeros para tornillos y remaches: Los agujeros para tornillos y remaches, quedarán con su tamaño final, perforando con un diámetro menor que el diámetro nominal del perno o remache, y ensanchando hasta su dimensión final.

(d) Soldadura: Se soldará de acuerdo al código AWS de soldadura de aluminio estructural D1.2.

(e) Contacto con otros materiales: No se deben usar aleaciones de aluminio en contacto con cobre, aleaciones a base de cobre, plomo o níquel. Cuando las aleaciones de aluminio queden en contacto con otros metales, se cubrirán las superficies de contacto con una capa de un

compuesto calafateado impregnado de aluminio o se colocará un relleno de neopreno entre ellas.

Cuando aleaciones de aluminio queden en contacto con concreto o piedra, se les aplicará también una capa de un compuesto calafateado impregnado de aluminio, en las superficies de contacto. Cuando se requiera adherencia entre el aluminio y el concreto, se dará una mano de pintura al aluminio de cromato de zinc, y se dejará secar antes de la instalación.

Cuando aleaciones de aluminio queden en contacto con madera se deben aplicar 3 capas de pintura de acuerdo a la Sección 563 y dar una capa de compuesto calafateado, impregnado de aluminio, al aluminio que quedará en contacto.

556.07 Barandas de madera. Se construirán de acuerdo a la Sección 557.

556.08 Remoción y reinstalación de barandas de puentes. Se removerán y almacenarán las barandas y accesorios existentes del puente. Se repondrán todas las demás barandas, soportes y herrajes que se dañen durante la remoción, el almacenamiento o la recolocación.

556.09 Pintura. Cuando se requiera en el contrato, se pintará de acuerdo a la Sección 563.

556.10 Aceptación. El material, excepto concreto, pintura, acero de refuerzo, acero estructural y madera, para las barandas de los puentes será evaluado de acuerdo la Sección 106.03. Se proveerá un certificado de producción, adjunto a cada embarque de barandas.

El concreto será evaluado de acuerdo con la Sección 552.

La pintura será evaluada de acuerdo con la Sección 563.

El acero de refuerzo será evaluado de acuerdo con la Sección 554.

El acero estructural será evaluado de acuerdo con la Sección 555.

La madera será evaluada de acuerdo con la Sección 557.

La construcción de las barandas de puentes será evaluada de acuerdo con las Subsecciones 106.02 y 106.04.

Medición

556.11 Se medirá la baranda de puente por metro o por suma global.

La baranda removida y recolocada se medirá por metro.

Cuando la baranda es medida por metro, esto se hará a lo largo de la parte superior de la baranda.

Pago

556.12 Las cantidades aceptadas, medidas como se ha especificado anteriormente, serán pagadas al precio contratado, por unidad de medida para las partidas que se señalan, y que están especificadas en el cartel de licitación, como sigue. El pago será una compensación total por el trabajo descrito en esta Sección. (Ver Subsección 109.05).

El pago será realizado de acuerdo con :

Partida de pago	Unidad de medida
55601 Baranda de puente _____	Metro
55602 Baranda de puente _____	Suma global
55603 Remoción y recolocación la baranda de puente	Metro

SECCIÓN 557.) ESTRUCTURAS DE MADERA

Descripción

557.01. Este trabajo consiste en proveer, preparar, erigir y pintar estructuras de madera. Incluye también todos los herrajes necesarios y la madera sin aserrar.

Materiales

557.02 Deben estar de acuerdo con las siguientes Secciones y Subsecciones:

Herrajes	716.02
Pintura	563
Madera aserrada y sin aserrar, tratada	716.03
Madera aserrada y si aserrar, sin tratar	716.01

Requerimientos para la construcción

557.03 General. Se realizarán los trabajos de excavación y relleno como se especifica en la Sección 209.

Se proveerá madera aserrada y madera sin aserrar del grado de esfuerzo requerido.

Se limpiará toda la superficie debajo y en los alrededores de todo el material almacenado, para librar al terreno de maleza, desperdicios y cualquier material objetable. Se colocará la capa inferior de madera a por lo menos 200 milímetros sobre el nivel del suelo. Se proveerá el soporte suficiente para evitar pandeo.

Se apilará la madera a cielo abierto, de manera que pueda escurrir el agua. El material se apilará en capas, separadas por espaciadores que se extiendan a través del ancho total del apilamiento, de manera que permitan la circulación de aire. Se alinearán verticalmente todos los espaciadores y se separarán a intervalos regulares.

Se apilará la madera tratada protegiéndola de la lluvia.

Se protegerá la madera contra el clima. Si se cubre, se usará material resistente al agua, tal como plástico de polietileno. No se debe cubrir la madera con telas impermeables durante el tiempo seco. Estas cubiertas se cortarán o punzarán de tal modo que permitan el drenaje del agua caída.

557.04 Madera tratada. Se aserrará la madera antes de su tratamiento. Se manipula la madera tratada de acuerdo a la hoja de información al consumidor publicada por la AWWA. Se manejará la madera tratada con mucho cuidado y no dejará caer, ni se dañarán sus fibras exteriores, ni se perforará la superficie con herramientas. No se usarán grapas, ganchos, o chuzos para su manejo. En aguas costeras, no se cortará ni taladrará la madera en terreno bajo la señal de marea alta.

Se tratarán todos los cortes y desgastes en la madera aserrada o rolliz, con 3 manos, aplicadas con brocha, del mismo tipo de preservante que se usó en el tratamiento original.

Se impregnarán todos los agujeros taladrados después del tratamiento, con el mismo preservante, usando equipo adecuado para su aplicación apropiada. Se taparán todos los agujeros que no se usen con tapones tratados con el mismo preservante.

557.05 Madera no tratada. Se revestirán las superficies de la madera no tratada, de acuerdo a AWWA estándar M4 como sigue:

- (a) Extremos, partes superiores y todas las superficies de contacto de postes, umbrales y casquetes.
- (b) Extremos, juntas y superficies de contacto de los miembros de armadura y amarre.
- (c) Superficies de topes de madera y caras posteriores de muros de contención.
- (d) Cualquier otra madera que esté en contacto con tierra.

557.06 Agujeros para tornillos y elementos de sujeción. Se taladrarán todos los agujeros antes de tratar la madera con preservante. Los agujeros para remaches redondos y clavijas, tendrán 2 milímetros menos que el diámetro de los agujeros finales. El diámetro de los agujeros, para pernos ciegos cabeza cuadrada, o clavijas, deben tener la misma dimensión de los agujeros y clavijas.

Se taladrarán los agujeros para pernos con brocas del mismo diámetro del tornillo y los agujeros para tornillos tirafondo de cabeza cuadrada, con una broca no más grande que el cuerpo del tornillo en la base de la rosca. Se taladrarán estos agujeros, con 25 milímetros menos de profundidad que el tornillo, medidos desde la parte inferior de la cabeza del tornillo.

557.07 Tornillos y arandelas. Se usarán arandelas debajo de las cabezas de todos los tornillos o tuercas que estén en contacto con madera. Se usarán arandelas de hierro colado cuando la madera esté en contacto con el suelo. Se quitarán las rebabas de la madera, producidas por el enroscado y apretura de tuercas y tornillos, con un punzón afilado, después de apretar.

557.08 Avellanado (fresado). Se avellanará el sitio para las tuercas y cabezas de tornillos, cuando el contrato lo requiere. Se pintarán con un preservante aprobado, los excesos de avellanado, excepto en barandas. Después de que las tuercas y tornillos están colocados, se rellenarán los agujeros con resina caliente o cualquier otro material de relleno aprobado.

557.09 Aceptación. Los materiales (excepto pintura) para estructuras de madera serán evaluadas de acuerdo a las Subsecciones 106.02 y 106.03. Se proveerá un certificado de producción con cada embarque de madera estructural y madera en troza.

La construcción de estructuras de madera será evaluada de acuerdo a las Subsecciones 106.02 y 106.04.

La pintura será evaluada de acuerdo a la Sección 563.

Medición

557.10 Se medirá la madera estructural y la madera en troza, tratada y sin tratar; por metro cúbico en la estructura. Se registrarán las cantidades con las secciones nominales y las longitudes reales, excepto en pisos de madera clavados transversalmente. Se medirán los pisos clavados transversalmente en el sitio, después de que ha sido cubierto.

Se medirán los pilotes de madera según la Sección 551.

Se medirás las barandas de puentes de madera según la Sección 556.

Pago

557.11 Las cantidades aceptadas, medidas como se describe anteriormente, serán pagadas al precio contratado, por unidad de medida, de acuerdo al renglón de pago de las partidas que se describen abajo, y que se señalan en el cartel de licitación. El pago será la compensación total del trabajo descrito en esta Sección. (Ver Subsección 109.05).

Renglón de pago

Unidad de medida

55701 Madera estructural y madera rolliza, sin tratamiento
55702 Madera estructural y madera rolliza tratada.

Metro cúbico
Metro cúbico

SECCIÓN 558 – IMPERMEABILIZACION DE MAMPOSTERÍA Y CONCRETO

Descripción

558.01 Este trabajo consiste en impermeabilizar mampostería y concreto.

Materiales

558.02 Se describen en las siguientes Subsecciones:

Asfalto	702.05 (b)
Base	702.05 (a)

Requerimientos para la construcción

558.03 Impermeabilización. Se curará la superficie de concreto o mampostería de acuerdo a la Subsección 552.15, exceptuando el uso de membrana líquida como compuesto de curación. Se permitirá que la superficie de concreto se seque, por lo menos durante 10 días después de finalizada la cura. Se aplicará la impermeabilización a una superficie seca, limpia, y razonablemente lisa, que esté libre de polvo y de material suelto. Se hará en tiempo seco, cuando el aire y la temperatura de la superficie sean de 7 °C o mayores.

Se aplicará la base a la superficie y se le dejará secar. Luego, se aplicarán 2 manos de asfalto, con un promedio de aproximadamente 1.25 kilogramos por metro cuadrado de superficie y por capa. Se aplicarán las capas de base y de asfalto en forma uniforme, cubriendo completamente la superficie, y dejando que penetren dentro de la superficie. El espesor total de las 2 capas finales de asfalto deben tener 2 milímetros aproximadamente, como mínimo. Se permitirá que las capas de asfalto se endurezcan antes de permitir el contacto con agua o con material de relleno.

558.04 Aceptación. El material para impermeabilización será evaluado en las Subsecciones 106.02 y 106.03.

La aplicación de impermeabilización será evaluada en las Subsecciones 106.02 y 106.04.

Medición

558.05 La impermeabilización se medirá por metro cuadrado o suma global. Cuando la medida es por metro cuadrado, se medirá la superficie visible del área impermeabilizada.

Pago

558.06 Las cantidades aceptadas, medidas como se detalla anteriormente, serán pagadas según el precio contratado, por unidad de medición del renglón de pago de las partidas descritas en seguida y que están señaladas en el cartel de licitación. El pago será la compensación total por el trabajo descrito en esta Sección. (Ver Subsección 109.05).

Renglón de pago	Unidad de medida
55801 Impermeabilización	Metro cuadrado
55802 Impermeabilización	Suma global

SECCIÓN 559.) MEMBRANA A PRUEBA DE AGUA

Descripción

559.01 Este trabajo consiste en impermeabilizar superficies de concreto con una membrana firmemente adherida y, cuando así se especifica, protegida con un mortero o capas de asfalto laminado.

Los tipos de protección son designados como sigue:

Tipo I:	Capas de mortero
Tipo II:	Capas de asfalto laminado.

Materiales

559.02 Se describen en las siguientes Subsecciones:

- Asfalto	702.05 b
- Láminas asfálticas	702.05 e
- Asfalto laminado en rollos para techos	702.05 f
- Relleno para juntas	712.01
- Mortero	702.05 d
- Base o imprimación	702.05 a
- Tela impermeabilizante	702.05 c
- Malla electrosoldada	709.01

Requerimientos para la construcción

559.03 Membrana impermeabilizante. Se afinará la superficie del concreto para que no tenga depresiones o elevaciones que puedan causar la rotura de la tela o membrana. Se permitirá que la superficie de concreto se seque por lo menos durante 10 días, después del proceso de curación. Se secará y limpiará la superficie en forma de que esté libre de polvo y materiales sueltos. Se aplicará el impermeabilizante durante tiempo seco, cuando la temperatura esté sobre el congelamiento. Se aplicará la base y se permitirá que se seque.

La impermeabilización se iniciará en el punto más bajo de la superficie de concreto aplicando una capa asfáltica con un trapo, ligeramente más ancha que la mitad del ancho de la tela. Se aplicará el asfalto a una temperatura de entre 150 y 175°C en tal forma que no queden áreas del concreto restante sin cubrir.

Se colocará la tela en tal forma que drene sobre y no contra o a lo largo de los traslapes. Se colocará la mitad del ancho de la tela sobre el asfalto y se presionará de manera que expela todo el aire atrapado para obtener un buen contacto con la superficie.

Se aplicará el asfalto y frotará la parte superior de la primera franja de tela de manera que se disimulen los traslapes. Mientras se impregna, se aplicará otra capa y colocará una franja en el ancho completo de la tela asfáltica. Se presionará en su sitio de tal modo que la primera franja quede cubierta completamente. Se continuará con este procedimiento con las siguientes capas. Los traslapes deben ser de por lo menos 100 milímetros. Toda la superficie debe quedar cubierta, por lo menos, con dos capas de tela. Los traslapes de los finales deben ser de 300 milímetros. No se permitirá, que la tela toque una superficie que no ha sido impregnada con asfalto.

Se impregnará la superficie total con asfalto caliente después de que toda la tela ha sido colocada. Se aplicará el asfalto a razón de no menos de 5 litros por metro cuadrado de superficie horizontal acabada, y no menos de 6 litros por metro cuadrado de superficie vertical. Se llevará el trabajo en tal forma que al final del día toda la tela colocada haya sido impregnada. Se tomará especial cuidado en asegurar que todos los traslapes fueron sellados.

Se evitará que el agua penetre entre la superficie existente y el material de impermeabilización colocado en las esquinas de la membrana y en los lugares donde se interrumpe debido a agujeros como drenajes o tuberías.

Se proveerán juntas impermeables al agua en las juntas de expansión horizontales y verticales, de acuerdo a la Sección 560. Se instalará la membrana a través de todas las juntas de expansión como se especifica.

Se reparará o reemplazará cualquier membrana impermeable, que permita fugas o goteras. La frecuencia del muestreo y sus ubicaciones serán especificados en el contrato.

559.04 Membrana a prueba de agua y protección con mortero. Se instalará una membrana a prueba de agua protegida con mortero, de acuerdo a las Subsección 559.03.

Se cubrirá completamente la membrana, excepto en superficies sin acabar.

Se colocará mortero de 50 milímetros de espesor, reforzado con una malla electrosoldada de 152 milímetros por 152 milímetros o su equivalente, tendida en la mitad del espesor del mortero. La superficie del mortero se acabará con llana, dejándola lisa y dura. Se curará el mortero, con tela húmeda en contacto con la superficie, durante 72 horas, o por medio de cualquier otro método previamente aprobado por el Contratante.

559.05 Membrana a prueba de agua con protección de láminas asfálticas entrelazadas. Se instalarán membranas a prueba de agua con protección de láminas asfálticas entrelazadas, de acuerdo a la Subsección 559.03.

Se cubrirá la membrana con una lámina de asfalto. La lámina tejida se colocará en líneas rectas y regulares. Se usarán láminas o rollos completos en todos los casos, excepto donde se requiera de otra forma, tal como en cierres finales, o alrededor de aberturas y obstrucciones. Se cortará cuidadosamente al tamaño de la abertura y se ajustarán las piezas. Antes de colocar las láminas o rollos se removerá todo el polvo, sobrantes de talco, barriendo las láminas o por medio de un cepillo firme adecuado. Se colocará cada lámina sobre asfalto caliente, y se cubrirán los finales y las esquinas con ese asfalto, antes de instalar la pieza adyacente. Se presionará cada lámina individual firmemente contra la lámina adyacente. Se acabará la superficie uniformemente, para que quede lisa y sin juntas abiertas.

559.06 Aceptación. Los materiales a prueba de agua se evaluarán en las Subsecciones 106.02 y 106.03.

La aplicación del material a prueba de agua, se evaluará en las Subsecciones 106.02 y 106.04.

Medición

559.07 Se puede medir el material a prueba de agua por metro cuadrado o por suma global. Cuando se mide por metro cuadrado, se aplicará a las superficies visibles.

Pago

559.08 Las cantidades aceptadas, medidas como se describió anteriormente, serán pagadas a los precios unitarios de contrato por unidad de medida, según los renglones de pago de la lista que se da a continuación, y que se mostró en el cartel de licitación. El pago será la compensación total del trabajo descrito en esta Sección. (Ver Subsección 109.05).

Renglón de pago	Unidad de medida
55901 Membrana a prueba de agua	Metro cuadrado.
55902 Membrana a prueba de agua	Suma global.
55903 Membrana a prueba de agua con protección tipo_____.	Metro cuadrado.
55904 Membrana a prueba de agua con protección tipo_____.	Suma global.

SECCIÓN 560.) JUNTAS IMPERMEABILIZANTES DEL AGUA

Descripción

560.01 Este trabajo consiste en proveer e instalar elementos impermeabilizantes del agua, en juntas de expansión y juntas de construcción.

Estas juntas pueden ser de cobre, plástico o hule.

Materiales

560.02 Aparecen descritos en las siguientes Subsecciones:

- | | |
|---|--------|
| - Juntas impermeabilizantes de cobre | 712.06 |
| - Juntas impermeabilizantes de hule | 712.07 |
| - Juntas impermeabilizantes de plástico | 712.08 |

Requerimientos para la construcción

560.03. Juntas impermeabilizantes de cobre. Se usan láminas de cobre del espesor, ancho y forma requeridos. Se soldarán las uniones para obtener una junta continua resistente al paso de agua.

560.04. Juntas impermeabilizantes de hule. Antes de instalarlas se presentará para aprobación lo siguiente:

- a. Información sobre la prueba de desempeño.
- b. Muestra de un metro de largo, de cada tipo de junta impermeabilizante requerida.
- c. Por lo menos una unión o empalme hecho en campo, si se van a usar empalmes.

Las juntas impermeabilizantes se moldearán con una sección transversal y un espesor uniformes.

Las conexiones especiales deben tener la moldura completa de la junta impermeabilizante. Se proveerán secciones de unión, bien curadas, densas, sin porosidad, homogéneas, y libres de defectos.

Se construirán uniones de juntas impermeabilizantes, que sean densas y homogéneas a lo largo de toda la sección transversal. Las uniones resistentes al agua, vulcanizándolas o por medios mecánicos. Se construirán uniones de

juntas impermeabilizantes, de tal manera que soporten un esfuerzo a la tensión de por lo menos el 50 por ciento del esfuerzo a la tensión informando, del hule que se use en la junta impermeabilizante.

560.05. Juntas impermeabilizantes plásticas. Antes de la instalación, se someterá a aprobación por lo menos una muestra de la unión de una junta impermeabilizante. Se calentarán las secciones de acuerdo a las instrucciones del fabricante, para sellarlas. Se construirán uniones de tal manera que tengan una resistencia a la tensión de por lo menos el 80 por ciento de la resistencia a la tensión informada del plástico usado en la junta impermeabilizante.

560.06. Colocación de juntas impermeabilizantes. Se colocarán y fijaran cuidadosamente las juntas impermeabilizantes. Se evitará que las juntas impermeabilizantes sean desplazadas o dañadas durante las operaciones de construcción, u otras actividades. Se mantendrán todas las superficies de las juntas, libres de aceites, grasas, mortero seco o cualquier otro material extraño, hasta que queden embebidas en concreto. Se asegurará, que las secciones embebidas de la junta impermeabilizante, sean cubiertas completamente con un concreto denso.

560.07. Aceptación. Los materiales de junta impermeabilizante deben ser evaluados según las Subsecciones 106.02 y 106.03.

La instalación de las juntas impermeabilizantes son evaluadas en las Subsecciones 106.02 y 106.04.

Medición

560.08. Se miden las juntas impermeabilizantes por metro o por suma global.

Pago

560.09. Las cantidades aceptadas, medidas como se describió anteriormente, serán pagadas a los precios unitarios de contrato, para los renglones de pago de la lista que se da a continuación y que se mostraron en el cartel de licitación. El 7pago será la compensación total por los trabajos descritos en esta Sección. (Ver Subsección 409.05.)

Renglón de pago

Unidad de medida

56001 _____ junta impermeabilizante, _____ancho
56002 _____ junta impermeabilizante

Metro.
Suma global.

SECCIÓN 561.) PEGAMENTOS EN CONCRETO ESTRUCTURAL

Descripción

561.01 Este trabajo consiste en reparar grietas en estructuras de concreto, inyectando pegamentos epóxicos a presión,

Materiales

561.02 Se refieren a ellos las siguientes Subsecciones:

Resinas adhesivas epóxicas	725.21
Morteros de polímeros	725.22

561.03 Preparación de la grieta. Se informará el inicio del sello de grietas por lo menos 14 días antes de iniciar el trabajo. Las áreas de trabajo serán identificadas, y marcadas, en la ubicación de las grietas que serán reparadas.

Se removerá toda la suciedad, lechada, y otras impurezas, del interior y exterior de las grietas. Se aplicará a ellas un material de sello temporal de superficie. Se usará un material de sello superficial suficientemente duro y adherente para confinar el material epóxico inyectado, hasta que se cure.

Proveer aberturas en la superficie del sello, a lo largo de las grietas. La distancia entre las aberturas, debe ser por lo menos, del espesor del miembro estructural que se está reparando.

Después de que el adhesivo inyectado se ha curado, se removerá el sello superficial y se acabará la cara de la grieta y las aberturas, nivelándola con la cara adyacente.

561.04 Procedimientos de inyección. Se iniciará la inyección con adherentes epóxicos, en la abertura inferior. Se continuará la inyección en la primera entrada hasta que el epóxico empiece a fluir en la siguiente abertura. Se tapaná la abertura primera, e inyectará epóxico en la segunda, hasta que éste salga por la siguiente abertura superior. Se continuará esta secuencia, hasta que la grieta entera haya sido llenada. Se usará un material epóxico de 2-componentes y se mantendrá la relación de mezcla, de acuerdo a la recomendación del fabricante, con una tolerancia del 5 por ciento por volumen, en cualquier presión de descarga que no exceda 1.4 megapascales. No se usarán solventes para diluir el epóxico.

Se usará equipo de desplazamiento lineal, para medir, mezclar e inyectar el epóxico a presiones que no excedan de 1.4 Mega Pascales.

(a) Prueba de la relación adecuada. Se realizará esta prueba para cada unidad de inyección, al inicio y al final de cada día en que la unidad es usada. Se desconectará la cabeza de mezcla del equipo de inyección y se bombearán los 2 componentes del adhesivo, por medio de un accesorio de verificación de la relación, con 2 boquillas y válvulas independientes, capaces de controlar la razón de flujo y presión de cierre, abriendo y cerrando las válvulas en el accesorio de cierre. Se usará un medidor de presión capaz de medir la presión de cierre, detrás de cada válvula, para ajustar la presión de descarga a 1.4 Mega Pascales, para los dos componentes epóxicos. Simultáneamente, se descargarán ambos componentes epóxicos en recipientes calibrados separados. Se compararán las cantidades descargadas para determinar la relación de la mezcla.

(b) Prueba para la presión de cierre. Se realizará esta prueba para cada unidad de inyección, al inicio y al final de cada día en que la unidad es usada.

Se desconectará la cabeza de mezcla del equipo de inyección, y se unirán las líneas de salida de los dos componentes del adhesivo a un dispositivo de presión de cierre con 2 válvulas, con boquillas capaces de controlar la relación del flujo y la presión, abriendo y cerrando las válvulas. Se usará un medidor de presión capaz de medir la presión cuando sube detrás de la válvula, debido al cierre de ésta. Se cerrarán las válvulas en el accesorio de presión de cierre y se operará el equipo hasta que en el medidor de presión, en cada línea, se lea 1.4 Mega Pascales. Cuando las bombas se detengan, la presión no debe caer bajo 1.3 Mega Pascales, en los 3 minutos siguientes.

(c) Registros. Se mantendrán disponibles registros precisos y completos de las pruebas de relación de los componentes y de la presión. Pruebas adicionales de relaciones de los componentes y de presión pueden ser requeridas.

561.05 Núcleos. Se sacará un núcleo de 50 milímetros de diámetro, de acuerdo a AASTHO T 24, cada 15 metros de grieta reparada, en las ubicaciones designadas. La reparación de grietas es aceptable si la muestra del núcleo indica un 90% o más de grieta reparada satisfactoriamente.

Cuando un núcleo de prueba muestre que el pegamento epóxico ha penetrado en menos del 90% del volumen de la grieta, se rehará ese segmento de 15 metros de grieta, o el segmento representado por el núcleo, y se perforará nuevamente un núcleo de prueba. Se repetirá este procedimiento hasta que la reparación de la grieta sea aceptable.

Se rellenarán todos los agujeros de los núcleos de prueba con un mortero de polímero y se acabará la superficie a nivel con el concreto adyacente.

561.06 Aceptación. Los materiales para adherir concreto estructural, son evaluados en las Subsecciones 106.02 y 106.03.

El trabajo de adherir concreto estructural se evalúa en las Subsecciones 106.02 y 106.04. (Ver Tabla 561.1 para los requisitos de muestreo y pruebas). La reparación de grietas se evalúa de acuerdo a la Subsección 561.05.

Medición

561.07 Se medirá la reparación de las grietas por metro o por suma global.

Se medirá el concreto estructural adherido, por metro, por litro, o por suma global.

Cuando la medida es por metro, se medirá la longitud de grieta superficial aceptablemente reparada.

Cuando la medida es por litro, se medirá el número de litros de material adherente inyectado en las grietas marcadas, que hayan sido aceptablemente reparadas.

Pago

561.08 Las cantidades aceptadas, medidas como se describió, anteriormente serán pagadas a los precios unitarios de contrato, por unidad de medida, de acuerdo con los renglones de pago de los listados descritos en seguida y que se muestran en el cartel de licitación. El pago será en compensación total, del trabajo descrito en esta Sección. /Ver Subsección 109.05).

Renglón de pago

Unidad de medida

56101 Adherente para concreto estructural	Metro
56102 Adherente para concreto estructural	Litro
56103 Adherente para concreto estructural	Suma global
56104 Preparación de grieta	Metro
56105 Preparación de grieta	Suma global.

Tabla 561 – 1

Muestreo y Prueba

Materiales o Productos	Propiedades o características	Métodos de Prueba o Especificaciones	Frecuencia	Lugar de muestreo
Concreto reparado	Núcleo de prueba de 50-mm de diámetro	AASHTO T 24	1 por cada 15 metros de grieta reparada	Grieta reparada

SECCIÓN 562.) ENCOFRADOS Y ANDAMIAJE

Descripción

562.01 Este trabajo consiste en el diseño, construcción y remoción de encofrados y andamiaje para soporte temporal del concreto, vigas y otros elementos estructurales, hasta que la estructura se pueda autosoportar.

Requerimientos para la construcción

562.02 Planos. Cuando no se muestran los detalles completos de los encofrados y andamios, se prepararán y presentarán planos al Contratante, de acuerdo con la Subsección 104.03. los planos y otros documentos mostrarán lo siguiente, según sea aplicable.

(a) Detalles para construir, en forma segura y adecuada, encofrados y andamios que provean la rigidez necesaria, soporten a las cargas impuestas, y logren el alineamiento y pendientes requeridos por la estructura. (Ver Subsección 562.03 para las cargas de diseño. Ver Subsección 562.05 para piezas prefabricadas).

(b) Cargas máximas aplicadas a las fundaciones que soportarán los encofrados. Se incluirá el drenaje, o se describirá cómo se protegerán las fundaciones contra la saturación, corrosión, y/o limpieza. (Ver Subsección 562.06).

(c) Descripciones con detalle, de todos los materiales propuestos. Se describirán todos los materiales que no tengan una nomenclatura común (Como especificaciones AASTHO o ASTM) basándose en las pruebas del fabricante y en cargas recomendadas. Se evaluarán los materiales de andamios, y se asegurará que las condiciones físicas de los materiales pueden soportar las cargas supuestas en el diseño.

(d) Cálculos del diseño y especificaciones de materiales, que muestren que el sistema propuesto, soportará las presiones y cargas impuestas por el concreto, y otros elementos. Se proveerá la descripción de la operación propuesta de colocación del concreto propuesta, una lista del equipo, mano de obra y procedimientos que serán usados durante cada operación. Se incluirá un diagrama que muestre la secuencia de colocación del concreto y la ubicación de las juntas de construcción.

(e) La memoria de cálculo del diseño del andamiaje propuesto en el caso de puentes. Un profesional, debidamente registrado en diseño estructural, debe

diseñar y firmar los planos. En los cálculos del diseño del encofrado, deben mostrarse los esfuerzos y las deflexiones en los elementos de soporte.

(f) Asentamientos o deflexiones totales previstas, de los encofrados y andamios. Se incluirá el asentamiento en las bases de los andamios. El asentamiento previsto no debe exceder de 25 milímetros. Se diseñará y detallará el encofrado de soporte de las losas, voladizos y vigas de los puentes, en tal forma que asegure que no habrá asentamientos diferenciales, en las vigas y encofrados de las losas, durante la colocación del concreto. Se diseñarán y construirán los encofrados con niveles que tomen en cuenta los asentamientos durante la colocación del concreto y la contraflecha o deflexión requerida para compensar la deflexión que producirá en los diferentes elementos, durante la construcción.

(g) Los sistemas de soporte de los encofrados prefabricados (paneles), que soportarán las cubiertas de la losa, y los voladizos de las vigas de los puentes.

(h) Los detalles del refuerzo y la protección de los encofrados adyacentes a carreteras y ferrocarriles, durante cada fase de la erección y remoción. (Ver Subsección 562.07).

(i) Procedimientos propuestos de erección del acero, con cálculo detallado, mostrando que la geometría de las vigas es adecuada. (Ver Subsección 562.08).

(j) Detalles del anclaje propuesto, apuntalamiento, atiesadores y separadores para los encofrados huecos. (Ver subsección 562.10 para encofrados huecos).

(k) Dibujos separados del andamiaje para cada estructura, excepto para estructuras idénticas, en que se mostrará el andamiaje típico y sus detalles. No se iniciará la construcción de ninguna unidad de encofrado hasta que los planos para esa unidad hayan sido revisados y aprobados.

562.03 Cargas de diseño.

(a) Cargas verticales de diseño. Las cargas muertas, incluyen peso del concreto, acero de refuerzo, encofrados y andamiaje. Se considerará la superestructura entera como una masa de concreto fluido, sin ninguna posibilidad de soportarse por sí mismo. Si el concreto va a ser post-tensado se diseñará el andamiaje para soportar cualquier incremento de cargas causado por los esfuerzos de postensión.

Se supondrá la densidad del concreto, acero de refuerzo y encofrados en no menos de 2600 kilogramos por metro cúbico para concreto normal, y en no menos de 2100 kilogramos por metro cúbico para concreto liviano.

Se considerarán las cargas vivas del equipo que será soportado por el andamiaje, como cargas concentradas en el punto de contacto, más una carga uniforme de no menos de 1000 pascales, aplicados sobre el área soportada, más 1100 newtons por metro, aplicados en el borde exterior del voladizo del andamiaje.

La carga total vertical de diseño para el andamiaje es la suma de las cargas verticales muerta y viva. Se usará una carga total vertical de diseño no menor de 4800 pascales.

(b) Cargas horizontales de diseño. Se usará una carga horizontal supuesta, en las torres de andamios, marcos y otras estructuras de andamios para verificar la estabilidad lateral. Esa carga horizontal es la suma de la carga horizontal real del equipo, secuencia de construcción y otras causas y una provisión para el viento. Sin embargo, en ningún caso, la carga horizontal supuesta debe ser menor, del 2% de la carga muerta total soportada en el sitio considerado.

La provisión mínima para el viento, para cada puntal de trabajo pesado, que tenga una capacidad de carga vertical que exceda los 130 kilonewtons por pata, es la suma de los productos del área de impacto del viento, factor de forma y valor de presión de viento aplicable para cada altura, en una zona determinada. El área de impacto del viento, es el área total proyectada de todos los elementos sobre la cara de la torre normal al viento aplicado. Se supondrá un factor de forma para puntales de trabajo pesado como 2.2. Se determinará la presión de viento, de acuerdo con la Tabla 562.-1.

La carga mínima de viento permitida para todos los otros tipos de andamios, incluyendo andamios soportados sobre puntales para trabajo pesado, es la suma de los productos del área de impacto y el valor de la presión de viento aplicable, para cada altura, en una zona determinada. Se usarán las presiones de viento de diseño de la Tabla 562-2.

Se diseñarán los andamios en tal forma que tengan suficiente rigidez para resistir las cargas horizontales supuestas, sin la carga muerta vertical. Se despreciarán los efectos de resistencia por fricción.

Tabla 562-1
Presión de viento de diseño – Puntales de acero para trabajo pesado

Altura de la zona sobre el suelo (metros)	Valor de Presión de viento – Pa	
	Adyacente al tráfico	En otros sitios
0	960	720
9 – 15	1200	960
15 – 30	1450	1200
sobre 30	1675	1450

Tabla 562 – 2
Presión de viento de diseño – Otros tipos de andamios

Altura de la zona sobre el suelo (metros)	Valor de presión de viento – Pa	
	Para miembros sobre y adyacentes al tráfico	En otros sitios
0	320 Q	240 Q
9 – 15	400 Q	320 Q
15 – 30	480 Q	400 Q
sobre 30	560 Q	480 Q

Nota: $Q = 0.3 + 0.2 W$, pero no más de 3 . W es el ancho del sistema de andamiaje en metros, medido en la dirección de la fuerza del viento que se considera.

(c) Presión lateral del fluido. Para concreto con aditivos retardadores, cenizas, u otros sustitutos puzolánicos para el cemento, se diseñarán los encofrados, los separadores, rigidizadores, y amarras para soportar la presión lateral, basándose en un concreto con densidad de 2400 kilogramos por metro cúbico. Para concreto que no contiene puzolanas o aditivos que afecten el tiempo de fragua inicial, se determinará la presión lateral del fluido basada en la temperatura y la razón de colocación de acuerdo al ACI estándar 347R, *Guide for Formwork for Concrete*.

562.04 Esfuerzos de diseño, cargas y deflexiones. El máximo esfuerzo de diseño y las cargas descritas en esta sección, están basados en el uso de materiales de alta calidad, sin daño alguno. Si se usara materiales de inferior calidad, se reducirán los esfuerzos permitidos y las cargas. No se excederán los esfuerzos y las cargas máximas, ni las deflexiones en el diseño de andamios.

(a) Acero. Para grados de acero identificados, no se excederán los esfuerzos máximos de diseño especificados en el *Manual of Steel Construction* Publicado por AISC.

Cuando el grado de acero no se pueda identificar positivamente no se excederán los esfuerzos de diseño especificados en el Manual de la AISC para acero ASTM A 36M. o los siguientes valores:

- Tensión axial y flexión = 150 megapascales
- Compresión axial = $110\,000 - 2.6 (L/r)^2$ kilopascales.

Nota: L/r no debe exceder 120.

- Cortante en la sección transversal del alma, de figuras de molino = 100 megapascales.
- Desgarramiento del alma para figuras de molino = 185 megapascales.

Para ningún grado de acero, se excederán los siguientes esfuerzos y deflexiones de diseño:

- Compresión, flexión⁽¹⁾ = $\frac{82750}{Ld/bt}$ megapascales

Nota: (1) No se excederán 150 megapascales para acero sin identificación, o acero que cumpla con ASTM A 36. No se excederán $0.6 F_y$ para aceros identificados.

En la expresión anterior:

- L = Longitud sin soporte o arriostre.
- d = Dimensión menor de una columna cuadrada o rectangular o el ancho del cuadrado de un área de sección transversal equivalente para columnas redondas o peralte de vigas.
- b = ancho del ala en compresión.
- t = Espesor del ala en compresión.
- r = Radio de giro de la pieza.
- F_y = Mínimo esfuerzo de fluencia especificado para el grado de acero usado.

- La deflexión debida al peso del concreto no debe exceder 1/500 de la luz, aunque la deflexión sea compensada por la contraflecha propuesta.
- El módulo de elasticidad (E) para acero es de 210 Giga Pascales

(b) Otros requisitos. Se limitarán los claros de andamios para soportar vigas -T de puentes, a 4.3 metros más 8.5 veces el peralte total de la viga-T .

562.05 Accesorios de ensamblaje. Para los gatos mecánicos, puntales, columnas viguetas y otros accesorios prefabricados, no se excederán las recomendaciones del fabricante, o el 40 por ciento de la capacidad última de carga del ensamblaje, basado en las pruebas del fabricante, o pruebas adicionales que hayan sido ordenadas. El límite de la deflexión, de carga muerta máxima de las viguetas es de 1/500 de su luz.

Se proveerán catálogos o información equivalente que muestre las recomendaciones del fabricante, o se realizarán pruebas, según sea necesario, para demostrar lo adecuado que es cualquier accesorio propuesto para ser usado.

562.06 Fundaciones para el andamiaje. Se verificarán en campo todos los niveles de la fundación propuesta en su sitio, antes de diseñar.

Cuando se usen fundaciones distribuidas, se determinará la capacidad de soporte del suelo. La capacidad máxima de soporte para un material de fundación, que no sea roca, es 190 kilopascales.

No se colocará la esquina de una fundación a menos de 300 milímetros del hombro del talud, ni a menos de 1.2 metros de excavaciones, a menos que sea soportada adecuadamente.

Cuando se use una fundación de pilotes, debe estar de acuerdo a la Sección 551.

Se protegerá la fundación contra efectos adversos, durante su uso. Se informarán al Contratante las acciones que tomarán, para proteger la fundación.

562.07 Andamiaje sobre o adyacente a carreteras y ferrocarriles. Se diseñarán y construirán los andamios protegidos contra impactos de vehículos.

Se proveerán accesorios adicionales para asegurar que los andamios permanecerán estables, si están sujetos al impacto de vehículos. Se usarán cargas de diseño vertical para los andamios, postes, columnas y torres (no para las fundaciones) que sean mayores o iguales que las siguientes:

- a. 150% de la carga de diseño calculada de acuerdo a la Subsección 562.03, pero que no incluya ningún incremento o reajuste de cargas, causado por los esfuerzos de postensión.

- b. El incremento o reajuste de las cargas producidas por los esfuerzos de postensión.

Se instalarán barreras temporales de tráfico antes de erigir las torres de andamios o columnas adyacentes a una carretera en operación. Se localizarán las barreras en tal forma que las fundaciones de los andamios o pilotes, estén a por lo menos 75 milímetros, de las barreras de concreto para el tráfico, y todos los otros miembros del andamiaje, a no menos de 300 milímetros libres. No se removerán las barreras hasta que su retiro sea aprobado.

562.08 Andamiaje para estructuras de acero.

(a) Se usarán cargas de diseño que consistan en los pesos del acero estructural, la carga del equipo de erección y todas las otras cargas soportadas por los andamios.

(b) Se diseñarán los andamios y encofrados para el concreto soportado en estructuras de acero, en tal forma que las cargas que se aplican al alma de la viga, caigan dentro de los 150 milímetros del ala de la viga o el atiesador. Se distribuirán las cargas de tal manera, que no produzcan distorsión local en el alma. No se usarán encofrados en voladizo para la losa, que requiera de agujeros taladrados en las almas de las vigas.

(c) Se colocarán puntales y separadores rigidizadores que soporten las vigas exteriores del andamiaje de las losas en voladizo, a las vigas interiores para prevenir, distorsión y sobreesfuerzos del alma de la viga exterior.

(d) No se aplicarán cargas a las estructuras existentes, nuevas, o parcialmente construidas, que excedan la capacidad soportante, de cualquier parte de la estructura, de acuerdo al factor de carga del método de diseño del AASTHO *Bridge Design Specifications* usando las cargas del grupo IB.

(e) Se construirán andamios de soporte de acuerdo al método propuesto de erección, sin sobrecargar el acero estructural, y produciendo una estructura con la geometría final pedida y la continuidad solicitada.

562.09 Construcción de andamiajes. Se construirán andamios de acuerdo a los planos presentados y aprobados.

Cuando se requiera soldadura, se presentará la certificación como soldador, para cada operario de acuerdo a la Subsección 555.18.

Se dejarán contraflechas en los andamios para compensar su deflexión y la deflexión prevista de la estructura. Las contraflechas mostradas en los planos o especificadas por el Contratante se aplican solamente a la deflexión prevista de la estructura.

Se colocarán indicadores del movimiento en el encofrado de concreto, y en lugares estratégicos, en tal forma que permitan, desde tierra, determinar el asentamiento total de la estructura, durante la colocación del concreto.

No se aplicarán cargas muertas adicionales a los andamios que no sean los encofrados y acero de refuerzo, sin autorización.

Se detendrá la colocación del concreto y se tomarán las acciones correctivas, si se presentan imprevistos, incluyendo asentamientos, que causen desviación en los andamios de más de 10 milímetros que lo mostrado en los planos. Si no se toman acciones correctivas satisfactorias antes del fraguado inicial, se removerá todo el concreto inaceptable.

562.10 Encofrados. Para superficies expuestas de concreto se usará madera terciada clase I para exteriores, o cualquier otro material que deje una superficie lisa y uniforme. Se usarán tableros de encofrado o paneles que estén en buena condición, sin defectos en la superficie expuesta. Si se usan tableros de encofrado que no sean de madera terciada, deben tener condiciones de trabajo iguales o mejores al material especificado.

Se proveerán y colocarán los tableros de encofrado de las superficies expuestas, en anchos y altos uniformes, previa aceptación del Contratante.

Se colocarán los tableros de encofrado en forma simétrica respecto a las líneas o esquinas de la estructura. Se colocarán tableros para superficies verticales con la dimensión mayor en posición vertical y con sus juntas niveladas y continuas.

(a) Encofrados de losas permanentes. Usar encofrados permanentes solamente cuando el contrato lo permite.

Los encofrados permanentes de losas de Puente y soportes, se fabricarán de acuerdo a ASTM A 653 M, designación de acabado 2600, en cualquier graduación, excepto la 340, clase 3.

Se instalarán los encofrados de acuerdo a los planos aceptados de fabricación y erección. No se soldará ningún soporte a las alas del acero que se considere que no deben soldarse, o a las partes del ala que están sujetas a esfuerzos de tensión.

(b) Encofrados sin uso. Se almacenarán los encofrados en un sitio seco, para evitar deformaciones. Se asegurarán los encofrados, usando anclajes y atiesadores que dejen un mínimo de metal o cualquier otro material de soporte expuesto en el fondo de la losa acabada.

Se impermeabilizará la superficie exterior del encofrado. Se sellarán los extremos del encofrado en forma que el mortero no escape. Se usará relleno de hule premoldeado, de 6 milímetros de espesor, como junta alrededor del perímetro de la pieza, para permitir expansión.

(c) Encofrados metálicos. Las especificaciones del encofrado relativas al diseño, sello para mortero, ajuste de esquinas, arriostre, alineamiento, remoción, reuso y desmoldantes, también se aplican a encofrados metálicos.

562.11 Remoción de encofrados y andamios. Se removerán todas los encofrados, excepto lo que sigue:

- a. Pisos interiores de encofrado de vigas de losas o vigas cajón coladas en sitio.
- b. Encofrados de la parte interna de áreas vacías en el interior de miembros prefabricados.
- c. Encofrados en bastiones o pilas, cuando no hay acceso permanente dentro de las celdas o áreas vacías.

Los encofrados que no soportan la carga muerta de piezas de concreto y encofrados para barandas y barreras, pueden ser quitadas 24 horas después de que el concreto ha sido colado. Se protegerán las superficies de concreto expuesto a daños. Se curarán todas las superficies expuestas de concreto de acuerdo a la Subsección 552.15, si los encofrados son removidos antes de 7 días después de la colocación del concreto.

No se removerán los encofrados y andamios hasta que los requisitos de resistencia y tiempo de la Tabla 562.-3 se hayan alcanzado.

Se removerán los andamios de puentes de arco en forma uniforme y gradual. Se iniciará la remoción en la corona y se trabajará hacia la línea de arranque. Se quitarán los andamios de los arcos adyacentes en forma simultánea.

No se removerán los andamios de porciones post-tensadas de estructuras hasta que el acero de postensión, haya sido tensado.

No se removerán los andamios que soportan la losa de una estructura rígida, excluyendo alcantarillas de cuadro, hasta que el material de relleno haya sido colocado y compactado contra las patas verticales del marco.

Tabla 562 – 3
Criterio de soporte mínimo para remoción de encofrados.

Elemento estructural	Porcentaje de la resistencia especificada a los 28 días (f'_c)	Mínimo número de días desde la última colada
a. Columnas y paredes (Sin soporte de cargas)	50	3
b. Pilas, bastiones y estribos masivos (sin soporte de carga)	50	3
c. Vigas cajón	80	14
d. Vigas simplemente apoyadas, vigas T, losas de puentes, viga cabezal de pilas, losas de concreto, alcantarillas de cuadro	80	14
e. Losas y voladizos soportados sobre viguetas de acero o vigas de concreto post-tensado	70	10
f. Cabezales de pilas soportados en forma continua.	60	7
g. Arcos, luces continuas de puentes, marcos rígidos.	90	21

Se removerán todos los materiales de andamiaje y los pilotes de andamios por lo menos hasta 0.5 metros bajo la superficie del suelo original. Cuando los pilotes de andamios fueran hincados dentro de los límites de la excavación de la zanja o canal, se removerán los pilotes por lo menos hasta 0.5 metros bajo el fondo y también los de las áreas excavadas de taludes laterales.

Se dejarán los encofrados de las fundaciones construidas dentro de presas, cuando su remoción pondría en peligro la seguridad de la presa, y cuando los encofrados no sean visibles en la estructura terminada.

Se removerán todos los otros encofrados que estén sobre o bajo el nivel de agua.

562.12 Aceptación.

Los encofrados y andamiaje, incluyendo diseño, construcción, y remoción, son evaluados en de las Subsecciones 106.02, 106.03 y 106.04.

Cuando la instalación del andamiaje se termine, y antes que el concreto sea colocado o la remoción se inicie, se inspeccionará el andamiaje por el Contratante por medio de un ingeniero con experiencia en diseño estructural. Se certificará, en forma escrita, que la instalación está de acuerdo con el contrato, con los planos de andamiaje aprobados (incluyendo los cambios aprobados) y con las practicas de ingeniería aceptadas. Se proveerá una copia de la certificación antes de colocar el concreto.

Medición y pago

562.13 . Ver Subsección 109.05

No se medirán los encofrados y los andamios para pago.

SECCIÓN 563.) PINTURA

Descripción

563.01 Este trabajo consiste en aplicar un recubrimiento protector a las superficies de metal, madera o concreto para evitar la corrosión y deterioro.

Materiales

563.02 Su descripción está cubierta por las siguientes Secciones y Subsecciones:

Aceite de linaza	725.14
Solventes minerales	725.14
Pintura	708
Agua	725.01

Requerimientos para la construcción

563.03 Protección al público, trabajadores y propiedad. Para pintar estructuras de acero debe cumplirse las recomendaciones de la guía 3 (SSPC) SSPC-PA - Guía de seguridad de la aplicación de pintura y los requisitos de OSHA. Si la pintura que será removida es un material peligroso que contenga plomo o cromo, debe cumplirse las siguientes normas:

- Guía SSPC 6 I (CON) – Guía para eliminar las materias generados durante la remoción de pintura.
- Guía SSPC 7 I (DIS) - Guía para la disposición de materias que contengan plomo, producidas por la remoción de pintura.
- 29 CFR 1926.62 – OSHA. Estándares de plomo para la Industria de la Construcción.
- 40 CFR 50.6 – EPA . Estándares Nacionales Primarios y Secundarios, de calidad del aire, para un material en particular.
- 40 CFR 50.12 – EPA. Estándares Nacionales Primarios y Secundarios de calidad del aire cuando se usa plomo.
- 40 CFR Partes 260 – 268 – Acta de Conservación y Recuperación de recursos (RCRA)

Por lo menos 28 días antes de iniciar la preparación de la superficie, se presentará un plan por escrito que detalle las medidas a tomar para la protección del medio ambiente, el público, los trabajadores y la propiedad adyacente, que debe ser aprobado por el Contratante. Se incluirá en el plan lo siguiente:

- a. Información del fabricante sobre seguridad, e información sobre todos los materiales, productos para limpieza y pintura que serán usados.
- b. Plan detallado para la remoción de materiales, productos de limpieza y desechos de pintura.
- c. Plan detallado de eliminación de desechos, de los materiales removidos, productos de limpieza y pintura.
- d. Medidas específicas de seguridad para proteger a los trabajadores de accidentes, incluyendo caídas, gases, fuego o explosiones.
- e. Medidas específicas de seguridad de acuerdo a 29CFR 1926.62, 40CFR 50.6, 40CFR 50.12 y 40CFR partes 260 – 268, cuando la pintura que se remueva es un material peligroso.
- f. Procedimientos de emergencia en caso de derrames.
- g. Supervisor competente, responsable de toda la seguridad ocupacional, y medidas anticontaminantes, para que sean implementadas y mantenidas en todo momento.

Después de la aceptación, se realizará el trabajo de acuerdo a lo planeado. Si las medidas no se llevan a cabo como se previó, se detendrá el trabajo inmediatamente, y se tomarán las medidas correctivas. Se recogerán y eliminarán apropiadamente todos los materiales, incluyendo agua sucia que han sido usadas en la preparación, limpieza o pintura.

563.04 Protección del trabajo. Se protegerán las superficies adyacentes, que no van a ser pintadas, usando plásticos, lienzo, papel u otro medio adecuado. Se prevendrá la contaminación de la pintura fresca del polvo, aceite, grasa o cualquier otro material dañino.

563.05 Preparación de la superficie, General. Se notificará al Contratante por escrito, con por lo menos 7 día de anticipación, del inicio de operaciones. Inmediatamente antes de pintar se preparará la superficie en la siguiente forma:

- a. Se limpiará la superficie de acuerdo al nivel especificado de limpieza.
- b. Se removerá la suciedad, el polvo y cualquier otro contaminante de la superficie, usando los métodos recomendados por el fabricante de la pintura.
- c. Se secará adecuadamente la superficie.
- d. Se trabajará cuando la temperatura de la superficie esté entre 10 y 40°C.

- e. Se determinará que la temperatura está a 3 °C o más sobre la temperatura de rocío, de acuerdo a ASTM E 337.
- f. Se determinará que la humedad sea menor del 85%, a menos que se haya especificado diferentemente, o se diga en las especificaciones del fabricante.

Pueden ser usados controles adecuados de ingeniería, como cubrir áreas o deshumidificar, para proveer las condiciones especificadas anteriormente.

563.06 Aplicación de pintura. General. Se usarán practicas de manipulación seguras que estén de acuerdo con las instrucciones del fabricante. Se mezclará y aplicar a la pintura de acuerdo con esas instrucciones. Se mezclará la pintura con mezcladores mecánicos, durante suficiente tiempo para que los pigmentos y solventes se mezclen uniformemente bien. Se continuará la mezcla durante la aplicación. No se disolverá la pintura que ha sido formulada como lista para aplicarse.

Pintar es un proceso nítido de trabajo manual y uniforme que no produce excesos de pintura, derrames, saltos o áreas de espesores delgados. Se medirá el espesor de pintura húmeda durante la aplicación, y se ajustará la razón de aplicación en tal forma que, después de curada, se obtenga el espesor deseado. Se aplicará la pintura por medio de brocha, pulverizador (spray), rodillo, o cualquier combinación, que sea permitida por el fabricante.

Se usarán brochas que contengan suficientes cerdas, en longitud y cantidad, para distribuir la pintura en forma de película uniforme. Se usarán brochas redondas o planas, de 120 milímetros como máximo.

Se usarán equipos pulverizadores convencionales, o sin aire, con trampas adecuadas, filtros, o separadores para separar el aceite y agua del compresor de aire. Se usará un compresor de aire que no muestre manchas negras o de agua, cuando sea probado de acuerdo a ASTM D 4285. Se usarán boquillas de pistolas pulverizadoras, con la presión recomendada por el fabricante.

Se usarán rodillos solamente en superficies planas uniformes. No se usarán rodillos que dejen texturizada la película de pintura.

Se usarán cepillos de piel de oveja, brochas gordas o cualquier otro método aceptable de pintura, para las superficies inaccesibles para pintar por medio de los métodos convencionales.

Se curará cada capa de pintura de acuerdo a las recomendaciones del fabricante. Se corregirán todas las áreas con espesor insuficiente, o con cualquiera otra deficiencia antes de la siguiente aplicación de pintura. Se teñirán las aplicaciones sucesivas de pintura, para contrastar con la pintura que está

siendo cubierta. El Contratante aprobará el color de acabado final antes de su aplicación.

Las superficies cubiertas que queden inaccesibles después de la erección, deben ser pintadas con todas las manos requeridas, antes de la erección. Después de erigidas, se limpiará muy bien todas áreas que han sido dañadas, o deterioradas y se pintarán estos puntos con las manos de pintura especificadas, de tal forma que den el espesor de pintura especificado, antes de aplicar la mano final de acabado.

563.07 Hierro y acero estructurales.

(a) Métodos de pintura.

a.1 Superficies nuevas o superficies con toda la pintura existente removida. Proveer un método como se muestra en la Tabla 563-1.

a.2 Superficies con pintura en buen estado. Proveer un método de pintura compatible con la pintura existente. Usar el sistema descrito en la Tabla 563-2 u otro que sea aprobado por el Contratante de acuerdo con la entidad dueña de las estructuras.

Por lo menos con 14 días de anterioridad a la orden de pintar, se verificará la compatibilidad del método propuesto con los métodos siguientes:

a.2.1 Selección de un área de prueba, de por lo menos 3 metros cuadrados que represente la condición en que está la estructura. Ejecución de preparación especificada de la superficie y aplicación del método propuesto a la capa superior y a la base existente. Inspección de levantamientos, sangrado, ampollas, encogimientos, agrietamiento, escamado u otra evidencia de incompatibilidad.

a.2.2 Verificación de que no haya indicación de incompatibilidad, por lo menos 14 días después de la aplicación de cada producto. Ejecución de pruebas de adherencia, de acuerdo a ASTM 3359, método A. Notificación al Contratante si las pruebas de adherencia fallan, en la interfase del sistema existente y el sustrato o entre el acabado existente y la base. Una falla de adherencia indica incompatibilidad. Escogencia de un sistema de pintura más compatible.

Tabla 563-1

Métodos de pintura para Hierro y acero estructurales
Superficies nuevas y superficies con toda la pintura removida.

Sistema de Pintura					
CAPA	1	2	3	4	5
	Agresivos Ambientes (Sal)	Ambientes Agresivos (Sal)	Ambientes Agresivos (Sal)	Ambientes menos agresivos (Sin sal)	Ambientes menos agresivos (Sin sal)
Base	Zinc inorgánico Tipo II 75-100µm seco	Zinc Epóxico 75-100µm seco	Uretano curado- húmedo 50-75 µm seco	Látex acrílico 50-75 µm seco	Alcalino Bajo VOC 50-75 µm seco
Intermedi a	Epóxico 75-100 µm seco	Epóxico 75-100µm seco	Uretano Cura-húmeda 50-75 µm seco	Látex acrílico 50-75 µm seco	Alcalino Bajo VOC 50-75 µm seco
Superior	Uretano alifático 50-75 µm seco	Uretano alifático 50-75 µm seco	Uretano o utretano alifático Cura-húmeda 50-75 µm seco	Látex acrílico 50-75 µm seco	Alcalino Bajo VOC 50-75 µm seco
Espesor total	200-275 µm seco	200-275 µm seco	150-225 µm seco	150-225 µm seco	150-225 µm seco

Notas:

1, Los sistemas 1,2 o 3 son para protección a la corrosión de hierro o acero en ambientes propensos a la corrosión como ambientes marinos, industriales o de alta humedad. Sistemas 4 o 5 son para los ambientes libres de altas concentraciones de sales o contaminantes causantes de ambientes de alta corrosión.

Tabla 563 – 2

Métodos de pintura de Acero y hierro estructurales
Para superficies con pintura existente en buen estado

Sistema de pintura			
CAPA	6	7	8
	Ambiente agresivo (Sal)	Ambiente menos Agresivo (Sin sal)	Ambientes menos Agresivos (Sin sal)
Base	Uretano Cura-húmeda 50-75 µm seco	Alcalino Bajo VOC 50-75 µm seco	Sellador epóxico de Baja viscosidad 25-50 µm seco
Intermedia	Uretano Cura-húmeda 50-75 µm seco	Alcalino Bajo VOC 50-75 µm seco	Epóxico 75-100µm seco
Superior		Silicón-alcino Bajo VOC 50-75 µm seco	Uretano alifático 50-75 µm seco
Espesor total	150-225 µm seco	150-225 µm seco	150-225 µm seco

Nota:

1. El sistema 1 es para protección a la corrosión de hierro y acero en ambientes propensos a la corrosión como los marinos, industriales o de alta humedad, o par estructuras expuestas a sales.

Los sistemas 2 o 3 es para ser usados en ambientes libres de altas concentraciones de sales o contaminantes que causan los ambientes propensos a la corrosión.

(b) Preparación de la superficie. No se removerá la pintura en buen estado, a menos que específicamente lo requiera el contrato.

b.1 Superficies nuevas o superficies con toda la pintura removida.

Se removerá toda la suciedad, herrumbre, pintura y cualquier otro material extraño de la superficie expuesta, por medio de limpieza de chorro de aire, arena o agua hasta llegar al metal blanco de acuerdo a SSPC-SP 10.

Se usará un compresor de aire libre de aceite o humedad, y que no muestre manchas negras o húmedas, cuando se prueba de acuerdo a ASTM D 4285. No se usará arena sin lavar o abrasivos que contengan sal, suciedad, aceite, u otras materias extrañas. Antes de la limpieza con chorro de arena, los sellos de rodaduras, motores y partes móviles de la maquinaria adyacente deben ser protegidos de la entrada de polvo abrasivo.

La limpieza con chorro de arena debe ser hecha con escorias limpias y secas, arena mineral, o perdigones de acero. Se usará una granulometría adecuada para producir un patrón de anclaje uniforme y denso. Se producirá un perfil de anclaje, de un espesor de 25 a 50 micrómetros, pero no menos que el recomendado por el fabricante del producto para el sistema de pintura usado. Se medirá el espesor del perfil de anclaje usando el método de la cinta adhesiva, de acuerdo a ASTM D 4417.

El mismo día en que la limpieza se realiza, se quitará la suciedad, el polvo y cualquier otra imperfección de la superficie por medio de un cepillo, o se soplará con aire limpio, o se usará aspiración para luego aplicar la primera capa de pintura a la superficie limpiada. Si la superficie limpiada se herrumbra o se contamina, antes de ser pintada, se repetirá la operación de limpieza con chorro de arena.

b.2 Superficies con pintura existente. Se lavarán todas las áreas que serán pintadas, con agua a presión para remover la suciedad, herrumbre suelta, y contaminantes como cloruros. Se mantendrá la presión del agua de lavado, en por lo menos 3.5 megapascales. Toda el agua de lavado debe ser recogida y deben removerse todos los elementos sobrantes de acuerdo a regulaciones apropiadas.

Se limpiará de acuerdo a SSPC-SP 2 – Limpieza con herramientas manuales, SSPC-SP 3 - Limpieza con herramientas de poder, o SSPC-SP 6 – Chorro de arena comercial, toda

suciedad, herrumbre, escamas de molino, o pintura que no esté bien adherida a la superficie subyacente. Se limpiarán las áreas pequeñas que muestren daños debido a piedras lanzadas por el tránsito, corrosión puntual, o rayas menores. Se limpiarán por lo menos 50 milímetros más del área dañada. Se dejarán razonablemente lisas las superficies con pintura vieja remanente.

El mismo día en que se realiza la limpieza, por medio de herramientas manuales o mecánicas, se removerá la suciedad, el polvo, y cualquier otro contaminante de la superficie, por medio de solventes, de acuerdo a SSPC-SP 1, y se dará la primera mano de pintura, a todo el acero desnudo. Si las superficies limpias se herrumbran o se contaminan antes de pintarse, se repetirá la limpieza por medio de solventes. Se repararán todos los daños de la pintura existente en buen estado, aplicando el método completo.

- (c) Aplicación de pinturas.** Se aplicará cada mano de pintura, de película húmeda, de acuerdo a la recomendación del fabricante para obtener el espesor especificado de película seca. Se verificará la razón de aplicación de cada mano de pintura, con un medidor de espesor de película húmeda, inmediatamente después de aplicar la pintura a la superficie. Se confirmará la razón de aplicación midiendo el espesor de película de pintura seca, después de que el solvente se ha evaporado de la superficie.

563.08 Pintura de superficies galvanizadas. Se removerá todo el aceite, grasa o cualquier otro contaminante de la superficie, lavando con un solvente de acuerdo a SSPC-SP 1.

Se aplicará el sistema de pintura que aparece en la Tabla 563-3, para otros metales.

Tabla 563-3
Sistemas de pintura para otras estructuras

Substrato	Capa de pintura			
	Base	Intermedia	Acabado	Total
Madera Lisa	Madera exteriores Base (1) 60-70µm	Látex o álcalis de Exteriores 35-50µm	Látex o álcalis De exteriores 35-50µm	130-170µm
Madera Áspera	Látex o álcalis De exteriores 35-50µm (1)	Látex o álcalis De exteriores 35-50µm	Látex o álcalis De exteriores 35-50µm	105-150µm
Concreto	Una mano de acabado brillante	Epóxico 80- 100µm con poliuretano -ali	Seco. Para fático (50µm)	80-150µm
Mampostería de bloques	Relleno de Mampostería 50-60µm seco	Álcali o látex Para exteriores 35-50µm	Látex o álcali Para exteriores 35-50µm	120-160µm
Aluminio	Base de metal 35-40µm seco	Látex o álcali Para exteriores 35-50µm	Látex o álcali Para exteriores 35-50µm	100-140µm
Otros Metales	Base de metal 35-45µm (2)	Látex o álcali Para exteriores 35-50µm	Látex o álcali Para exteriores 35-50µm	105-145µm

Notas:

(1). Para madera sin tratar, se usará una base delgada con hasta 0.1 litro de aguarrás y .01 litro de aceite de linaza por litro de pintura.

(2) Para superficies galvanizadas, usar una base epóxica (35-45 micrómetros de espesor seco) una base de vinilo (7-13 micrómetros de espesor seco).

563.01 Pintura de estructuras de madera. Se secará la madera, hasta que tenga un contenido máximo de humedad del 20 por ciento. En maderas previamente pintadas, se tapanán todas las grietas y se removerá la pintura suelta, en forma de cáscara, suciedad u otros materiales extraños, por medio de cepillado, raspado u otro método aprobado. En maderas tratadas con creosota o preservante pentaclorofeno, se lavarán y removerán por medio del cepillado, todos los cristales salinos existentes sobre la superficie de la madera y se dejará secar. Se removerá todo el polvo y materiales extraños de la superficie por pintar.

Se aplicará el método de pintura mostrado en la Tabla 563-3. La base puede ser aplicada antes de la erección. Después de que la base se haya secado y la madera está en su sitio, se rellenarán todas las grietas, agujeros de clavos o depresiones, nivelando la superficie con masilla aprobada. Se distribuirá la pintura uniformemente, en todas las esquinas y depresiones. Se dejará secar completamente la pintura, antes de aplicar la siguiente capa.

563.02 Pintura de estructuras de concreto. Se removerá toda exudación, polvo, material de curado, aceite de encofrado, grasa o materiales extraños de la superficie de concreto. Se removerá el aceite, grasa o compuesto de curado, lavando con una solución del 5 por ciento de fosfato de trisodio y enjuagando con agua limpia. Se dejará que la superficie se seque completamente.

La superficie limpia debe ser barrida con una escoba abrasiva suave para remover mortero u otros contaminantes. Se removerán todos los residuos y polvo manualmente, con escoba o aire comprimido, o cualquier otro método aprobado.

Se aplicarán las capas del método mostrado en el Tabla 563-3. Se distribuirá uniformemente y rellenarán a fondo con pintura todas las esquinas y hendiduras. Se permitirá que el espesor completo de la película aplicada se seque antes de aplicar la siguiente mano.

563.03 Aceptación. La pintura será evaluada según las Subsecciones 106.02 y 106.03. Si son requeridos muestreo y pruebas de los componentes de la pintura, el muestreo se hará de acuerdo a FSS 141, método 1021, y las pruebas de las propiedades de la pintura serán de acuerdo a los procedimientos y métodos listados en FSS141.

La aplicación de la pintura será evaluada bajo las Subsecciones 106.02 y 106.04. Los espesores de pintura seca sobre estructuras de acero, serán medidos usando un medidor de película magnética tipo I, de acuerdo a SSPC-PA 2, o usando métodos destructivos, de acuerdo a ASTM 4138. Si se usan métodos destructivos, se reparará los sitios de prueba en forma apropiada.

Medición

563.04 Se medirá la pintura por metro cuadrado o por suma global. Cuando se mida por metro cuadrado, se aplicará el área visible pintada.

Pago

563.05 Las cantidades aceptadas, medidas y aprobadas como se describió anteriormente, serán pagadas al precio unitario del contrato, según los renglones de pago listados a continuación, y que se mostraron en la oferta. El pago será en compensación total del trabajo descrito en esta Sección. (Ver Subsección 109.05).

Renglón de pago

Unidad de medida

56301 Pintura descripción estructura
56302 Pintura descripción estructura

Suma global
Metro cuadrado.

Sección 564.) ACCESORIOS DE APOYO

Descripción

564.01 Este trabajo consiste en proveer e instalar soportes para puentes: accesorios de apoyo con rodillos, balancines y placas deslizantes y almohadillas elastoméricas.

Materiales

564.02 Se describen en las siguientes Subsecciones:

- Almohadillas de apoyo elastoméricas 717.10
- Superficies de apoyo de Tetrafluroetileno (TFE). 717.11

Requerimientos para la construcción

564.03 General.

(a) Planos. Se prepararán y presentarán planos de los apoyos de acuerdo a la Subsección 104.03 y la Sección 18 de *Estandar Specifications of Highway Bridges*, División II, Volumen II, AASHTO. Se mostrarán todos los detalles de los apoyos, incluyendo los materiales propuestos para ser usados. Debe obtenerse la aprobación previa antes de iniciar la fabricación.

(b) Fabricación. Se fabricarán apoyos de acuerdo a la Sección 18 del AASHTO, *Standard Specifications of Highway Bridges*, División II, Volumen II. La superficie terminada del los componentes de apoyo, en contacto con algún otro apoyo, o con concreto, pero no embebido en concreto, debe estar conforme con la Subsección 555.08 e.

Se prearmarán los apoyos en taller y se comprobará que la geometría está de acuerdo con los planos. Los componentes de apoyo galvanizados y los tornillos de anclaje, deben estar de acuerdo con la Subsección 717.07. No se galvanizarán los componentes de apoyo de acero inoxidable o los tornillos de anclaje.

(c) Empaque, manipulación y almacenamiento. Antes de embarcar en la fabrica, se identificará claramente cada componente de apoyo y se marcarán en su parte superior la localización y la orientación en la

estructura. Se atornillarán firmemente, amarrarán o fijarán los apoyos para evitar movimientos relativos.

Se empacarán los apoyos de tal manera que queden protegidos de cualquier daño originados en el envío, manejo, clima o cualquier otro imprevisto. No se desempacarán los apoyos en el sitio, a no ser para inspección o instalación.

Se almacenarán todos los accesorios de apoyo y sus componentes en el sitio de trabajo, en un lugar que provea protección de las condiciones ambientales y daño físico.

(d) Construcción e instalación. Se limpiarán los apoyos, de cualquier sustancia extraña. Se instalarán, en las posiciones mostradas en los planos y se colocarán con sus componentes, con las dimensiones mostradas en los planos, o de acuerdo con el fabricante. Se ajustarán de acuerdo con las instrucciones del fabricante para compensar efectos de la temperatura o movimientos del puente.

Se fijará el nivel de apoyo del puente, en su elevación y posición exactas. Se proveerá apoyo total y uniforme en todas las superficies externas de contacto del apoyo. Si las superficies de apoyo no tienen las elevaciones de diseño, o si los apoyos no se pueden colocar adecuadamente, se notificará al Contratante y se propondrá por escrito la modificación a la instalación, para su aprobación previa.

Se colocarán las almohadillas elastoméricas directamente sobre la superficie de concreto previamente preparada, sin otro material de relleno o apoyo.

Se pulirán las superficies de apoyo para sentar a nivel, y en forma plana, el lugar donde se colocará directamente el apoyo.

564.04 Apoyos elastoméricos. Los apoyos incluyen almohadillas sin refuerzo que consisten en elastómetro solamente, y apoyos reforzados, con acero o laminas fabricadas.

Se reforzarán los apoyos elastoméricos que tengan más de 15 milímetros de espesor, con laminas cada 15 milímetros a través de todo el espesor.

Si no se especifica, se usará un elastómetro con dureza 50, capaz de soportar un esfuerzo promedio a la compresión de 7 megapascales en forma sostenida.

Se fabricarán los apoyos elastoméricos de acuerdo al AASHTO M 251. Se usará material que reúna las tolerancias de acabado, resistencia y apariencia

especificados en el manual “*Rubber Handbook*”, publicado por la Asociación Incorporada de Fabricantes de Hule, RMA F3 y T.063 para apoyos moldeados y RMA F2 para apoyos extruídos. El criterio de aceptación es el cumplimiento del nivel I, de acuerdo al AASHTO M 251.

Se marcará cada apoyo reforzado con tinta indeleble o pintura flexible. La información marcada, debe incluir el número de pedido, número de partida, número de identificación del apoyo, tipo de elastómetro y su grado. Si no se especifica de otra manera, se marcará la cara visible, después de la erección del puente. Se proveerá una lista de todos los números de los apoyos.

Se colocarán los apoyos en una superficie a nivel. Se corregirá cualquier desalineamiento en el apoyo para obtener una superficie a nivel. No se soldarán elementos de acero a la placa de acero exterior del apoyo, a menos que haya 40 milímetros de acero entre la soldadura y el elastómetro. No se expondrá el elastómetro o el pegamento del elastómetro a temperaturas instantáneas sobre los 200 °C.

564.05 Apoyos móviles, de rodillos u oscilantes. Cuando sean requeridos recubrimientos TFE, se usarán pinturas de acuerdo con la Subsección 564.07.

Se fabricarán los apoyos móviles, de rodillos u oscilantes, de acuerdo con los detalles mostrados en planos y con la Sección 555. Se realizará la fabricación de acuerdo a la práctica estándar de talleres modernos. Se removerán las rebabas de metal, bordes filosos o rugosos, o cualquier otro defecto. Para prevenir que se originen esfuerzos inadecuados, la soldadura de secciones o platinas y placas debe hacerse antes de perforar agujeros, alinear o ejecutar cualquier acabado maquinado en los apoyos oscilantes, de rodillo, o cualquier otro tipo.

Se asegurará que la superestructura tenga movimiento total y libre en los apoyos móviles. Se colocarán cuidadosamente los apoyos cilíndricos en tal forma que los ejes de rotación estén alineados y coincidan con el eje de rotación de la superestructura.

564.06 Mampostería, platinas para ajuste de apoyos. Se proveerán placas de metal usadas en mampostería y platinas de ajuste, de acuerdo al AASHTO M 270M, grado 250.

Se fabricarán y acabarán las piezas de acero de acuerdo a la Sección 555. Se perforarán los agujeros en las placas de apoyos, taladrando, con sacabocados, o con cortadora de oxiacetileno, con control preciso del corte. Se removerán todas la rebabas o imperfecciones.

Se colocarán en forma precisa las placas de apoyo niveladas, como se muestran en los planos y se proveerá un apoyo uniforme en el área de contacto. Cuando las placas queden incrustadas en el concreto, se realizarán las provisiones necesarias para asegurar su correcta posición durante el colado del concreto.

564.07 Superficies de apoyo de Tetrafluoroetileno (TFE). Se proveerá material que haya sido adherido en fábrica, unido mecánicamente, o incrustado en el material de base, como se muestra en los planos.

Se adherirá o fijará mecánicamente la tela que contiene fibras de TFE, a una platina rígida. Se usará una tela capaz de soportar cargas unitarias de 70 megapascuales, sin flujo frío. Se usará un adherente tela-platina capaz de soportar, sin laminarse, un esfuerzo al corte igual al 10 por ciento de las cargas aplicadas perpendicularmente, más cualquier otro esfuerzo cortante en el apoyo.

La aceptación debe hacerse, usando métodos y procedimientos de prueba aprobados, de acuerdo con la Sección 18, Subsección 18.8.3, AASHTO *Standard Specifications for Highway Bridges*, Division II, Volúmen II. Si el banco de prueba, no permite someter a prueba el apoyo completo, se fabricarán apoyos extra, y se prepararán muestras de por lo menos una capacidad de 450-kilonewtons, a esfuerzos de trabajo normales.

Se determinarán los coeficientes estáticos y dinámicos de fricción, cuando se inicia el movimiento del apoyo de prueba, a una velocidad de deslizamiento de menos de 25 milímetros por minuto. El coeficiente de fricción no debe ser mayor que el especificado en la Tabla 564-1 o por el fabricante.

Proveer una lista de todos números de los apoyos.

**Tabla 564-1
Coeficiente de fricción.**

Material	Presión del Apoyo (megapascuales)	Coefficiente De fricción
TFE sin llenar	3.5	0.08
Tela conteniendo fibras de TFE	14	0.06
Compuesto de metal perforado –TFE	24	0.04
Lleno de TFE	3.5	0.12
	14	0.10
	24	0.08
Estructura de unión de bronce y relleno de TFE	3.5	0.10
	14	0.07
	24	0.05

564.08 Tornillos de anclaje. Se proveerán tornillos de anclaje con rosca, de acuerdo a ASTM A 307 o como se muestra en los planos y especificaciones del contrato.

Se perforarán agujeros para los tornillos de anclaje y se colocarán los tornillos en su posición exacta, fraguándolos con un mortero de cemento Pórtland que no se contraiga, o se ubicarán antes de colar el concreto del apoyo.

No se debe restringir el movimiento libre de la superestructura en los apoyos móviles, como consecuencia de la colocación de tornillos o tuercas.

564.09 Asiento de las placas en la mampostería. Se colocará el material de asiento (mortero o tela), debajo de las placas, si se requiere de acuerdo al contrato. Se usará el tipo de mortero o tela especificado y se instalará para proveer apoyo o área de contacto total. Se limpiarán muy bien las áreas de contacto del concreto y el acero, inmediatamente antes de colocar el material de asiento y de instalar los apoyos o las placas en la mampostería.

564.10 Aceptación. Los accesorios de apoyo se evaluarán de acuerdo a las Subsecciones 106.02 y 106.03. Se proveerá un certificado de producción con cada embarque de accesorios de apoyo.

La instalación de los accesorios de apoyo se evaluará de acuerdo a las Subsecciones 106.02 y 106.04.

Medición

564.11 Se medirán los accesorios de apoyo por unidad.

Pago

564.12 Las cantidades aceptadas y medidas como se describió anteriormente serán pagadas al precio unitario de contrato, para el renglón de pago descrito a continuación, como se mostró en el cartel de licitación. El pago es la compensación total del trabajo descrito en esta Sección. (Ver Subsección 109.05).

Renglón de pago	Unidad de Medida
56401 Accesorios de apoyo de _____	Unidad

Sección 565.) PILOTES DE CONCRETO COLADOS EN SITIO

Descripción

565.01 Este trabajo consiste de la construcción de pilotes en sitio, e incluye la perforación (excavación) del pozo, suministro y colocación del acero de refuerzo y colado de concreto.

565.02 Materiales. Está compuesta por las siguientes Secciones y Subsecciones:

Lodo Mineral	725.26
Acero de Refuerzo	709.01
Concreto Estructural	552

Requerimientos para la construcción

565.03 Calificación del Contratista y Equipo Satisfactorio. Usar Personal, con no menos de 3 años de experiencia en la construcción de pilotes excavados. Proveer los resúmenes de la experiencia del personal, con la experiencia y documentación apropiada, incluyendo nombres, direcciones y números telefónicos de organizaciones o asociaciones que verifiquen la información. La aceptación del personal propuesto, responsable de la construcción de pilotes perforados, se requiere antes de iniciar el trabajo.

Presentar el plan de instalación para la aprobación del contratante, 30 días antes de iniciar la construcción de los pilotes perforados. El plan debe incluir la siguiente información:

(a) Listado del equipo propuesto a ser usado, incluyendo grúas, taladros, baldes de achique de pozo, equipo de limpieza final, equipo desarenador, bombas de lodos o lechadas, equipo saca núcleos, embudo de concreto con conducto de descarga, bombas de concreto, fundas de acero (casings), etc.

(b) Detallar toda la secuencia de construcción, y la secuencia de la perforación, de grupos de pilotes.

(c) Detallar el método de excavación del pozo, y el procedimiento para mantener correctamente el alineamiento vertical y horizontal de la excavación.

(d) Cuando se requiera una lechada o lodo mineral, detallar los métodos de mezcla, circulación y remoción de la arena de la lechada o lodo.

(e) Detallar los métodos de limpieza del pozo perforado.

(f) Detallar la colocación del acero de refuerzo, incluyendo los métodos de soporte y alineamiento.

(g) Detallar la colocación del concreto, incluyendo los procedimientos operativos propuestos, de los métodos de caída libre, embudo con ducto de descarga y bombeo.

La aceptación de la propuesta del Contratista, en cuanto a personal y perforación del pozo de prueba, no lo exonera de la responsabilidad, de obtener los resultados requeridos.

565.04. Pozos Perforados de Prueba. Cuando son requeridos, pozos perforados de prueba por el contrato, realizar el trabajo de acuerdo a los requisitos de Subsección 565.05 y las siguientes.

Antes de perforar los pozos, para la producción de pilotes, demostrar que el método y equipo propuesto son adecuados, taladrando un pilote de prueba adyacente a la producción de pilotes, en un sitio aprobado. La separación entre la excavación del pilote de prueba y la producción de pilotes debe ser por lo menos de 3 diámetros de pilotes o dos diámetros de la campana. El que sea mayor.

Construir el pozo perforado de prueba, del mismo diámetro y elevación, de la punta del pilote más profundo, de los pilotes de producción que se van a construir, mostrados en planos. Cuando se especifican campanas para los pilotes, incluir una campana al final del pilote, para verificar la factibilidad, de acampanar el estrato de soporte.

Si el material se derrumba dentro del pozo perforado, o el pozo se deforma excesivamente, encamisar el pozo. Cuando se usan camisas, sentar las camisas donde sea necesario, para prevenir derrumbes y para permitir extraer el agua del pozo. Remover todo el material que esté dentro del pozo. Mantener la camisa dentro del pozo, un mínimo de 4 horas, mientras se trata de extraer toda el agua del pozo. Llevar un listado de la razón de flujo de agua subterráneo, que entra al pozo. Después de este período de 4 horas, llenar el pozo con arena saturada, mientras la camisa es removida, para simular la operación de colado de concreto, para la producción de pilotes perforados. El concreto y el acero de refuerzo, no son requeridos en el pozo perforado de prueba.

Si se determina que el pozo perforado de prueba, es insatisfactorio, modificar los métodos y equipo. Proponer, un nuevo procedimiento para instalar y perforar, un nuevo pozo de prueba, a costo del Contratista.

Una vez que la aprobación se ha dado, para la producción de los pozos perforados, no se permitirán cambios en la instalación, sin previa aprobación del contratante.

565.05 Pilotes excavados y colados en sitio:

(a) Excavación: No excavar pilotes adicionales, no permitir cargas excesivas de llantas o vibraciones dentro de los 5 metros o 3 diámetros de pilote, el que sea mayor, del pozo recién construido, por lo menos antes de 20 horas. La excavación de la zapata de fundación o el relleno, que va sobre los pilotes perforados, debe ser realizada antes de perforar los pozos de los pilotes. La posición de los pozos perforados, debe estar dentro de los 75 milímetros de la posición requerida en el plano horizontal, en la parte superior de la elevación del pilote.

Excavar los pozos, de acuerdo al plan de instalación aprobado. No permitir que el alineamiento vertical, varíe del alineamiento requerido, en más de 20 milímetros por metro de profundidad. No permitir que el alineamiento de la cara exterior del pozo, varíe en más de 40 milímetros por metro de profundidad, del alineamiento requerido de esa cara exterior.

Proveer equipo con la capacidad de excavar pozos 20 por ciento más largos, que y del mismo diámetro que los mostrados en planos.

Mantener un cuaderno de bitácora del material excavado de la perforación del pozo, que contenga la siguiente información:

- Descripción y elevaciones aproximadas de la parte superior e inferior de cada estrato de material encontrado, ya sea suelo o roca.
- Elevación y volumen del flujo de agua aproximado, del nivel de agua subterráneo encontrado.
- Equipo usado, tiempo requerido para perforar el pozo, y todas las dificultades encontradas.
- Comentarios

a.1 Método seco. Usar el método de construcción seco, en sitios donde el nivel freático, y las condiciones de suelo, permiten la construcción del pilote en una forma relativamente seca, y cuando las paredes y el fondo del pozo, pueden ser inspeccionados visualmente antes de colocar el concreto. El método seco consiste, en perforar el pozo, extraer el agua acumulada, remover el material suelto de la

excavación, colocar la canasta de acero de refuerzo, y colocación del concreto en el pozo, en una condición relativamente seca.

El método de construcción seca puede usarse, solamente cuando la excavación del pozo de prueba demuestra lo siguiente:

- a.1.1 Menos de 300 milímetros de agua se acumulan sobre el fondo del pozo durante un período de 1 hora, cuando el bombeo no es permitido.
- a.1.2 Los lados y el fondo del pozo, permanecen estables sin derrumbes o socavaciones, durante un período de 4 horas, inmediatamente después de concluir la excavación.
- a.1.3 El material suelto y el agua, pueden ser removidos satisfactoriamente, antes de la inspección y antes la colocación del concreto.

a.2 Método Húmedo. Usar el método húmedo de construcción, o el método de encamisado, para pozos que no reúnen, los requisitos para el método de construcción seca. Este método consiste en usar agua o lodos minerales, para mantener la estabilidad del perímetro del pozo, mientras se avanza con la excavación, hasta la profundidad final, donde se coloca la jaula de acero de refuerzo, y se funde el concreto del pilote.

El método húmedo contempla el siguiente trabajo:

- a.2.1 Desarenado y limpieza del lodo.
- a.2.2 Limpieza final de la excavación usando un balde de achique, aire para subir, bombas sumergibles, y otros aparatos aprobados.
- a.2.3 Colocación del concreto con un embudo con conducto o bomba de concreto, iniciando desde el fondo del pozo.
- a.2.4 Proveer, según se requiera, camisa temporal de superficie, para ayudar al alineamiento y posicionamiento del pilote.
- a.2.5 Proveer siempre encofrado(camisa) temporal en la excavación del cimientado de superficie, para prevenir derrumbes.

Cuando pozos perforados se localizan en áreas inundadas, extender la camisa exterior sobre la elevación del nivel del agua, y sobre la superficie del suelo, para proteger el concreto del pilote, de la acción del agua durante la colocación, y cura del concreto. Instalar la camisa exterior, de tal manera que produzca un sello positivo en el fondo de la camisa, para prevenir bombeo del agua o entrada de otros materiales provenientes de la excavación del pozo.

Cuando se determine, que la totalidad de la pared de la excavación se ha suavizado, debido a los métodos de excavación, y se ha hinchado o engrosado, debido a retrasos en la colocación del concreto, o degradado debido a la formación de una pared de lodo de perforación, reperforar la pared un mínimo de 15 milímetros o un máximo de hasta 75 milímetros hasta material sano.

Cuando se va a colocar el concreto, limpiar los pozos de tal forma, que no más del 50% de los pozos tengan en el fondo 10 milímetros de sedimentos, y que la máxima profundidad de sedimentos en cualquier lugar del pozo no exceda 40 milímetros. Para pozos secos, reducir la profundidad del agua a 75 milímetros o menos antes de la colocación del concreto.

(b) Lodos minerales. Mezclar el lodo mineral con agua limpia, de acuerdo a las instrucciones del fabricante, para permitir la hidratación antes de introducirlo dentro de la excavación del pozo. Usar tanques de lodo de capacidad adecuada, para la circulación de lodos, almacenamiento y tratamiento. No usar el material de los pozos excavados, para mezclarlos con los lodos. No agregar componentes minerales, directamente dentro de la excavación del pozo.

Proveer equipo de desarenar los lodos, para limitar el contenido de arena a no más del 4% por volumen, en cualquier punto del pozo perforado. Desarenar, no se requiere para la colocación de camisas temporales o postes marcadores.

Durante la perforación, mantener la superficie del lodo dentro del pozo, por lo menos un metro sobre el nivel de agua piezométrica o a un nivel lo suficientemente alto para prevenir los derrumbes del pozo.

Cuando haya una pérdida significativa de lodo del pozo, detener la perforación, y tomar medidas correctivas, para prevenir la pérdida de lodo. Prevenir el asentamiento del lodo en el pozo. Si, en cualquier momento, el método de construcción con lodos, falla en producir los resultados previstos o deseados, no continuar su uso y usar un método alternativo.

Mantener la densidad, viscosidad, y pH del lodo mineral, durante la excavación del pozo, hasta la colocación del concreto, dentro de los rangos aceptables mostrados en la tabla 565-1. Tomar muestras del lodo, usando un muestreador aceptado. Extraer las muestras del lodo, de la base del pozo y 3 metros arriba de la base del pozo. Realizar 4 juegos de pruebas, durante las primeras 8 horas del uso del lodo. Cuando los resultados son aceptables y consistentes, la frecuencia de las pruebas se puede disminuir, a una prueba cada 4 horas de uso del lodo.

Cuando la muestra del lodo es inaceptable, hacer las correcciones necesarias, para poner al lodo dentro de especificaciones. No colocar concreto, hasta que los resultados del remuestreo y pruebas, indican valores aceptables.

Realizar reportes de todas las pruebas, por un representante autorizado, después de concluir cada pozo perforado. Desechar el lodo en lugares aprobados.

Tabla 565-1
Rangos de valores aceptables de lodos minerales.

PROPIEDAD	EN EL MOMENTO DE INTRODUCIR EL LODO	EN EL POZO EN EL MOMENTO DE PRUEBA	METODO
<u>Densidad,</u> <u>kg/m³</u>	1030 - 1110	1030 - 1200	Balance de Densidad
Viscosidad, s/L	30 – 48	30 - 48	Cono Marsh
pH	8 - 11	8 - 11	Papel pH o Medidor pH

Nota: Los valores de densidad mostrados son para agua fresca. Aumentar los valores de densidad en 30 kilogramos para agua salada. Realizar pruebas cuando la temperatura del lodo está sobre los 4° C. Si se requiere desarenar, el contenido de arena no debe exceder 4% por volumen en cualquier punto en el pozo perforado de acuerdo a la prueba de contenido de arena del Instituto Americano de Petróleo.

(c) Camisas. Usar camisas limpias, lisas, selladas contra agua, lo suficientemente resistentes, para soportar los esfuerzos de manipuleo e instalación, las presiones del terreno del contorno, y de la colocación del concreto. Todas los diámetros de las camisas mostrados en planos, son diámetros exteriores.

El diámetro de camisas permanentes, está sujeto a las tolerancias aplicables para tubería de acero regular, del Instituto Americano de Tuberías. El diámetro exterior de la camisa, no debe ser menor que el tamaño especificado del pilote.

Instalar camisas para producir un sello positivo en el fondo, que prevenga el bombeo de agua, u otros materiales, que entren o salgan del pozo. Si es necesario sacar la camisa, y sustituir por una camisa más larga o de mayor diámetro a través de los derrumbes o socavaciones, estabilizar la excavación con lodos, o rellenar antes que la nueva camisa sea instalada. Otros métodos aprobados pueden usarse, para controlar la estabilidad de la excavación, y para proteger la integridad de los suelos de la fundación.

Todas las superficies encamisadas, deben ser consideradas como temporales, excepto cuando en el contrato se designen como camisas permanentes. Remover las camisas transitorias, antes de completar la colocación del concreto, en cualquier pilote que requiera encamisado. Durante la extracción de la camisa, mantener el nivel de concreto fresco en la camisa, un mínimo de 1.5 metros sobre el nivel de agua de los alrededores, o del nivel de fluido de perforación. Tener cuidado durante la remoción de la camisa, para mantener un nivel adecuado de concreto dentro de la camisa, de tal forma que los líquidos atrapados detrás de la camisa sean desplazados hacia arriba y descargados en la superficie del terreno sin contaminar o desplazar el concreto del pilote.

Camisas temporales, que se han pegado o ensuciado durante la construcción del pilote, y no pueden ser removidas prácticamente, se considera un defecto del pozo perforado. Corregir los pozos defectuosos, usando métodos aprobados. Acciones correctivas pueden consistir, pero no están limitadas a lo siguiente:

- c.1 Remover el concreto y extender el pozo perforado más profundo, de tal forma que se compense la pérdida de capacidad a la fricción en la zona encamisada.
- c.2 Ampliar el pozo en ambos lados para compensar la pérdida de capacidad.
- c.3 Proveer pozos de reemplazo o extras.

Cuando una camisa se designa como permanente, cortar la camisa en la elevación requerida, y dejarla en su sitio.

565.06 Acero de Refuerzo para Pilotes colados en sitio. Realizar el trabajo de acuerdo a la Sección 554. Colocar la jaula de acero de refuerzo, como una unidad inmediatamente después que la excavación del pozo ha sido inspeccionada, y aceptada y antes de la colocación del concreto. Si el concreto no es colocado inmediatamente después que la jaula de acero ha sido colocada, puede solicitarse su remoción para inspeccionar la integridad del área excavada, y para asegurarse que el material suelto, ha sido removido del fondo del pozo.

Amarrar y sujetar el acero de refuerzo, de tal forma que permanezca dentro de las tolerancias requeridas. Amarrar los espaciadores de concreto, o cualquier

otro tipo de separador aprobado en 5 puntos, alrededor del perímetro de la jaula, y a intervalos que no excedan los 3 metros a lo largo de la jaula. Usar espaciadores de materiales aprobados, de por lo menos igual calidad y durabilidad del concreto del pilote.

Manipular las jaulas de acero de refuerzo, de tal forma que se prevengan las distorsiones del acero.

Durante la colocación del concreto, proveer soportes desde la parte superior para la jaula de acero. Mantener la parte superior de la jaula de acero de refuerzo, a no más de 150 milímetros sobre, y a no más de 75 milímetros bajo la posición requerida. Si la jaula de acero de refuerzo, no se mantiene dentro de las tolerancias, realizar las correcciones que sean aceptables, y no construir pozos adicionales, hasta que el método de soporte de las jaulas de acero de refuerzo, haya sido aprobado.

565.07 Concreto para los Pilotes colados en sitio. Colocar inmediatamente después, que la excavación se ha terminado, y la jaula de acero de refuerzo, está en su sitio. Proveer concreto, de acuerdo a la Sección 552, excepto que se indique de otra manera. Para pozos construidos sin líquido de perforación, usar concreto estructural clase A, con un revenimiento de 175 ± 25 milímetros. Para pozos perforados con lodo, usar concreto estructural clase A, que tenga un revenimiento de 200 ± 25 milímetros. Colocar el concreto bajo agua, de acuerdo a la Subsección 552.11 e. excepto como se modifica aquí. El método de colocación de concreto bajo agua, debe ser previamente aprobado.

Ajustar con aditivos las mezclas aprobadas, para asegurarse que el concreto tiene el revenimiento mínimo requerido, durante 2 horas como mínimo. Someter a prueba las mezclas de concreto, y la pérdida de revenimiento, con la temperatura ambiente y con las condiciones de sitio.

Colocar cada bache de concreto, dentro de las 2 horas de haberse mezclado. Tiempos mayores de colocación, pueden ser permitidos si la mezcla de concreto mantiene el revenimiento mínimo requerido, por más de 2 horas. No remezclar concreto, que ha desarrollado su fragua inicial.

Colocar el concreto en forma continua, de abajo hacia arriba del pozo. Continuar colocando concreto, después de que la excavación está llena y hasta que una buena calidad de concreto, sea evidente en la parte superior del pozo. Antes del fraguado inicial del concreto, consolidar los 3 metros superiores del pilote, usando un vibrador de concreto. Acabar el pilote $+ 25$ milímetros o -75 milímetros de la elevación requerida. Para pozos húmedos, no consolidar, hasta que toda el agua o el lodo de perforación, sobre la superficie del concreto, ha sido removida. Colocar concreto de cualquier forma, con caída libre, con embudo con conducto, o bomba de concreto.

(a) Colocación de concreto con caída libre. Colocar el concreto con caída libre, sólo en pozos secos, con una altura máxima de 8 metros de caída libre. El concreto debe caer directamente a la base del pozo, sin hacer contacto con el acero de refuerzo de la jaula o las paredes. Pueden usarse conductos, para dirigir la colocación de concreto en caída libre. Los conductos de caída libre, consisten en tubos lisos de una o varias piezas que se pueden agregar y quitar. Colocar el concreto, a través de un embudo colocado en la parte superior del tubo, o colocado en abertura lateral del ducto. Soportar el conducto de caída del concreto, de tal forma que la caída libre del concreto, medida desde el fondo del pozo, sean máximo 8 metros. Si la colocación del concreto produce cavidades, o derrumbes en las paredes del pilote, o si el concreto golpea la jaula de acero de refuerzo o las paredes laterales, reducir la altura de caída libre y/o reducir el flujo de concreto dentro de la excavación. Si la colocación de concreto, no se puede realizar satisfactoriamente con la caída libre, usar un embudo con conducto de descarga o una bomba de concreto.

(b) Embudo con conducto de descarga. Los embudos con tubería de descarga, pueden usarse para colocar concreto en pozos secos o húmedos. Un embudo con tubería, consiste en un tubo de suficiente longitud, masa y diámetro para descargar concreto en la base del pozo perforado. No usar embudos con tubería de descarga, que sean de aluminio. El diámetro de un embudo con tubería, debe tener un diámetro no menor, de 6 veces el diámetro de la partícula de mayor tamaño del agregado, usado en la mezcla de concreto, y no menor de 250 milímetros. Las superficies interior y exterior del embudo con tubería de descarga, deben ser lisas y estar limpias. La pared del embudo con tubería de descarga, debe de ser lo suficientemente gruesa, para prevenir dobleces.

Usar un embudo con conducto sellado contra agua, de acuerdo a la Subsección 552.11 e. para los pozos húmedos. El extremo de descarga del embudo con conducto, debe permitir el flujo radial libre del concreto durante la colocación. Colocar la descarga de la tubería, en el fondo de la excavación del pozo. Colocar el concreto en un flujo continuo. Mantener el embudo con conducto de descarga, sumergido dentro del concreto por lo menos 1.5 metros debajo de la superficie del concreto fluido. Mantener una carga positiva de concreto, en la tubería todo el tiempo. Si durante la colocación del concreto, la descarga de concreto dentro de la tubería se interrumpe, eliminándose la columna de concreto fluido y se descarga concreto sobre la superficie de concreto, que se eleva desplazando el agua, remover la jaula de acero de refuerzo y el concreto, remover completamente todo lo necesario y reconstruir el pilote.

(c) Concreto bombeado. Colocar el concreto con bomba en cualquiera de los casos, pozos secos o húmedos. Usar tubería de descarga con un

diámetro mínimo de 100 milímetros, con uniones selladas. Colocar el tubo de descarga en la base del pilote.

Usar tubería de descarga sellada de acuerdo a la Subsección 552.11 e. Para pozos húmedos. Si se usa tapón, removerlo del pozo, o usar un tapón de material aprobado para prevenir un defecto en el pilote, si no es removido.

Colocar el concreto en un flujo continuo. Mantener la tubería de descarga de la bomba, sumergida por lo menos 1.5 metros bajo la superficie del concreto fluido. Si durante la colocación del concreto, la tubería de descarga es removida de la columna de concreto fluido, y se descarga concreto sobre la superficie de concreto fluido, que se eleva desplazando agua, remover la jaula de acero de refuerzo, el concreto, y remover todo lo necesario para reconstruir el pilote perforado.

Cuando la parte superior del pilote está sobre el nivel del terreno natural, utilizar encofrado temporal removible, o cualquier medio aprobado para encofrar el pilote por lo menos 0.5 metros debajo del nivel final. El encofrado debe ser removido de acuerdo a los requisitos de la Subsección 562.11 y Tabla 562-3 a. donde el pilote no debe ser expuesto, a agua salada o agua en movimiento, durante 7 días. Remover el encofrado sin dañar el concreto.

Remover la parte superior del concreto del pilote excavado, antes de continuar con la construcción de la columna, cuando se determina que el concreto ha sido afectado, con la colocación bajo agua.

565.08 Aceptación. Materiales para lodos minerales, son evaluados en la Subsección 106.02 y 106.03.

La construcción de pilotes excavados y colados en sitio, se evalúa en la Subsección 106.02 y 106.04.

El concreto se evalúa en la Sección 552. El muestreo del concreto, colocado con embudos con conducto de descarga, o bombeado, se hará en el lugar de la descarga, dentro del embudo con conducto, o en el embudo de la bomba.

Acero de refuerzo será evaluado en la Sección 554.

Medida

565.09 Medir los pilotes excavados y colados en sitio, por metro desde la elevación superior, hasta el fondo aprobado. No medir las porciones del pilote, que se extiendan más allá de lo aprobado.

No medir el concreto ni el acero de refuerzo para pago.

Medir los pilotes excavados y colados en sitio de prueba, que se han determinado como satisfactorios. La medida es por metro desde la elevación superior al fondo aprobado. La medida se realiza en el centro del pilote.

Las campanas de los pilotes se miden por unidad.

Pago

565.10 Las cantidades aceptadas, medidas como previamente se describió, van a ser pagadas al precio del contrato por unidad de medida para los renglones de pago del listado, que se muestra a continuación, y como se mostró en el cartel de licitación. El pago será en compensación total, por el trabajo descrito en esta sección. Ve Subsección 109.05.

El pago se hará:

Renglón de pago	Unidad de medida
56501 Pilotes colados en sitio	Metro
56502 Pilote de prueba colado en sitio.	Unidad
56503 Campana	Unidad

DIVISION 600

Construcciones Conexas

DIVISIÓN 600.) CONSTRUCCIONES CONEXAS

SECCIÓN 601.) ESTRUCTURAS MENORES DE CONCRETO

Descripción

601.01 Este trabajo consiste, en la construcción de estructuras menores, de concreto.

Materiales

601.02 Está compuesta por las siguientes Subsecciones.

Aditivos inclusores de aire	711.02
Aditivos químicos	711.03
Agregado grueso	703.02
Material de curado	711.01
Agregado fino	703.01
Puzolanas y/o cenizas finas	725.04
Material de relleno de juntas	712.01
Cemento Pórtland	701.01
Cordón de caño prefabricado de concreto	725.06
Unidades de concreto prefabricado	725.11
Acero de refuerzo	709.01
Acero estructural	717.01
Agua	725.01

Requerimientos para la construcción

601.03 Composición del concreto. Debe ser de acuerdo a la Tabla 601-1. Antes de producir el concreto, someter las proporciones propuestas de concreto, para aprobación, y como mínimo debe incluir:

- (a) Tipo y fuente de todos los materiales propuestos a ser usados.
- (b) Certificación de calidad, de todos los materiales propuestos.
- (c) Masa saturada superficie seca, de todos los agregados finos y gruesos, por metro cúbico de concreto.
- (d) Graduación de los materiales, gruesos y finos.
- (e) Masa del agua de la mezcla, por metro cúbico de mezcla.
- (f) Masa de cemento, por metro cúbico de concreto. Puzolanas, cenizas, escorias de altos hornos, vapores de sílice pueden presentarse por cemento, de acuerdo a la Subsección 552.03 g.
- (g) Contenido de aire en la mezcla de concreto, en porcentaje por volumen.
- (h) Revenimiento máximo del concreto plástico, en milímetros.

TABLA 601-1
Composición de concreto para estructuras menores

Propiedad	Especificación
Contenido mínimo de cemento, kg/m ³	362
Máxima relación agua/cemento	0.49
Revenimiento máximo, mm	125
Mínimo contenido de aire	4
Tamaño de agregado grueso	AASHTO M 43, con 100% pasando la malla 37.5 mm
Esfuerzo mínimo a la compresión a los 29 días, Mpa	25

Requerimientos para la construcción

601.04 General. Realizar los trabajos de excavación y el relleno, de acuerdo a la Sección 209. Cuando el concreto está rajado, astillado o con escamas, remover el concreto hasta la junta más cercana.

Diseñar y construir los encofrados libres de pandeos, alabeos o abombados, y que permitan ser removidos sin dañar el concreto. Cuando el concreto contiene aditivos retardadores, cenizas, o puzolanas sustitutivas del cemento, diseñar los encofrados, para una presión lateral, igual al ejercido por un líquido que pesa, 2400 kilogramos por metro cúbico.

Usar madera, metal, o cualquier otro material adecuado para encofrados. Mantener los encofrados limpios y cubiertos con un desmoldante o aceite, antes de colocar el concreto.

Colocar y amarrar el acero de refuerzo, de acuerdo a la Subsección 554.08.

601.05 Colocación del Concreto. De acuerdo a la Subsección 552.10. Humedecer los encofrados y las fundaciones, inmediatamente antes de colocar el concreto. Descargar el concreto, dentro de los límites de tiempo mostrados en la Tabla 552-2.

Prevenir la segregación, cuando se está colocando concreto. Consolidar o compactar con vibradores, de acuerdo a la Subsección 522.11 d. No usar tubería

de aluminio, para transportar o colocar concreto. Los intervalos entre entregas de baches, para una colada en una estructura, no deben exceder en 30 minutos.

No aplicar agua al concreto plástico, durante las operaciones de acabado.

601.06 Curado del Concreto. Curar el concreto un mínimo de 7 días. Si se usa concreto, de resistencias altas a temprana edad, curar el concreto un mínimo de 3 días. Curar de acuerdo a la Subsección 552.15. Acabar las superficies de concreto expuesto de acuerdo a la Subsección 552.16 a o b, según sea aplicable.

601.07 Aceptación. Materiales para estructuras de concreto menor, incluyendo concreto, acero de refuerzo y acero estructural para estructuras menores, deben ser evaluadas de acuerdo a las Subsecciones 106.02 y 106.03. Para confirmar los certificados del esfuerzo a la compresión, AASHTO T 23, se modifica, para permitir la cura a los 28 días, en un molde sellado.

Excavación y relleno, se evaluarán de acuerdo a la Sección 209.

Construcción de estructuras menores de concreto, se evaluará de acuerdo a las Subsecciones 106.02 y 106.04

Medida

601.08 Medir el concreto por metro cúbico en la estructura, por metro cuadrado, o por suma global, o por cada unidad.

Pago

601.09 Las cantidades aceptadas, medidas como se describió arriba, se pagarán a los precios unitarios de la unidad de medida especificada en el contrato, para los renglones de pago listados a continuación, que se dieron en los documentos de licitación. El pago será en compensación total, del trabajo descrito en esta Sección. Ver Subsección 109.05.

El renglón de concreto, suma global, se pagará, basado en el progreso del trabajo, de acuerdo a esta Sección.

El pago se hará de acuerdo:

Renglón de pago

60101 Concreto
60102 Concreto
60103 Concreto
60104 Concreto

Unidad de medida

Metro cúbico.
Metro cuadrado
Suma global
Cada unidad.

SECCIÓN 602.) ALCANTARILLADO Y DRENAJES.

Descripción

602.01 Este trabajo consiste en construir alcantarillas, drenajes y alcantarillas de caja de concreto prefabricado.

Materiales

602.02 De acuerdo a las siguientes Subsecciones:

Tubería corrugada de aleación de aluminio	707.03
Tubería de nervaduras en espiral, de aleación de aluminio	707.12
Tubería con recubrimiento asfáltico	707.04
Cemento bituminoso	702.07
Tubería de acero corrugado, con recubrimiento de concreto	707.13
Tubería de acero, recubierta de fibro-asfalto	707.09
Tubería de acero corrugado, con pavimento inferior	707.14
Relleno de juntas, sellos, y sellos de juntas premoldeados	712.01
Mortero de juntas	712.02
Tubería de acero corrugado, con recubrimiento metálico	707.02
Tubería de nervadura en espiral, con recubrimiento metálico	707.11
Tubería plástica	706.08
Tubería de acero, con recubrimiento de polímeros	707.08
Tubería de cajas prefabricados de concreto reforzado	706.07
Tubería con forma de arco de concreto reforzado	706.04
Tubería de concreto reforzado	706.02
Tubería de concreto reforzado para cargas-D	706.06
Tubería de concreto con refuerzo en forma elíptica	706.05
Tubería perforada de drenaje	707.10
Rellenos especiales de lechada	704.11
Sellos a prueba de filtraciones	712.03

Requerimientos para la construcción

602.03 General. Usar los mismos materiales y revestimientos, sobre todas las secciones de tubería continua, extensiones y secciones especiales, como codos, brazos de conexiones. Materiales de alcantarillados, tamaños, y ubicaciones aproximadas, mostrados en los planos. Determinar la ubicación final, longitud, y secciones especiales en el campo. Realizar los trabajos de excavaciones y rellenos de acuerdo a la Sección 209.

602.04 Colocación de tubería de concreto y alcantarillas de caja de concreto reforzado prefabricadas. Iniciar la colocación en el sitio de la salida inferior, y colocar la campana o garganta aguas arriba. Rellenar todas las juntas de las secciones completamente. Colocar la tubería circular con acero de refuerzo elíptico, con el menor eje del refuerzo, en posición vertical. Construir las juntas de acuerdo a alguno de los siguientes métodos.

(a) Juntas de mortero. Limpiar la parte inferior, del final que recibe la tubería. Repellar el interior con suficiente mortero, de tal forma que la tubería que entra, tenga su apoyo a nivel, con la tubería previamente colocada. Ajustar las secciones, lo más cerca que la construcción del drenaje permita. Rellenar y sellar las juntas con mortero, por adentro y por afuera. Limpiar el exceso de mortero, de la parte interior de la tubería.

Curar el mortero de las juntas exteriores, cubriéndolo con polietileno o rociándolo con un compuesto de cura. Rellenar, mientras el mortero está en condición plástica o, si el mortero fragua antes del relleno, esperar por lo menos 24 horas antes de rellenar.

(b) Juntas con empaque. Proteger los finales de las juntas, de barro, limos, grava, o cualquier otro material no deseado. Colocar las secciones de tubería con los empaques amarrados. Remover, limpiar, relubricar, y relocalizar los empaques que se han movido o contaminado.

Alinear las secciones de tubería. Forzar el acoplamiento de las tuberías con empaques, de acuerdo al procedimiento recomendado por el fabricante. Prevenir el deslizamiento de la última sección, colocada cada día, anclándola.

602.05 Colocación de tubería metálica. Colocar la tubería, con el traslape de las juntas aguas arriba, y los traslapes longitudinales, colocados de cualquier forma que no queden en la parte inferior de la tubería. Colocar las tuberías elongadas, con el eje de mayor diámetro, con una inclinación de alrededor de 5 grados con la vertical.

Unir las secciones por medio de una banda de acople. No usar bandas planas, o acoples del tipo de camisa lisa. Limitar el uso de bandas de acoples, con proyecciones de agujeros para fijarse, a las secciones finales acampanadas.

Cuando aleaciones de aluminio entren en contacto con otros metales, se deberán revestir las superficies, con masilla bituminosa, o un compuesto de calafatear, que haya sido previamente aprobado.

602.06 Colocación de tubería plástica. Colocar tubería plástica de acuerdo, a las recomendaciones del fabricante.

602.07 Colocación de tuberías perforadas. Unir las secciones por medio de una banda de acople. Cubrir las perforaciones durante el relleno y pavimentación, con papel asfáltico o cualquier otro material aprobado, para prevenir que se introduzcan materiales en la tubería. El relleno debe realizarse con material apropiado.

602.08 Aceptación. Materiales suplidos como alcantarillas, drenajes, y cajas de concreto reforzado prefabricado para alcantarillas, serán evaluados de acuerdo a las Subsecciones 106.02 y 106.03.

La instalación de alcantarillas, drenajes, y cajas de concreto reforzado prefabricado, será evaluada de acuerdo a las Subsecciones 106.02 y 106.04.

La excavación y el relleno serán evaluados de acuerdo a la Sección 209.

Medida

602.09 La medida de tuberías y cajas de concreto reforzado prefabricados, es por metro de longitud, en el lado inferior.

Medir las secciones finales, codos, las conexiones en cada ramificación. Si no hay pago para codos, o para las ramificaciones, medirlas como longitud de tubería, a lo largo de la parte inferior.

Pago

602.10 Las cantidades aceptadas, medidas como se describió anteriormente, serán pagadas a los precios unitarios del contrato, por unidad de medida de los renglones de pago, descritas a continuación, que se mostraron en el cartel de licitación. El pago será por la compensación total, del trabajo descrito en esta Sección. Ver Subsección 109.05.

El pago se realizará de acuerdo:

Renglón de pago		Unidad de medida
60201	Tubería de alcantarillado de ____ milímetros o pulgadas.	Metro
60202	Tubería de arco, con una luz de ____ milímetros o pulgadas y ____ milímetros o pulgadas de peralte	Metro
60203	Tubería de arco, o elíptica de ____ milímetros o pulgadas de diámetro equivalente.	Metro
60204	Tubería de drenaje perforada de ____ milímetros o pulgadas	Metro
60205	Caja de concreto prefabricado de drenajes de ____ milímetros o pulgadas de luz, ____ milímetros o pulgadas de peralte.	Metro
60206	Sección final de tubería de ____ milímetros o pulgadas	Unidad.
60207	Sección final de tubería de arco de ____ milímetros o pulgadas de luz, y ____ milímetros o pulgadas de peralte.	Unidad
60208	Sección final de tubería de arco o elíptica de diámetro equivalente de ____ milímetros o pulgada	Unidad
60209	Codo <u>descripción</u>	Unidad
60210	Ramales de conexión <u>descripción</u>	Unidad

SECCIÓN 603.) CHAPAS O LAMINAS ESTRUCTURALES

Descripción

603.01 Este trabajo consiste en la construcción de tuberías de láminas estructurales, arcos, tuberías arqueadas, cajas y viaductos inferiores.

Materiales

603.02 De acuerdo a las siguientes Subsecciones

Láminas estructurales de aleaciones de aluminio	707.06
Láminas estructurales con recubrimiento asfáltico	707.07
Láminas estructurales de acero estructural	707.05

Requerimientos para la construcción

603.03 General. Realizar los trabajos de excavación y relleno, de acuerdo a la Sección 209.

603.04 Montaje. Suministrar las láminas estructurales de acero, aleaciones de aluminio, acero con recubrimiento asfáltico, o aleaciones de aluminio con revestimiento asfáltico.

Suministrar una copia de las instrucciones de armado del fabricante, antes de iniciar el armado. Las instrucciones deben mostrar, la posición de cada lámina y el orden de armado.

Montar las láminas estructurales, de acuerdo a las instrucciones del fabricante. Tener cuidado con el uso de punzones y barras de palanca, para evitar daños en las láminas estructurales y su recubrimiento. Las láminas deben ajustar apropiadamente.

Donde estén en contacto aleaciones de aluminio, con otros tipos de metales, revestir las superficies de contacto, de acuerdo a la Subsección 602.05.

Apretar los tornillos de acero, en las láminas de acero, con un momento torsional de 135 newtons metro como mínimo, y un máximo de 400 newton metro.

Apretar los tornillos de acero y los tornillos de aluminio, en láminas de aluminio de 2.5 milímetros de espesor, con un momento torsional de 120 newton metro como mínimo, y un máximo de 155 newton metro.

Apretar los tornillos de acero y aluminio, en láminas de aluminio de 3 milímetros de espesor y más, con un momento torsional mínimo de 155 newton metro, y un máximo de 180 newton metro.

Para estructuras de luces grandes:

(a) Apretar las costuras longitudinales, cuando las láminas están colocadas, a menos que las láminas estén sostenidas en su lugar por medio de cables, puntales o el relleno. Alinear adecuadamente las láminas en forma circular, para prevenir distorsión permanente, al diseño propuesto. Antes de rellenar, no exceder en más del 2% de variación, de la forma del diseño.

(b) No distorsionar la forma de la estructura, por motivo de operación de equipo, sobre o cerca de la estructura.

(c) Proveer un control topográfico adecuado de la estructura, para verificar los movimientos de la estructura.

(d) Revisar y controlar los movimientos por deflexión de la estructura, durante toda la operación de relleno, No exceder los límites recomendados por el fabricante.

(e) Contar con un representante del fabricante, para verificar el montaje y el relleno de la estructura.

603.05 Aceptación. Materiales para láminas estructurales, serán evaluadas de acuerdo a las Subsecciones 106.02 y 106.03

La instalación de las láminas estructurales, será evaluada de acuerdo a las Subsecciones 106.02 y 106.04.

La Excavación y relleno, serán evaluados de acuerdo a la Sección 209.

Medida

603.06 La medida de las láminas estructurales de, tuberías, tuberías arqueadas, cajas, y viaductos inferiores, será por metro a lo largo de la línea inferior.

Medir las láminas estructurales de arcos por metro, a lo largo del promedio de las líneas de arranque.

Pago

603.07 Las cantidades aceptadas, medidas como se describió anteriormente, serán pagadas, a los precios unitarios de contrato, por unidad de medida de los renglones de pago descritos a continuación, y que se mostraron en el cartel de licitación. El pago será en compensación total, por el trabajo descrito en esta Sección. Ver Subsección 109.05.

El pago se hará de acuerdo a:

	Renglón de pago	Unidad de medida
60301	Láminas estructurales de tubería de <u>diámetro</u> milímetros o pulgadas y <u>espesor</u> milímetros o pulgadas	Metro
60302	Láminas estructurales de tubería de arco de _____ luz, _____ peralte, <u>espesor</u> milímetros o pulgadas	Metro
60303	Láminas estructurales de paso inferior de _____ luz, _____ peralte, <u>espesor</u> milímetros o pulgadas	Metro
60304	Láminas estructurales de arco de _____ luz, _____ peralte, <u>espesor</u> milímetros o pulgadas	Metro
60305	Láminas estructurales de cajas de _____ luz, _____ peralte, <u>espesor</u> milímetros o pulgadas	Metro

SECCIÓN 604.) POZOS DE REGISTRO, TOMAS, Y TRAGANTES

Descripción

604.01 Este trabajo consiste en la construcción, o ajuste de pozos de registro, tomas, tragantes, cajas de distribución, y cámaras disipadoras de energía (quebra gradiente.)

Materiales

604.02 Compuesta por las siguientes Secciones y Subsecciones:

Concreto	601
Ladrillos de concreto	725.08
Bloques de mampostería de concreto	725.09
Unidades de metal corrugado	725.13
Marcos, parrillas, tapas, y escaleras de peldaños	725.12
Lechada	725.22
Relleno de juntas, sellantes, y sellos de juntas premoldeadas	712.02
Mortero de juntas	712.02
Unidades de concreto prefabricado	725.11
Acero de refuerzo	709.01
Sellos impermeabilizantes	712.03

604.03 General. Realizar los trabajos de excavación y relleno, de acuerdo a la Sección 209.

Requerimientos para la construcción

604.04 Construcción de concreto. Construir los pozos de registro, tomas y tragantes de concreto, de acuerdo a la Sección 601. Las unidades de concreto se pueden colar en sitio, o pueden ser prefabricadas. Acabar la superficie de acuerdo a las Subsecciones 552.16 a, o b, según sea aplicable.

Cuando una tubería entra a través, de una pared existente de concreto, cortar el concreto y el acero de refuerzo, de tal manera que no se afloje el refuerzo de la pared. Cortar el acero de refuerzo a tope, con la cara de la abertura de la pared.

Acabar bien, la línea de flujo en las cajas de registro, cabezales, cámaras colectoras de forma que esté de acuerdo a la línea de flujo de agua de la tubería.

Armar las secciones, de las cajas de registro de concreto prefabricado, y colocar empaques impermeables flexibles, o juntas rellenas de masilla, en el extremo movable y las ranuras de las juntas. Si se usan empaques, manipular las unidades prefabricadas con cuidado, después que los empaques se han colocado, para evitar dañar o contaminar las juntas. Obtener un alineamiento adecuado, antes de forzar las juntas a quedar en su lugar. Mantener soportes parciales, durante la colocación del extremo movable o espiga, para minimizar las presiones laterales desiguales, en los empaques, y para mantener el alineamiento, hasta que se haya quedado el empaque en posición. Si se usa masilla, aplicar relleno de masilla en las juntas, de acuerdo a la recomendación del fabricante.

Colocar los marcos metálicos, soportados en una de junta total de mortero.

Impermeabilizar todas las juntas y aberturas, por medio de lechada o uso de sellos premoldeados. Acabar las juntas de mortero, redondeando las partes exteriores y alisando las partes internas.

Las escaleras de peldaños deben ser de, 300 milímetros entre centros, y alineada verticalmente. Fijar los peldaños en las paredes del concreto prefabricado, por medio de lechada.

604.05 Construcción con bloques de mampostería. Construir las fundaciones de concreto de acuerdo a la Sección 601. Construir las paredes de bloques de mampostería a plomo. Construir las juntas verticales alternadas (Pata de gallo), y colocar los bloques con las celdas, en posición vertical. Humedecer los bloques, para reducir la razón de absorción. Rellenar de mortero todas las juntas, tanto las cabezas de la línea de apoyo como las verticales. Pegar los bloques con mortero en todas las caras. Construir todas las juntas alineadas, a nivel, a plomo, a ras y con un espesor de entre los 6 y 13 milímetros. Rellenar la estructura, después que la mampostería de bloque ha curado, de acuerdo a la Subsección 552.15 durante 7 días.

604.06 Construcción en metal. Construir la toma, del mismo material que las tuberías metálicas adyacentes.

604.07 Ajustes de pendiente de estructuras existentes. Ajustar los marcos metálicos y las parrillas a la gradiente, antes de colocar la capa de rodadura.

Remover y limpiar los marcos, tapas y parrillas. Desbastar las paredes hasta material sólido. Reconstruir las paredes con el mismo material existente, y recolocar los marcos limpios, a la elevación requerida.

Cuando el marco de apoyo de la tapa, así como las paredes existentes, están en buena condición, un dispositivo aprobado, puede ser usado para ajustar la tapa

de la caja de registro, a la elevación requerida, sin reconstruir las paredes o recolocar el marco.

Cuando las cámaras colectoras y los cabezales se ajustan a las pendientes y se requiere apoyo en el concreto existente, separar las fundiciones del concreto adyacente, con una junta de expansión premoldeada, no menor de 12 milímetros de espesor.

Limpiar cada estructura de todo el limo, suciedad o materiales extraños acumulados.

Cuando una estructura existente es abandonada, sellar todas las tuberías que entran en la estructura, con un tapón bien ajustado de concreto, no menor de 150 milímetros de espesor, o un tapón de mampostería sellado, no menor de 200 milímetros de espesor. Triturar la base de la estructura de concreto, para prevenir la entrada y retención de agua. Demoler la parte superior de la estructura, a una elevación, de por lo menos de 1 metro, debajo del nivel existente del terreno, y rellenar de acuerdo a la Sección 209.

604.08 Aceptación El suministro de unidades de concreto prefabricado (Incluyendo cajas de registro, cabezales, cámaras colectoras, cajas de interconexión, cajas quiebra gradiente), será evaluado de acuerdo a las Subsecciones 106.02 y 106.03.

Concreto para unidades coladas en sitio, será evaluado, de acuerdo a la Sección 601.

Excavación y relleno, serán evaluados de acuerdo a la Sección 209.

Instalación y ajuste de unidades de concreto (Incluyendo cajas de registro, cabezales, cámaras colectoras, cajas de interconexión y cajas quiebra gradiente), serán evaluadas de acuerdo a la Subsecciones 106.02 y 106.04.

Medida

604.09 Medir las cajas de registro por metro, desde la elevación final, hasta la superficie de línea de flujo de la caja de registro, o por unidad.

Medir cabezales, cámaras colectoras, cajas de registro, y ajustes de cabezales, tapas de cajas de registro, cajas de interconexión, cajas quiebra gradiente, por unidad.

Medir los marcos metálicos y parrillas y la remoción y reinstalación de marcos metálicos y parrillas por unidad, a menos se haya incluido en la construcción, como parte del cabezal, caja de registro, o cámara colectora. El marco y la parrilla o la tapa usada, constituyen una unidad.

Pago

604.10 Las cantidades aceptadas, medidas como se describió anteriormente, serán pagadas a los precios unitarios del contrato, por unidad de medida de los renglones de pago descritos a continuación, mostrados en el cartel de licitación. El pago será por la compensación total, por el trabajo descrito en esta Sección. Ver Subsección 109.05.

El pago se hará de acuerdo a:

	Renglón de pago	Unidad de medida
60401	Cajas de registro <u> descripción </u>	Unidad
60402	Cajas de registro <u> descripción </u>	Metro
60403	Cabezales <u> descripción </u>	Unidad
60404	Cámaras colectoras <u> descripción </u>	Unidad
60405	Ajuste a cajas de registro	Unidad
60406	Ajuste a cabezales	Unidad
60407	Tapas de cabezales y cajas de registro	Unidad
60408	Cajas de interconexión	Unidad
60409	Marcos metálicos y parrillas	Unidad
60410	Cajas quiebra gradiente	Unidad
60411	Remover y reinstalar marcos metálicos y parrillas	Unidad

SECCIÓN 605.) SUBDRENAJES

Descripción

605.01 Este trabajo consiste en proveer e instalar subdrenajes, camas drenantes.

Materiales

605.02 De acuerdo a las siguientes Subsecciones.

Tubería corrugada de aleación de aluminio	707.03
Tubería con recubrimiento asfáltico	707.04
Drenajes geocompuestos	714.02
Geotextil tipo I	714.01
Relleno granular	703.03
Tubería metálica corrugada con revestimiento metálico	707.02
Tubería perforada de concreto	706.03
Tubería plástica perforada	706.08
Arena	703.15
Relleno estructural	704.04

Requerimientos para la construcción

605.03 General. Usar el mismo material y recubrimiento, en todas las secciones de los drenajes continuos, extensiones, codos, ramales, y otras secciones especiales.

El material, tamaño, y localización aproximada, se muestra en los planos. Determinar la localización y longitud final en el campo.

Realizar los trabajos de excavación y relleno de acuerdo a la Sección 209.

Si se usa geotextil o geocompuesto, afinar la superficie de la zanja, removiendo todas las proyecciones, que puedan dañar el geotextil o el geocompuesto. Reponer el geotextil o el geocompuesto dañado, durante la instalación. Realizar las reparaciones al geocompuesto, de acuerdo a las recomendaciones del fabricante.

No permitir que suelo u otros materiales extraños, entren en el sistema de drenaje. Tapar el final del extremo superior de la instalación.

Proveer tubería sin perforar, para desaguar el drenaje. Instalar las tuberías de salida, de acuerdo a la Sección 602. Inmediatamente colocar y asegurar una malla fabricada, de alambre galvanizado, con aberturas de 13 por 13 milímetros ($\frac{1}{2}$ pulgada por $\frac{1}{2}$ pulgada) de abertura, en la salida de todas las tuberías de drenaje.

605.04 Colocación de Subdrenajes. Colocar una capa de relleno granular, de por lo menos 50 milímetros de espesor, en el fondo de la zanja.

Proveer una tubería colectora de por lo menos, 125 milímetros (5 pulgadas) de diámetro en todos los subdrenajes.

Unir las secciones de tubería en forma segura, con los aditamentos de acople o por medio de bandas. Unir las tuberías de cloruro de polivinilo (PVC) o Estireno-butadieno-nitrilo acrílico (ABS), usando un sello flexible elastomérico o un cemento con solvente. Unir tubería de polietileno con bandas de acople, remachadas, atornilladas, de acuerdo a la recomendación del fabricante.

Rellenar y compactar todas las zanjas, dentro de los límites de la calzada de la carretera, de acuerdo a la Sección 209, excepto, cuando se usa material granular de relleno. Zanjas de subdrenajes con geocompuestos, dentro de los límites de la calzada de la carretera, pueden ser rellenadas también, con arena limpia compactada.

Cuando se colocan subdrenajes debajo de la línea de la cuneta, prevenir la infiltración del agua superficial, colocando el material de acuerdo a AASTHO M 145, grupo de clasificación A-4, A-5, A-6, o A-7, en los 300 milímetros superiores de la zanja.

(a) Drenajes estándar. Cuando se requiere geotextil, colocar la dimensión larga del geotextil paralelo a la línea centro de la zanja. Poner el geotextil, sin estirar, en contacto con la superficie de la zanja. Traslapar las juntas un mínimo de 600 milímetros, con el geotextil que está hacia arriba del flujo, colocado sobre el que está hacia abajo del flujo.

Colocar la tubería colectora, con las perforaciones hacia abajo.

Colocar el relleno granular, a una altura de 300 milímetros sobre la parte superior de la tubería colectora y compactar. No desplazar la tubería colectora. Colocar y compactar el resto del material de relleno granular, de acuerdo a la Sección 209.

Doblar el geotextil sobre la parte superior del relleno granular, con un traslape mínimo de 300 milímetros.

(b) Drenajes geocompuestos. Extender el geotextil, desde el fondo del núcleo del drenaje, alrededor de la tubería colectora.

Construir uniones e instalar los accesorios de salida, de acuerdo a las recomendaciones del fabricante. Prevenir la infiltración del suelo, en el núcleo del geocompuesto. Construir el drenaje geocompuesto, de tal forma, que no se impida el flujo, a través del núcleo del geocompuesto.

Si la pared de la zanja es irregular, afinar la pared de la zanja, o colocar una capa de relleno granular, entre el geocompuesto y la pared de la zanja. Soportar temporalmente, el drenaje contra la pared de la zanja, durante el relleno.

Cuando la zanja es de 500 milímetros de ancho o más, colocar el relleno granular o de arena limpia hasta una altura de, 300 milímetros sobre la parte superior del tubo colector y compactar. Colocar y compactar el resto del relleno granular o de arena limpia, de acuerdo a la Sección 209.

605.05 Colocación de camas filtrantes de geocompuesto. No colocar camas filtrantes, contra un lecho de mortero con menos de 4 días de edad.

Cuando un geocompuesto, es usado en conjunto con una membrana a prueba de agua, instalar secciones de drenaje compatibles con la membrana, usando métodos recomendados por el fabricante de membranas. Armar y colocar el drenaje de geocompuesto, contra la superficie a ser rellenada, de acuerdo a las recomendaciones del fabricante.

Unir los drenajes de geocompuestos, para que el flujo a través de las esquinas sea continuo. Traslapar el geotextil un mínimo de 75 milímetros, en la dirección del flujo de agua. Para uniones verticales, traslapar el geotextil en la dirección que el relleno avanza.

Conectar los núcleos, del drenaje a una tubería colectora o a los agujeros de drenaje, de tal forma que el flujo es continuo, a través del sistema. Extender el geotextil del final del núcleo del drenaje, alrededor del tubo colector.

Rellenar con relleno estructural, y compactar de acuerdo a las Subsecciones 208.10 y 208.11.

605.06 Colocación de subdrenajes geocompuestos en el borde del pavimento. Armar el drenaje de geocompuesto, en el borde del pavimento, y el material de la boca de salida, de acuerdo a las recomendaciones del fabricante, y colocarlo en la zanja. Si la pared de la zanja es irregular, alisar la pared de la zanja, o colocar una capa de arena limpia entre el geocompuesto y la pared de la zanja. Soportar temporalmente, el drenaje contra la pared de la zanja, mientras se rellena.

Cuando la zanja es de menos de 500 milímetros de ancho, rellenar la zanja usando arena limpia. Rellenar y compactar en capas no es requerido. Compactar la arena con un rodillo, vibrando, apisonando con un pisón mecánico, o inundándolo con agua.

Cuando la zanja es de más de 500 milímetros de ancho, colocar y compactar el relleno granular o la arena limpia, de acuerdo a la Sección 209.

605.07 Aceptación. Materiales (excepto relleno granular) para subdrenajes y camas filtrantes, serán evaluados de acuerdo a las Subsecciones 106.02 y 106.03.

Rellenos granulares serán evaluados de acuerdo a las Subsecciones 106.02 y 106.04. Ver Tabla 605-1, para los requisitos de muestreo y pruebas.

Excavación y relleno serán evaluados de acuerdo a la Sección 209.

Geotextil será evaluado de acuerdo a la Sección 207.

Tuberías de salida serán evaluadas de acuerdo a la Sección 602.

Instalación de subdrenajes, camas filtrantes, y drenajes en bordes de pavimento, será evaluada de acuerdo a las Subsecciones 106.02 y 106.04.

Medida

605.08 Medir los sistemas de subdrenajes, sistemas de subdrenajes estándar, sistemas de subdrenajes geocompuestos, y sistemas de subdrenaje en borde del pavimento por metro. Cuando se mide un sistema, no medir el geotextil, tubos colectores, relleno, y tuberías de salida, que son parte del sistema, a menos que se muestre una partida de pago en el contrato.

Medir el sistema de cama filtrante por metro cuadrado, en su posición final, excluyendo traslapes.

Medir las tuberías colectoras y las tuberías de salida por metro.

Medir el relleno granular y la arena limpia por metro cúbico en lugar.

Pago

605.09 Las cantidades aceptadas, medidas como se describió anteriormente, serán pagadas a los precios unitarios de contrato, por unidad de medida de los renglones de pago descritos a continuación, y que se mostraron en el cartel de

licitación. EL pago será en compensación total por el trabajo descrito en esta Sección. Ver Subsecciones 109.05.

El pago se hará de acuerdo a:

Renglón de pago	Unidad de Medida
60501 Sistemas de subdrenaje	Metro
60502 Sistema estándar de subdrenaje	Metro
60503 Sistemas de subdrenaje de geocompuesto	Metro
60504 Sistema de subdrenaje de borde de pavimento	Metro
60505 Sistema de cama filtrante	Metro cuadrado
60506 Tubería colectora de ____milímetros	Metro
60507 Tubería de salida de ____milímetros	Metro
60508 Relleno granular	Metro Cúbico
60509 Arena	Metro Cúbico

Tabla 605-1
Muestreo y prueba

Material o Producto	Propiedad o Características	Método de prueba o Especificación	Frecuencia	Punto de Muestreo
Relleno granular	Graduación	AASTHO T 27 y AASTHO T 11	1 por cada 500 m	Sitio de producción o Stock de materiales

SECCIÓN 606.) VERTEDEROS DE METAL CORRUGADO

Descripción

606.01 Este trabajo consiste en proveer e instalar vertederos de acero corrugado.

Materiales

606.02 De acuerdo a la siguiente Sección:

Alcantarillas y drenajes

602

Requerimientos para la construcción

606.03 Colocación de vertederos de metal corrugado. Las dimensiones y proporciones de vertederos, tomas, cabezales de salida, conexiones, pueden variar para permitir el uso de plantillas estándares del fabricante.

Instalar los cabezales de entrada, como se muestra en los planos, y compactar el relleno, por medio de pisón mecánico.

Colocar los vertederos a la salida de la tubería, de acuerdo a la Sección 602. Anclar los vertederos, como se muestra en los planos.

606.04 Aceptación. Tuberías, accesorios de anclaje, accesorios, y otros materiales provistos por el fabricante de vertederos metálicos, serán evaluadas de acuerdo a las Subsecciones 106.02 y 106.03.

Excavación y relleno, serán evaluados de acuerdo a la Sección 209.

La construcción de vertederos será evaluada, de acuerdo a las subsecciones 106.02 y 106.04.

Medida

606.05 Medir el conjunto de vertedero, y el conjunto de anclaje de tubería por unidad.

Medir las tuberías de entrada y de salida de acuerdo a la Sección 602.

Pago

606.06 Las cantidades aceptadas, medidas como se describió anteriormente, serán pagadas a los precios unitarios de contrato, por unidad de medida de los renglones de pago descritos a continuación, que se mostraron en el cartel de licitación. El pago será en compensación total, del trabajo descrito en esta Sección. Ver Subsección 109.05.

El pago se hará de acuerdo a:

Renglón de pago	Unidad de medida
60601 Conjunto de vertedero	Unidad
60602 Conjunto de anclaje de tubería de _____ milímetros o pulgadas	Unidad

SECCIÓN 607.) LIMPIEZA, REACONDICIONAMIENTO, Y REPARACIÓN DE ESTRUCTURAS DE DRENAJE EXISTENTES

Descripción

607.01 Este trabajo consiste en la limpieza, el reacondicionamiento, y la reparación de estructuras de drenaje existentes.

Requerimientos para la construcción

607.02 General. Botar el material de acuerdo a la Subsección 203.05.

607.03 Remoción y limpieza de alcantarillas. Remover cuidadosamente las alcantarillas, y limpiar todo el material extraño, que esté dentro de la alcantarilla y hasta ambos extremos.

607.04 Limpieza de alcantarillas. Remover y botar todo el material extraño dentro del cilindro y accesorios de la alcantarilla, por cualquier método que no dañe la alcantarilla.

Todo o parte de la alcantarilla, designada a limpiarse en su lugar, puede ser removida, limpiada y recolocada de acuerdo a la Sección 602.

607.05 Recolocación o almacenamiento de tubería rescatada. Recolocar la tubería removida y limpia, de acuerdo a la Sección 602. Proveer todo el material accesorio y reemplazar la tubería dañada, de acuerdo a la Sección 602.

Colocar la tubería rescatada, en el sitio designado de almacenamiento. Botar la tubería dañada.

607.06 Reacondicionamiento de estructuras de drenaje. Remover todos los escombros de la estructura designada a reacondicionar. Reparar todas las fugas y daños estructurales, recolocando las partes faltantes o quebradas de metal o concreto, de acuerdo a la Sección 602.

607.07 Aceptación. Limpiar, reacondicionar, y reparar estructuras de drenaje existente, de acuerdo a la Subsección 106.02.

Recolocación de alcantarillas, será evaluada de acuerdo a la Sección 602.

Medida

607.08 Medir alcantarillas que han sido removidas, limpiadas y almacenadas, por metro de tubería colocada en el sitio de almacenamiento.

Medir alcantarillas que han sido removidas, limpiadas y recolocadas por metro, medido en la parte inferior de la tubería.

Medir las alcantarillas que se han limpiado, por metro, a lo largo de la parte inferior de la tubería. Si la tubería ha sido removida y recolocada, de acuerdo al criterio del contratista, no se mide dos veces.

Medir las estructuras de drenaje reacondicionado por unidad.

Pago

607.09 Las cantidades aceptadas, medidas como se describió anteriormente, serán pagadas a los precios unitarios del contrato, por unidad de medida de los renglones de pago descritos a continuación, que se mostraron en el cartel de licitación. El pago será en compensación total del trabajo descrito en esta Sección. Ver Subsección 109.05.

El pago será de acuerdo a:

Renglón de pago	Unidad de medida
60701 Remover, limpiar y almacenar alcantarillas	Metro
60702 Remover, limpiar y recolocar alcantarillas	Metro
60703 Limpiar alcantarilla en sitio	Metro
60704 Reacondicionar estructuras de drenaje	Unidad

SECCIÓN 608.) REVESTIMIENTO DE CUNETAS, Y CANALES

Descripción

608.01 Este trabajo consiste en el revestimiento de cunetas, canales, vertederos y similares.

Los canales abiertos pavimentados se designan como sigue:

Tipo I	Piedra bruta adherida con lechada
Tipo II	Piedra bruta adherida con mortero
Tipo III	Concreto ciclópeo.
Tipo IV	Concreto
Tipo V	Asfalto
Tipo VI	Empedrado suelto.

Materiales

608.02 Se describen en las siguientes Secciones y Subsecciones:

Mezclas asfálticas	402
Capa de base	704.06
Concreto	601
Relleno granular	703.03 b
Mortero	712.05
Acero de refuerzo	709.01
Roca para empedrado	705.02
Piedra bruta	620

Requerimientos para la construcción

608.03 General. Se realizarán los trabajos de excavación y relleno de acuerdo con la Sección 209. Se colocará y compactará el material de la capa de base. Se compactará la capa de base con por lo menos tres pasadas de un pisón mecánico liviano, rodillo o plancha vibratoria. La superficie de la base debe quedar, paralela a la superficie acabada del canal de agua.

Se apisonará cada piedra hasta que quede firme, y tenga su superior cara con la pendiente, el alineamiento y la sección transversal del canal. Se removerá y recolocarán las piedras que tengan una superficie irregular o dispareja.

Se rellenarán las juntas con material granular, hasta 100 milímetros bajo la superficie y se les colará y cepillará, hasta que el mortero quede 13 milímetros

debajo de la superficie. El exceso de mortero sobre la superficie deberá ser extraído.

608.04 Piedra bruta unida con lechada en canales pavimentados. Incrustar cada piedra del pavimento, con su cara plana hacia arriba, y su dimensión mayor paralela a la línea del canal. Colocar piedras alternadas, de tal forma que no tengan juntas continuas, a través del canal, o paralelas a la línea de flujo. Limitar los anchos de las juntas a, 25 milímetros como mínimo y 50 milímetros máximo.

Apisonar las piedras hasta que estén firmes, y tengan las caras con la pendiente, el alineamiento y la sección transversal del canal.

Rellenar las juntas con relleno granular, hasta 100 milímetros (4 pulgadas) de la superficie. Colar y barrer la lechada de cemento dentro de las juntas, hasta 13 milímetros (½ pulgada) debajo de la superficie. Limpiar el exceso de lechada de la superficie.

608.05 Piedra bruta unida con mortero en canales pavimentados. Se incrustará cada piedra del pavimento, con su cara plana hacia arriba y su dimensión mayor paralela a la línea del canal. Se colocarán piedras alternadas, en tal forma que no queden con juntas continuas a través del canal, o paralelas a la línea de flujo. Se limitarán los anchos de las juntas a 25 milímetros como mínimo y 50 milímetros máximo.

Se apisonarán las piedras hasta que queden firmes y tengan las caras siguiendo la pendiente, el alineamiento y la sección transversal del canal.

Se aplicará el mortero a la cara expuesta de las piedras, en tal cantidad suficiente que cuando se coloquen las piedras adyacentes y se apisonen, el mortero de la juntas quede aproximadamente a 13 milímetros bajo la cara exterior de la piedra, sin sobresalir de la superficie. Se limpiará el exceso de mortero de la superficie.

608.06 Piedra bruta unida con concreto en canales pavimentados. Se colocará el concreto de la fundación, el acero de refuerzo, y la piedra del pavimento, en una operación progresiva. Se fijará el acero de refuerzo dentro del tercio medio del espesor de la fundación de concreto. Se limpiará y humedecerá la piedra del pavimento, hasta cerca de la saturación. Se incrustará en la fundación de concreto, antes de que este endurezca. Se colocarán las piedras alternativamente, en tal forma que no queden haya juntas continuas a lo largo del canal, o paralelas a las líneas de flujo. Se limitarán los anchos de las juntas a un mínimo de 25 milímetros y a un máximo de 50. Se llenará las juntas con mortero, hasta 25 milímetros bajo la cara superior de la piedra.

608.07 Canales revestidos de concreto. Se realizará el trabajo de acuerdo con la Sección 601.

608.08 Canales revestidos con asfalto. Se realizará el trabajo de acuerdo con la Sección 402. Antes de colocar una sobrecarpeta al asfalto previamente colocado, se limpiarán y sellarán las grietas, según la Sección 414.

608.09 Colocación de empedrado suelto en canales. Se usará empedrado Clase I. Se realizará el trabajo de acuerdo con las Subsecciones 251.03 y 251.04.

608.10 Aceptación. Los materiales para mortero serán evaluados de acuerdo con las Subsecciones 106.02 y 106.03. El mortero será evaluado de acuerdo con la Subsección 106.04. (Ver Tabla 608-1 para los requisitos de muestreo y prueba).

El suelo de la base y el relleno granular serán evaluados, de acuerdo a las Subsecciones 106.02 y 106.04. Ver Tabla 608-1 para los requisitos de muestreo y prueba.

La construcción de canales pavimentados, será evaluada de acuerdo a las Subsecciones 106.02 y 106.04.

La construcción de canales pavimentados será evaluada de acuerdo con las Subsecciones 106.02 y 106.04.

La excavación y el relleno, serán evaluados de acuerdo a la Sección 209.

El empedrado suelto según la Sección 251.

Las mezclas asfálticas de acuerdo con la Sección 402.

El concreto según la Sección 601.

La piedra bruta de acuerdo con la Sección 620.

Medida

608.11 Medirán los canales revestidos por metro cuadrado, por metro, o por tonelada métrica. Cuando se mida por metro cuadrado, se incluirá toda el área de canal. Cuando se mida por metro lineal, lo será en la línea inferior de flujo.

Pago

608.12 Las cantidades aceptadas, medidas como se describió, serán pagadas a los precios unitarios de contrato, de acuerdo con los renglones de pago de las listas siguientes, mostradas en el cartel de licitación. El pago será la compensación total del trabajo descrito en esta Sección. (Ver Subsección 109.05).

Renglón de pago

Unidad de medida

60801 Canal revestido Tipo____
 60802 Canal revestido Tipo____
 60803 Canales con revestimiento asfáltico

Metro cuadrado
 Metro
 Tonelada métrica

**Tabla 608-1
 Muestreo y prueba**

Material o Producto	Propiedades o características	Método de prueba o Especificaciones	Frecuencia	Punto de muestreo
Capa de base	Graduación Límite líquido	AASTHO T 27 y AASTH T 11 AASTHO T 89	1 cada 500 m ³	Sitio de producción - almacenamiento
Relleno Granular	Graduación	AASTHO T 27 y AASTHO T 11	1 cada 500 m	Sitio de producción - almacenamiento
Mortero	Fabricar especímenes de prueba, para fallarse a esfuerzo a la compresión ⁽²⁾	AASTHO T 23 AASTHO T 22	1 muestra por instalación ⁽¹⁾	Sitio de trabajo

(1) El muestreo de material consiste de tres especímenes de prueba.

(2) El esfuerzo a la compresión será el promedio de tres especímenes de prueba.

SECCIÓN 609.) CORDÓN Ó BORDILLO Y CUNETETA

Descripción

609.01 Este trabajo consiste en la construcción o el restablecimiento del cordón o bordillo, combinación de cordón y cuneta, o barrera hecha de llantas de automóvil.

El cordón de piedra, será diseñado como Tipo I o II, de acuerdo con la Subsección 705.06.

Materiales

609.02 Se describen las Secciones y Subsecciones siguientes:

Mezclas asfálticas	402
Capa de base	704.09
Concreto	601
Relleno de juntas	712.01
Mortero	712.05
Cordón de concreto prefabricado	725.06
Acero de refuerzo	709.01
Piedra para cordón	705.06

Requerimientos para la construcción

609.03 General. Se realizarán la excavación y el relleno de acuerdo con la Sección 209. Se colocará y compactará el material de la capa de base. Se compactará la capa de base con por lo menos tres pasadas de un pisón mecánico liviano, rodillo o sistema vibratorio.

609.04 Cordón de piedra o concreto prefabricado. Se limpiará la capa de base y se humedecerá inmediatamente antes de la colocación. Se colocará el cordón en la capa de base de tal forma que su cara y sus líneas superiores queden en línea y pendiente adecuadas. Las juntas deberán tener de 10 a 25 milímetros de ancho y serán rellenas con mortero.

Se completarán los 8 primeros metros de cordón para demostrar la capacidad para construirlo, cumpliendo con estos requisitos. No se continuará la construcción hasta que sea aprobada esta sección.

Cuando un pavimento de concreto se construya contiguo al cordón, se designarán las juntas del cordón directamente en línea con las juntas de expansión del pavimento.

Las juntas del cordón deben tener 19 milímetros de ancho y deben rellenarse con el mismo espesor nominal del relleno de las juntas del pavimento. Se rellenarán con mortero todos los vacíos entre el relleno de la junta del pavimento y la del cordón.

609.05 Cordón o cordón y cuneta de concreto hidráulico. Se realizará el trabajo de acuerdo con la Sección 601. El cordón o cordón y cuneta se pueden colar en sitio usando formaleta deslizante.

(a) Colada en sitio. Se usarán encofrados que cubran el espesor total del concreto. Se usarán encofrados curvos en curvas con un radio de 90 metros o menos.

(1) Juntas de contracción. Se construirá el cordón en secciones uniformes de 3 metros de largo con juntas de contracción de 3 milímetros de espesor usando separadores de metal. Cuando el cordón se construya adyacente al pavimento de concreto, se harán coincidir sus juntas de contracción con las del pavimento.

(2) Juntas de expansión. Se formarán las juntas de expansión cada 18 metros usando un relleno de junta preformado de 19 milímetros de espesor. Cuando el cordón se construya, adyacente a, o sobre el pavimento de concreto, se harán coincidir sus juntas de expansión con las del pavimento de concreto.

Se acabará el concreto en forma lisa y pareja con una llana de madera y se terminará con cepillo, paralelamente a la línea del cordón, de acuerdo con la Subsección 552.14 c 2. Cuando es requerido un acabado de agregado expuesto, se hará de acuerdo con la Subsección 552.14 c 4. Se dejarán los encofrados en su sitio durante 24 horas, o hasta que el concreto haya fraguado lo suficiente, de tal manera que los encofrados pueden ser removidos sin dañar el cordón.

(b) Encofrado deslizante. Se usará una máquina autopropulsada automática para cordón, o una pavimentadora con accesorios para cordón. La máquina será lo suficientemente pesada, para obtener la consolidación sin que la máquina se eleve o monte sobre la fundación.

Si es necesario, se ajustará la graduación del agregado de concreto para producir un cordón o un cordón y cuneta, con una definición clara de la sección transversal. Se removerán y recolocarán las secciones que queden con cráteres u hormigueros de más de 5 milímetros, o cualquier otra sección que tenga defectos constructivos. La reparación con repello de secciones defectuosas no es permitida.

Después de que el concreto, haya fraguado lo suficiente como para permitir cortar sin dañar, se aserrarán las juntas de acuerdo con el párrafo (1) descrito. Las juntas de expansión se dispondrán según el párrafo (2)

609.06 Cordón o bordillo de concreto asfáltico. Cuando se construyen cordones sobre un pavimento, se colocará una capa de liga, de acuerdo con la Sección 412, en el área bajo el cordón.

Se construirá el cordón de concreto asfáltico, de acuerdo con la Sección 402. Se usará una máquina autopropulsada automática para cordón o una pavimentadora con accesorio para cordón, que sea lo suficientemente pesada, como para compactar el cordón, sin elevarse sobre la fundación. Se construirá el cordón uniformemente en textura, forma, y densidad. El cordón puede ser construido por otros medios solamente en secciones cortas o secciones con radios pequeños.

609.07 Recolocación de cordones de piedra o de concreto prefabricado. Se removerán cuidadosamente y se limpiarán, y almacenarán los cordones. Se cortarán o ajustarán, según sea necesario, para su instalación. Se recolocarán todos los cordones dañados o destruidos de acuerdo con la Subsección 609.04

609.08 Barrera de llanta vehicular. Se empernarán las barreras de llantas con dos secciones de 1 metro de varillas de acero de 19 milímetros de diámetro. Se recolocarán las barreras de llantas en la misma forma.

609.09 Aceptación. Los materiales para mortero serán evaluados de acuerdo con la Subsecciones 106.02 y 106.03. El mortero será evaluado según la Subsección 106.04. (Ver Tabla 609-1 para muestreo y pruebas).

Las unidades prefabricadas (cordones y barreras de llantas), serán evaluadas de acuerdo con las Subsecciones 106.02 y 106.03.

La capa de base será evaluada según a las Subsecciones 106.02 y 106.04. (Ver Tabla 609-1 para muestreo y pruebas).

La piedra para cordones de piedra, será evaluada de acuerdo con las Subsecciones 106.02 y 106.04.

La construcción de cordón y cuneta y barreras de llantas serán evaluadas según las Subsecciones 106.02 y 106.04.

La excavación y el relleno serán evaluados de acuerdo con la Sección 209 y mezclas asfálticas de acuerdo con la Sección 402.

El concreto será evaluado según la Sección 601.

Medida

609.10 Se medirán el cordón y la combinación de cordón y cuneta, ambos nuevos y recolocados, por metro, a lo largo de la cara frontal del cordón. No se realizará ninguna deducción en longitud, por concepto de estructuras de drenaje instaladas en el cordón, o por entradas a garajes y rampas para minusválidos, que cruce la cuneta.

Se medirán las barreras de llantas tanto las nuevas como las reinstaladas, por unidad.

Se medirá la capa de material de base por tonelada métrica o por metro cúbico, en el sitio.

Pago

609.11 Las cantidades aceptadas, medidas como se describió anteriormente, serán pagadas a los precios unitarios de contrato, por unidad de medida de los renglones de pago, descritos a continuación y que se muestran en el cartel de licitación. El pago será la compensación total, de los trabajos descritos en esta Sección. (Ver Subsección 109.05).

	Renglón de pago	Unidad de medida
60901	Cordón de concreto de cemento hidráulico _____ milímetros o pulgadas de espesor	Metro
60902	Cordón y cuneta de concreto de cemento hidráulico, ____ milímetros o pulgadas de espesor	Metro
60903	Cordón de piedra tipo __, ____ milímetros o pulgadas de espesor.	Metro
60904	Cordón de concreto prefabricado	Metro
60905	Cordón de concreto asfáltico, ____ milímetros o pulgadas de espesor.	Metro
60906	Recolocación de cordón	Metro
60907	Material para capa de base	Metro cúbico
60908	Material para capa de base	Tonelada métrica
60909	Barrera de llanta vehicular	Unidad
60910	Remoción y recolección de barreras de llantas	Unidad

**Tabla 609-1
Muestreo y pruebas**

Material o Producto	Propiedades o Características	Métodos de prueba o Especificaciones	Frecuencia	Punto de muestreo
Capa de base	Graduación Límite líquido	AASTHO T 27 y AASTHO T 11 AASTHO T 89	1 cada 500 m ³	Sitio de producción o almacenamiento
Mortero	Especímenes de prueba, para esfuerzo de compresión ⁽²⁾	AASTHO T 23 AASTHO T 22	1 muestra por instalación ⁽¹⁾	Sitio de trabajo

(1) El muestreo del material consiste en tres especímenes de prueba

(2) El esfuerzo a la compresión, será el promedio de tres especímenes de prueba.

SECCIÓN 610.) DRENAJES HORIZONTALES CON TUBERIA PERFORADA

Descripción

610.01 Este trabajo consiste en la construcción de drenajes horizontales con tubería perforada, incluyendo el sistema colector cuando se especifica.

Materiales

610.02 Se describen en las siguientes Subsecciones.

Tubería de acero corrugada, con recubrimiento metálico	707.02
Tubería de polietileno (PE)	725.16
Tubería de cloruro de polivinilo (PVC)	725.15
Tubería de acero	717.06

Requerimientos para la construcción

610.03 General. Se proveerá la tubería y los accesorios de uno de los materiales listados en la Subsección 610.02. Se proveerá tubería perforada, con 2 filas de perforaciones, cortadas en la circunferencia de la tubería sobre dos de tres segmentos a 120 grados. Se harán perforaciones de 0.5 milímetros de diámetro, con una abertura total de perforaciones igual a 4200 milímetros cuadrados por metro de tubería.

610.04 Perforación de Agujeros. Los puntos de instalación de los drenajes horizontales, mostrados en planos, son aproximados. Las ubicaciones exactas, se determinarán en el campo.

Se perforarán agujeros con un equipo de rotación capaz de perforar agujeros de 75 a 150 milímetros de diámetro, en suelo o roca. Se determinará la elevación del final de arriba del agujero del drenaje horizontal completo, insertando tubos y midiendo el nivel del líquido, o por otros medios satisfactorios. Se botará el agua de perforación en tal forma que no contamine la superficie de los drenajes superficiales.

610.05 Instalación de drenajes horizontales. Se sellará la entrada de la tubería perforada con un tapón que no se extienda más de 150 milímetros del final de la tubería. Se insertará la tubería dentro del agujero del barreno, con las perforaciones hacia arriba. Se secarán los barrenos de tal forma que el agujero perforado quede totalmente encamisado con la tubería perforada. Se

conectarán tuberías adicionales, según sea necesario, para formar un conducto continuo.

Se usará tubería sin perforar, por lo menos en los 3 a 6 metros finales de salida. Se sellará el espacio entre el agujero perforado y la tubería sin perforar, en por lo menos los 3 metros finales de salida, con un material impermeable aprobado. No se sellará el espacio entre el agujero perforado y la tubería perforada.

610.06 Instalación de drenajes exteriores y sistemas colectores.

Se fijará la tubería de salida, a las salidas de todos los drenes horizontales, por medio de piezas en T o codos. Se instalará un sistema colector del tipo, clase y tamaño detallados en el contrato.

610.07 Aceptación. Los materiales provistos para drenajes horizontales serán evaluados de acuerdo con las Subsecciones 106.02 y 106.03.

La construcción de drenajes horizontales será evaluada según las Subsecciones 106.02 y 106.04.

Medida

610.08 Se medirán los drenajes de tubería horizontal, incluyendo la longitud de la tubería de salida, por metro.

Se medirá el sistema colector por metro o por suma global.

610.09 Pago. Las cantidades aceptadas, medidas como se describió anteriormente, serán pagadas a los precios unitarios del contrato, por unidad de medida de los renglones de pago descritos a continuación, que aparecen en el cartel de licitación. El pago será la compensación total, de los trabajos descritos en esta Sección. (Ver Subsección 109.05).

Renglón de pago

Unidad de medida

61001 Tubería de drenaje horizontal
61002 Sistema colector
61003 Sistema colector

Metro
Metro
Suma Global.

SECCIÓN 611.) SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE.

Descripción

611.01 Este trabajo consiste en la construcción o reconstrucción de sistemas de distribución de agua potable.

Materiales

611.02 Aparecen descritos en las Secciones y Subsecciones:

Material para cama	704.02
Tubería de hierro fundido y accesorios	725.17
Concreto	601
Tubería y accesorios de cloruro de polivinilo (PVC)	725.15
Tubería de cobre sin costura y accesorios	725.18
Tubería de acero y accesorios	717.06

Requerimientos para la construcción

611.03 General. Se proveerán material y mano de obra de acuerdo con las normas de la APWA, la AWWA, National Building Code, y las normas nacionales sanitarias y de seguridad.

Se presentará previamente un desglose certificado de las partidas individuales, comprometidas en el renglón de pago por suma global, para ser usadas en los avances de progreso en el pago mismo, y en ajustes de pago.

Se obtendrán permisos, se prepararán la inspección y se pagarán todos los derechos necesarios para obtener el servicio de agua.

Se realizarán el trabajo de excavación y el relleno de acuerdo con la Sección 209. Se soportará la tubería según a la Subsección 209.09 b 2.

611.04 Colocación de la tubería de agua potable. Cuando sea necesario hacer pasar una tubería de agua sobre una línea de cloaca, ella se construirá a un mínimo de 450 milímetros de distancia vertical sobre la línea de cloaca.

Se inspeccionará cada junta y se limpiará el interior de la tubería antes de colocarla en la zanja. No se permitirá que tierra, agua, roedores, u otros contaminantes entren en la tubería durante la instalación. Se centrará y empujará cada junta hasta su lugar definitivo y se apretará la junta de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.

Se arriostrarán o se fijarán los accesorios mayores, o los accesorios que podrían hacer volar la línea bajo presión, del bloque de anclaje de concreto, colado en sitio. Se colocará el bloque, entre el accesorio y la pared vertical de la zanja, con una capacidad mínima de soporte de 0.2 metros cuadrados, contra la pared vertical. No se realizarán pruebas de presión en la línea hasta que el concreto haya obtenido su esfuerzo de diseño.

611.05 Prueba y desinfección de las líneas. Se probarán todas las juntas a presión antes de rellenar y se repararán las fugas que se encuentren.

Se desinfectarán todas las líneas que llevarán agua para consumo humano. Se llenarán las cañerías con una solución de agua con un contenido de cloro residual de por lo menos 50 partes por millón, durante por lo menos 24 horas. Se drenará y lavará la cañería después del período de desinfección. El agua usada en la desinfección no debe vaciarse en fuentes de agua limpia.

611.06 Relleno. Se harán los rellenos de acuerdo con la Subsección 209.10, excepto para relleno colocado a mano, hasta 300 milímetros sobre la parte superior de la tubería. Se removerán todas las rocas o escombros de la capa colocada a mano.

Durante el relleno se colocará una cinta plástica de ubicación, a aproximadamente 300 milímetros sobre la tubería. Si se instala una tubería no metálica, se usará una cinta localizadora que contenga metal, que permita la localización por medio de un localizador de metales. Se soportarán verticalmente los hidrantes, válvulas, cajas de válvulas y otros accesorios verticales, con la parte superior ajustada a la elevación requerida.

611.07 Aceptación. Los materiales para sistemas de agua potable, serán evaluados de acuerdo con las Subsecciones 106.02 y 106.03 y su instalación, según las Subsecciones 106.02 y 106.04.

La excavación y el relleno serán evaluados según la Sección 209.

Medida

611.08 Medirán los sistemas de agua potable por suma global y las líneas de agua y encamisado de tuberías, por metro sin reducir la longitud de piezas como tes, codos, válvulas y otras.

Se medirán las válvulas, cajas de válvulas, e hidrantes, por unidad.

Pago

611.09 Las cantidades aceptadas, medidas como se describió anteriormente, serán pagadas a los precios unitarios del contrato, por unidad de medida de los renglones de pago mostrados en seguida y descritos en el cartel de licitación. El pago será la compensación total del trabajo descrito en esta Sección. (Ver Subsección 109.05).

Los sistemas de agua por suma global se pagarán como sigue:

(a) 75 por ciento de la suma global, como trabajo en progreso, basado en el desglose certificado de costos.

(b) El 25 por ciento restante cuando se haya completado satisfactoriamente el trabajo.

Renglón de pago	Unidad de medida
61101 Sistema de agua	Suma global
61102 Tubería de agua de ____milímetros o, pulgadas de <u>____(descripción)</u>	Metro
61103 Encamisado de tubería de ____milímetros, o pulgadas de <u>____(descripción)</u>	Metro
61104 Válvula <u>____(descripción)</u>	Unidad
61105 Caja de válvula <u>____(descripción)</u>	Unidad
61106 Hidrante contra incendio	Unidad

SECCIÓN 612.) SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO O CLOACA

Descripción

612.01 Este trabajo consiste en la construcción de sistemas de alcantarillado sanitario.

Materiales

612.02 Se describen en las Secciones y Subsecciones siguientes:

Material para cama	704.02
Tubería de hierro fundido	725.17
Concreto	601
Tubería plástica	706.08
Empaques para sellar tubería	712.03

Requerimientos para la construcción

612.03 General. Se proveerá tubería de hierro fundido o plástica para líneas de alcantarillado sanitario. Se proveerán materiales y mano de obra, de acuerdo a los estándares de la AWWA, National Building Code, y las normas nacionales sanitarios y de seguridad. Previamente al inicio de labores se presentará el desglose de costos, certificado, de las partidas comprometidas en el pago por suma global, que sirva de base a los pagos parciales de los avances de obra, y a los ajustes de precios.

Se obtendrán los permisos, se preparará la inspección y se pagarán todos los derechos necesarios para obtener el servicio de cloacas.

Se realizarán los trabajos de excavación y relleno de acuerdo con la Sección 209. Se anclará la tubería según la Subsección 209.09 b 2.

612.04 Colocación de tuberías sanitarias. Se preparan las líneas de agua potable de las sanitarias, de acuerdo a la Subsección 611.04.

Se inspeccionará cada junta y se limpiarán la tubería y la campana antes de su colocación en la zanja. Se colocará la tubería desde el final inferior, con la espiga final hacia la línea de flujo. Se soportará totalmente la longitud entre juntas y se revisarán el alineamiento y pendiente antes de colocar el siguiente tramo.

Cuando se usen empaques premoldeados como sellos, se revisarán los empaques para que quede en su posición correcta y empujará la tubería hasta su posición final. Cuando las juntas se cuelan se ubicará la tubería y se rellenará la junta completamente con el sellante. Se permitirá que el pegamento se enfríe completamente antes de remover el molde.

612.05 Relleno. Se rellenará de acuerdo con la Subsección 611.06. Después de rellenar, se limpiarán las líneas con agua para asegurarse que no tienen obstrucciones.

612.06 Aceptación. Los materiales para sistemas de alcantarillado sanitario son evaluados de acuerdo con las Subsecciones 106.02 y 106.03.

Su instalación será evaluada según las Subsecciones 106.02 y 106.04.

La excavación y el relleno serán evaluados de acuerdo a la Sección 209.

Medida

612.07 Se medirán los sistemas de alcantarillado sanitario por suma global.

Se medirán las líneas de alcantarillado sanitario por metro, sin deducir las longitudes correspondientes a válvulas y figuras como codos, tes, yes, cajas de válvulas, reductores, cajas de registro, y otras piezas. Cuando dos tamaños diferentes de tubería entran o salen de una caja de registro, se medirá cada dimensión desde el centro de la caja.

Pago

612.08 Las cantidades aceptadas, medidas como se describió anteriormente, serán pagadas a los precios unitarios de contrato, por unidad de medida de los renglones de pago descritas a continuación, que se mostraron en el cartel de licitación. El pago será la compensación total del trabajo descrito en esta Sección. (Ver Subsecciones 109.05).

Los sistemas de alcantarillado sanitario por suma global serán pagados como sigue:

(a) 75 por ciento de la suma global de acuerdo al avance de la obra, basado en el desglose de costos certificado.

(b) El 25 por ciento restante cuando el trabajo haya sido recibido a satisfacción.

Renglón de pago	Unidad de medida
61201 Sistemas de alcantarillado sanitario	Suma global
61202 Tubería de alcantarillado sanitario de ___ milímetros o pulgadas, de <u> (descripción) </u>	Metro.

SECCIÓN 613.) SUPERFICIES DE MAMPOSTERÍA SIMULANDO PIEDRA.

Descripción

613.01 Este trabajo consiste en el uso de concreto, color/tintes, y lechada para simular la textura el color de la mampostería de piedra natural, en el patrón de piedra que se muestra en planos. Consiste en lo siguiente:

- (a) Diseñar y proveer forros de encofrados con texturas.
- (b) Instalar los forros.
- (c) Aplicar un acabado superficial de colorante que imite el color único y la apariencia moteada de la piedra de mampostería.
- (d) Preparar una pared de prueba, con la apariencia de piedra de mampostería, demostrando el acabado de superficie antes de iniciar el trabajo.

Materiales

613.02 Se describen en las siguientes Subsecciones;

Forros de encofrado	725.27
Relleno de juntas	712.01 b
Tinte penetrante	708.05
Lechada y repello	725.22

Requerimientos para la construcción

613.03 Fabricación de forros de encofrado. Se tomará una impresión de la forma de la piedra, se le dará textura, y se dispondrán las juntas de mortero en la ubicación designada. Se diseñarán los forros de encofrado de acuerdo a la impresión del modelo mostrado en planos. Se someterán dibujos detallados del forro, para aprobación, de acuerdo con la Subsección 104.03.

613.04 Instalación de los forros de encofrado. Se fijarán los forros a los encofrados, dejando una separación de menos de 3 milímetros entre los forros adyacentes. No se repetirá el patrón del forro, entre juntas de expansión o en intervalos de por lo menos 6 metros, el que sea mayor.

Se encofrarán las juntas a los intervalos mostrados en planos. Mezclar las juntas dentro del patrón, y en el final de la superficie de concreto.

Se coordinarán los encofrados con los atiesadores o separadores de paredes y se colocarán los agujeros de los atiesadores en el punto más alto de la rusticación o en la junta de mortero.

Se limpiarán los forros de los encofrados quitándoles excesos de concreto, antes de ser reutilizados. Se inspeccionará visualmente cada forro buscando daños o defectos y se reparará el forro antes de la instalación.

613.05 Superficie superior. Se hará resaltar el concreto plástico en la superficie expuesta, estampando en seco, allanando con llaneta, formando con la mano, o con una combinación de esos métodos, para simular la apariencia de mampostería de piedra con juntas de mortero. Se calzarán los patrones laterales de las juntas encofradas. Inmediatamente después de que el agua libre se evapore, y el acabado de la superficie concluya, se curará el concreto durante 7 días, de acuerdo a la Subsección 552.15 b. No se usará membrana líquida para curación.

613.06 Remoción del forro de encofrado. Dentro de las 24 horas después de colado el concreto se removerá o liberarán los forros de encofrado, sin causar deterioro superficial al concreto o debilitamiento al estrato. Se removerán todas los atiesadores de los encofrados, con una profundidad de por lo menos 25 milímetros bajo la cara del concreto, sin astillarlo o dañarlo.

Se curará el concreto durante 7 días, de acuerdo a la Subsección 552.15 b. No se usarán compuestos líquidos de curación.

613.07 Preparación de la superficie de concreto. Se acabarán todas las superficies de concreto expuesto, de acuerdo a la Subsección 552.12 a. Se acabarán en tal forma que las juntas horizontales, verticales, y a tope, no sean visibles. Se minimizará el pulimento y cincelado para evitar que el agregado quede expuesto.

Proveer una superficie libre de manchas, decoloraciones, vacíos, y marcas de encofrado. La textura de la superficie debe ser, un patrón continuo sin cortes visuales.

613.08 Aplicación del color/tinte. Se envejecerá el concreto, incluyendo remiendos, durante un mínimo de 30 días. Se limpiará la superficie de lechada, suciedad, polvo, grasa, y cualquier otro material extraño, por medio de métodos aprobados.

Se removerá la eflorescencia lavando con agua a presión. Para ello se usará una boquilla de soplador sostenida perpendicularmente a la superficie a una distancia de entre 0.6 y 1.0 metros con una presión de agua de por lo menos 20 megapascuales, a una razón de 12 a 16 litros por minuto. No debe usarse chorro de arena en las superficies que reciban color/tinte.

Se corregirán todas las irregularidades de la superficie creadas por la limpieza.

Se mantendrá la temperatura del concreto entre los 4 y 30 °C cuando se aplique color/tinte, y durante 48 horas después de aplicar un color/tinte.

Todas las superficies expuestas se pintarán con color/tinte aplicado de tal manera que se obtenga la apariencia de mampostería de piedra natural. Se usará un mínimo de 3 colores/tintes.

Se aplicarán lechada con color de cemento natural a cada junta de encofrado en forma suficiente para que el exceso de color/tinte no sea visible. Se dará al patrón de juntas de los encofrados una apariencia de juntas de mortero en mampostería de piedra.

Se revestirán todas las áreas que sean inconsistentes con la pared de prueba aprobada.

Las juntas de expansión se tratarán con calafateado/lechada, para combinar con la apariencia de la piedra adyacente o con la junta de mortero.

613.09 Pared de prueba. Antes de iniciar el trabajo de mampostería de piedra, se construirá una pared de prueba de 1 metro de alto por 0.5 metros de ancho y 3 metros de largo, de acuerdo a la Subsección 552 y estas especificaciones.

Se colará la pared de prueba en sitio usando los mismos métodos de encofrado, procedimientos, forro de encofrado, configuración del texturizado, juntas de expansión, mezcla de concreto y aplicación de color/tintes, propuestos para el trabajo final. Se demostrará que la calidad y consistencia de la pared de prueba en el tratamiento de las juntas, el tratamiento final, el método de estampado en relieve, el tratamiento posterior, y la aplicación del color/tinte son adecuados. Si la pared resulta inaceptable se construirá una nueva pared de prueba.

Se iniciará la construcción de concreto estructural después de que la pared de prueba haya sido aprobada. Se iniciará la aplicación del color/tinte sólo después de que se haya aplicado en la pared de prueba y haya sido aprobado. Se demolerá la pared de prueba, una vez que se haya usado.

613.10 Aceptación. Los materiales para simular superficies de mampostería de piedra son evaluados de acuerdo con las Subsecciones 106.02 y 106.03.

La instalación de los forros de encofrado según las Subsecciones 106.02 y 106.04.

La aplicación del color/tinte sobre todas las superficies de concreto expuesto, será evaluada, según la Subsección 106.02 y la construcción de la pared de prueba, simulando mampostería de piedra de acuerdo a la Subsección 106.02.

Medida

613.11 Se medirá el tratamiento superficial para simular mampostería de piedra, por metro cuadrado y la pared de prueba, incluyendo el concreto y el acabado, por unidad.

Pago

613.12 Las cantidades aceptadas, medidas como se describió anteriormente, serán pagadas a los precios unitarios de contrato, por unidad de medida de los renglones de pago descritos a continuación, mostrados en el cartel de licitación. El pago será la compensación total por el trabajo descrito en esta Sección. (Ver Subsección 109.05).

Renglón de pago	Unidad de medida
61301 Tratamiento superficial, simulando mampostería de piedra	Metro cuadrado
61302 Pared de prueba simulando mampostería de piedra	Unidad

SECCIÓN 614.) RELLENO DE CONCRETO POBRE.

Descripción

614.01 Este trabajo consiste en la construcción de una cama de asiento de concreto pobre,

Materiales

614.02 Se describen en las siguientes Subsecciones:

Agregados	703.16
Cemento Pórtland	701.01
Agua	725.01

Requerimientos para la construcción

614.03 Composición de la mezcla. Se proveerán agregados con graduación uniforme de gruesa a fina, que tenga un tamaño máximo de 25 milímetros y no más del 10 por ciento pasando la malla de 75 micrómetros.

Se proporcionará la mezcla de agregados, el cemento, y el agua por peso o por volumen.

Se proveerá un concreto pobre de relleno que contenga entre 110 y 113 kilogramos de cemento por metro cúbico.

Se presentará previamente a aceptación lo siguiente:

- (a) Tipo y fuente(s) de agregados
- (b) Tipo y fuente de cemento
- (c) Peso o cantidad de cada agregado propuesto, para un metro cúbico de relleno de concreto pobre.
- (d) Cantidad de agua propuesta, por metro cúbico de concreto pobre.
- (e) Cantidad de cemento propuesto, por metro cúbico de concreto pobre.
- (f) Revenimiento.

614.03 General. Se realizará el trabajo como se describió en la Sección 209.

No se colocará concreto pobre de relleno en contacto con aluminio o estructuras con revestimiento de aluminio.

No se usará concreto sobre la parte superior de la subrasante.

614.05 Mezcla y colocación del relleno de concreto pobre. Se mezclará el concreto por medio de un tambor rotatorio, mezcladora de paletas, o cualquier otro método aprobado por el contratante, para obtener una mezcla uniforme.

Se colocará el concreto en forma uniforme, que prevenga los vacíos, o la segregación del relleno. Se colocará el relleno pobre de concreto en capas horizontales no mayores de 300 milímetros de espesor.

Cuando se rellene alrededor de alcantarillas y otras estructuras, se colocará el concreto de tal manera que no desplace o levante la estructura. Se rellenarán en forma pareja todos los lados de la estructura.

Cuando se cuele el concreto pobre a o bajo la temperatura de 2 °C, se realizará el trabajo de acuerdo a la Subsección 552.10 a.

Se esperarán por lo menos, 4 horas antes de rellenar sobre el concreto pobre colocado.

614.06 Aceptación. Los materiales para relleno de concreto pobre serán evaluados de acuerdo con las Subsecciones 106.02 y 106.03 y el relleno con el concreto según la Subsección 106.02.

Medida

614.07 Se medirá el concreto por metro cúbico, en el vehículo de transporte.

Pago

614.08 Las cantidades aceptadas, medidas como se describió anteriormente, serán pagadas a los precios unitarios de contrato por unidad de medida de los renglones de pago descritos a continuación, que se mostraron en el cartel de licitación. El pago será la compensación total por el trabajo descrito en esta Sección. (Ver Subsección 109.05).

Renglón de pago

Unidad de medida

61401 Relleno de concreto pobre

Metro cúbico

SECCIÓN 615.) ACERAS, ENTRADAS A PROPIEDADES Y SENDEROS PAVIMENTADOS.

Descripción

615.01 Este trabajo consiste en la construcción de aceras, entradas a propiedades y senderos pavimentados.

Aceras, entradas a propiedades y senderos pavimentados, pueden ser de concreto, mezclas asfálticas y ladrillos de concreto o arcilla.

Materiales

615.02 Se describen en las Secciones y Subsecciones siguientes:

Mezclas asfálticas	402
Capa de base	704.09
Ladrillos de concreto o arcilla	725.07
Concreto	601
Ladrillos de concreto	725.08
Material de curación	711.01
Relleno de juntas	712.01
Acero de refuerzo	709.01

Requerimientos para la construcción

615.03 General. Se realizarán los trabajos de excavación y relleno de acuerdo con la Sección 209. Se colocará la capa de base en gruesos no mayores de 100 milímetros de espesor compactado. Se compactará cada capa con por lo menos tres pasadas de un pisón mecánico liviano, rodillo, o sistema vibratorio.

615.04 Aceras, entradas a propiedades y senderos de concreto hidráulico. Se realizarán los trabajos de acuerdo con la Sección 601. Se usarán encofrados para el espesor total del concreto.

(a) Juntas. Se construirán juntas perpendicularmente a los bordes laterales y a otras juntas. Se ajustarán las juntas adyacentes a cordones y pavimentos y se acabarán los filos y se removerá todo el mortero libre y el concreto de las juntas.

(1) Juntas de expansión. Se construirán a intervalos no mayores de 18 metros usando un relleno de junta preformado de no más de 19 milímetros, para el espesor total de las juntas.

(2) Juntas de construcción. Se dejarán juntas de construcción a intervalos no mayores de 3 metros. Se formarán con una herramienta apropiada, o aserrando, con un espesor de $\frac{1}{4}$ a $\frac{1}{2}$ del espesor del concreto, y con aproximadamente 3 milímetros de ancho.

(3) Juntas de construcción. Se formarán juntas de construcción alrededor de todos los pozos de inspección, edificios, puentes, y de todos los accesorios de servicios públicos. Se usará una junta de expansión preformada de relleno, de 13 milímetros de espesor, con el espesor total de la junta.

(b) Acabados. Se acabarán las aceras, los filos laterales de la losa y las juntas, con una herramienta que de un radio de 6 milímetros a los filos.

(1) Acabado de aceras. Ver Subsección 552.14 c 2.

(2) Acabado de agregado expuesto. Ver Subsección 552.14 c 4.

Se curará el concreto durante por lo menos 72 horas, de acuerdo a la Subsección 552.15 b o c. Se protegerá el trabajo del tráfico peatonal durante 72 horas y del tráfico vehicular durante 7 días.

615.05 Aceras, entradas a propiedades y senderos de concreto asfáltico. Se realizará el trabajo de acuerdo con la Sección 402.

615.06 Aceras, entradas a propiedades y senderos de ladrillos. Se colocarán los ladrillos en forma sucesiva sobre la superficie preparada. Se colocará cada hilera de ladrillos, siguiendo la pendiente del terreno o entrada. Se rehará cualquier hilera que se desvíe de la línea recta en más de 55 milímetros en 10 metros.

Se barrerá e inspeccionará la superficie antes de colocar los ladrillos y se removerá y recolocará cualquier ladrillo con imperfecciones.

Se rellenarán las juntas con una mezcla seca de 4 partes de arena y una parte de cemento por peso y cuidadosamente se bañará la superficie con agua hasta saturar el relleno de las juntas.

615.07 Aceptación. Los ladrillos de arcilla, ladrillos de concreto, material de curación, relleno de juntas, y acero de refuerzo serán evaluados de acuerdo con las Subsecciones 106.02 y 106.03.

El material de la capa de base será evaluado según las Subsecciones 106.02 y 106.04. (Ver Tabla 615-1 para los requisitos de muestreo y pruebas).

La construcción de aceras, entradas a propiedades y senderos, será evaluada de acuerdo a las Subsecciones 106.02 y 106.04 y trabajos de excavación y relleno según la Sección 209.

Las mezclas asfálticas serán evaluadas de acuerdo con la Sección 402 y el concreto según la Sección 601.

Medida

615.08 La medición de las aceras, entradas a garajes y senderos, se hará por metro cuadrado.

Pago

615.09 Las cantidades aceptadas, medidas como se describió anteriormente, serán pagadas a los precios unitarios de contrato, por unidad de medida de los renglones de pago descritos a continuación, que se mostraron en el cartel de licitación. El pago será la compensación total de los trabajos descritos en esta Sección. (Ver Subsección 109.05).

Renglón de pago

Unidad de medida

61501 _____ acera	metro cuadrado
61502 _____ entrada a garaje	metro cuadrado
61503 _____ sendero	metro cuadrado

**Tabla 615-1
Muestreo y prueba**

Material o producto	Propiedad o Características	Método de prueba o especificaciones	Frecuencia	Lugar de muestreo
Relleno granular	Graduación Límite líquido	AASTHO T 27 Y AASTHO T11 AASTHO T 89	1 cada 500 M ²	Lugar de producción o almacenamiento

SECCIÓN 616.) REVESTIMIENTO DE TALUDES

Descripción

616.01 Este trabajo consiste en la construcción de concreto, ladrillos, bloques de mampostería, escombros o bloques de concreto celular colocado sobre un talud.

Materiales

616.02 Los materiales deberán estar de acuerdo con las siguientes secciones y subsecciones.

Requerimientos para la construcción

616.03 General. Ubicar y compactar el material de cama con al menos tres pasadas de un compactador, rodillo o sistema vibratorio.

616.04 Geotextil. Cuando el contrato lo requiere, ubicar los geotextiles de acuerdo con la subsección 207.05. Enterrar los extremos para el anclaje. Clavar los sujetadores a intervalos de 1.5 m para sostener el geotextil en el lugar hasta que el recubrimiento es ubicado. Reemplazar o reparar el geotextil que ha sido rasgado o pinchado

616.05 Revestimiento de concreto hidráulico. Construir bases de apoyo. Ubicar malla electrosoldada en fábrica en el centro de la losa. La capa adyacente se debe construir al menos a 150 mm de la anterior.

Coloque el concreto de acuerdo con la sección 601. Ubique las primeras losas en la parte inferior del talud. Construya juntas horizontales paralelas a la parte inferior del talud y juntas verticales perpendiculares a las juntas horizontales. Construya juntas frías sin relleno de junta.

El acabado superficial de la acera realícelo de acuerdo con la Subsección 552.14 (c) . Afine los bordes de la losa y todas las juntas con una herramienta de 6 mm de radio.

616.06 Revestimiento de adoquín, mampostería de block, de piedra labrada o sin labrar. Colocar los primeros adoquines, la mampostería de block o de piedra labrada y sin labrar, en la parte inferior del talud. Colocarlos en la cama de fundación con las caras planas hacia arriba y la mayor dimensión paralela a la base del talud.

Coloque cada adoquín, mampostería de block o de piedra labrada y sin labrar en

su lugar. Aplique mortero en el lado expuesto en la cantidades que cuando el adoquín, mampostería de block o de piedra labrada y sin labrar es ubicada y sujeta en su lugar, el mortero entre ambos elementos esté a 13 mm de cada uno y que no salga hacia arriba. Construya juntas de 13 mm de ancho entre los ladrillos y el block de mampostería o menos, y para la piedra labrada de 25 mm o menos. Limpiar y remover todo el mortero que fluye hacia superficie. No deben quedar excesos de material.

616.07 Revestimiento con bloques celulares de concreto Ubique los primeros bloques en una trinchera o contra un anclaje adecuado en la parte inferior del talud. Ponga cada block perpendicular a la pendiente del talud y ubíquelos firmemente contra los bloques adyacentes. Aplique una lechada para llenar las juntas desalineadas o cambios en la pendiente.

Rellene con suelo vegetal las celdas de los bloques. Cuando lo requiera el contrato, colocar césped de acuerdo con la Sección 625.

616.08 Aceptación Los bloques celulares, en las losas de concreto, los bloques mampostería, el material para mortero y las mallas electrosoldadas deben ser evaluados de acuerdo con las Sub-secciones 106.02 y 106.03

El mortero debe ser evaluado de acuerdo con las Sub-secciones 106.02 y 106.04. Ver la tabla 616.1 para el muestreo y requerimientos de ensayo.

El material de base debe ser evaluado de acuerdo con las Sub-secciones 106.02 y 106.4. Vea la tabla 616-1 para el muestreo y los requerimientos de ensayo.

La construcción de los revestimientos de taludes será evaluada de acuerdo con las Sub-secciones 106.02 y 106.04.

Los Geotextiles deberán ser evaluados de acuerdo con la Sección 207.

La excavación y relleno serán evaluadas de acuerdo a la Sección 209.

El concreto será evaluado de acuerdo a la sección 601.

Los escombros deben ser evaluados de acuerdo con la sección 620.

El suelo vegetal debe ser evaluado de acuerdo con la sección 624.

El césped debe ser evaluado según la sección 625.

Medida

616.09 La medida de la pavimentación en taludes deberá hacerse por metro cuadrado.

La medición del suelo vegetal deberá hacerse de acuerdo a la sección 624.

La medición de la colocación del césped deberá hacerse de acuerdo a la sección 65.

Pago

616.10 Las cantidades aceptadas, medidas como se indica anteriormente, deben ser pagadas al precio del contrato mediante la unidad de medida para el renglón de pago indicada en la siguiente tabla. El pago será por toda la compensación indicado en esta sección. Vea la subsección 109.05.

El pago será hecho de acuerdo con lo siguiente:

renglón de pago	Unidad de medida
61601 Revestimiento de taludes con concreto cuadrado	Metro
61602 Revestimiento de taludes con ladrillos cuadrado	Metro
61603 Revestimiento de taludes con mampostería cuadrado	Metro
61604 Revestimiento de taludes con piedra labrada o sin labrar cuadrado	Metro
61605 Revestimiento de taludes con bloques de concreto celular cuadrado	Metro

SECCIÓN 617.) GUARDACAMINOS

Descripción

617.01 Este apartado se refiere a la construcción de sistemas de Guardacaminos y la modificación, remoción, reconstrucción y levantamiento de sistemas existentes de guardacaminos.

Los sistemas de guardacaminos se designan como se indica:

Flex Beam
New Jersey

Los guardacaminos de acero son diseñados como sigue:

I Cubiertos de Zinc, 550 gramos por metro cuadrado
II Cubiertos de Zinc, 1100 gramos metro cuadrado
III Barras pintadas
IV Acero resistente a la corrosión

Los tipos de guardacaminos de acero se diseñan como sigue:

A Espesor del metal: 2.67 mm
B Espesor del metal: 3.43 mm

Materiales

617.02 Los materiales deben utilizarse de acuerdo con las siguientes secciones y subsecciones:

Baranda tipo viga	710.07
Concreto	601
Postes de acero resistentes a la corrosión	710.06 (b)
Postes de acero galvanizados	710.06 (a)
Accesorios del Guardacaminos	710.10
Guardacaminos de postes	710.09
Anclajes prefabricados	725.11
Etiquetas reflectoras	710.10
Láminas retro-reflectivas tipo I o tipo II	718.01
Soldadura	555.03
Cuerda o cable	709.02

Requerimientos para la construcción

617.03 Postes Si se encuentra un obstáculo impenetrable durante la colocación de los postes, agrande la abertura para proveer al menos 150 mm de claro entre todos los lados, y a una profundidad mínima de 0.75 m. Coloque el poste embebido en concreto a 150 mm de la parte superior del agujero. Rellene y compacte los otros 150 mm con un material aceptable.

Coloque los postes dentro los agujeros que deben ser excavados o taladrados. Las dimensiones del agujero no deben exceder las dimensiones del poste en mas de 15 mm. Coloque los postes derechos, y luego rellene y compacte.

Cuando se necesitan postes de mayores dimensiones, no los use en las secciones terminales.

Selle todos los números alterados durante la colocación. Selle los postes de metal en toda su longitud. Galvanice después de sellar.

617.04 Barandas Instale los elementos de las barandas de madera después de que el pavimento adyacente al guardacaminos ha sido completado. No modifique los diámetros especificados de los agujeros o las dimensiones de las aberturas.

Barandas de acero

Adquiera los guardacaminos de las curvas con radios de 45 metros o menos.

Instale la baranda en una suave línea continua con los traslapes en la dirección del flujo del tráfico. Use pernos que penetren al menos 6 mm, pero no mas de 25 mm a través de las tuercas. Ajuste todos los tornillos.

Pinte todos los rayones en el metal de base de las superficies galvanizadas del metal de base con 2 capas de pintura de óxido de zinc.

617.05 Secciones finales Construya las secciones finales como se indica a continuación. Las secciones finales están constituidas de postes, barras, accesorios, y anclajes ensamblados según se requiera para construir el tipo de sección final especificada.

Cuando se instalan anclajes de concreto, constrúyalos en sitio o coloque unidades pre-fabricadas. No conecte el guardacamino a los anclajes colados en sitio hasta que el concreto haya sido curado por 7 días. Instale el final de los cables de anclaje fuertemente sin dejar partes flojas.

Use anclaje de tubo de acero o de concreto en la construcción del anclaje tipo BCT.

Cuando lo requiera el contrato, construya bermas de tierra de acuerdo con la sección 204.

617.06 Conexiones a la estructura La construcción de la conexión a una estructura y, donde se requiere por el contrato, la transición del concreto reforzado será de acuerdo a los planos.

617.07 Remoción y recolocación del guardacamino Remueva y almacene los guardacaminos, postes y sus partes. Remueva y almacene los postes que están hechos de concreto. Reemplace el guardacamino, los postes, los accesorios dañados durante su remoción, almacénelos o vuelva a colocarlos. Rellene los agujeros que resulten de la remoción de los guardacaminos y los anclajes con material granular de acuerdo con la sección 209.

617.08 Levantamiento de nivel del Guardacamino Remueva el guardacamino existente. Reemplace y coloque los postes según sea necesario. Reemplace el guardacamino, los postes y los accesorios dañados durante la remoción y levantamiento.

617.09 Aceptación. El material del guardacamino será evaluado según las subsecciones 106.02 y 106.03.

La construcción del guardacaminos será evaluada de acuerdo con las Subsecciones 106.02 y 106.04.

Las bermas de tierra deben ser evaluadas de acuerdo con la sección 209.

La soldadura será evaluada de acuerdo con la sección 555.

El concreto será evaluado según la sección 601.

Medida

La medida del guardacamino, excepto el guardacamino de madera con refuerzo de acero y los postes de acero , se hará por metro a lo largo de la cara del poste, excluyendo las secciones finales. La medida del guardacamino de madera con refuerzo de acero y de los postes de acero será por metro a lo largo de la cara del poste, incluyendo las secciones finales.

La medida de las secciones finales será según lo anterior, excepto la medición de las siguientes secciones finales como parte de las barras:

Guardacaminos de madera con refuerzo de acero en las secciones finales

Postes de acero de las secciones finales
Anclajes tipo BCT contruidos como una partes de un sistema CRT

La medición de la remoción y recolocación del guardacamino y su levantamiento se hará por metro a lo largo de la cara del poste incluyendo las secciones finales reutilizadas.

Se deben incluir en la medición todos los postes de reemplazo (excepto los postes de reemplazo para postes dañados por las operaciones de construcción) usados en la remoción, recolocación, o levantamiento del guardacamino.

Mida cada una de las conexiones a la estructura.

Mida cada una de las transiciones de concreto reforzado.

Mida las bermas de tierra según la sección 204.

617.11 Pago Las cantidades aceptadas, medidas como se indica abajo, serán pagadas al precio del contrato mediante la unidad de medida para los renglones de pago listados a continuación. El pago será la compensación completa por el trabajo indicado en esta sección. Vea la subsección 109.05.

El pago se debe hacer de acuerdo con:

Reglón de pago	Unidad de medida
61701 Sistema de guardacamino____, tipo____, clase____	Metro
61702 Sección final tipo_____	Cada una
61703 Remoción y recolocación del guardacamino	Metro
61704 Levantamiento del guardacamino	Metro
61705 Postes de reemplazo	Cada uno
61706 Conexión a la estructura	Cada uno
61707 Transición del concreto reforzado	Cada uno

SECCIÓN 618.) BARRERAS DE CONCRETO Y GUARDACAMINOS PREFABRICADOS

Descripción

618.01 Este trabajo consiste en la construcción y reinstalación de barreras de concreto y sistemas de Guardacaminos prefabricados.

Materiales

618.02 El material se utilizará de acuerdo con las siguientes secciones y subsecciones:

Concreto clase A (AE)	552
Accesorios del Guardacamino	710.10
Guardacamino de concreto prefabricado	712.01 (b)
Acero de refuerzo	709.01

Requerimientos para la Construcción

618.03 General. La excavación y el relleno deben ejecutarse de acuerdo con la Sección 209.

618.04 Barreras de concreto. Las barreras de concreto pueden ser coladas en sitio, encofrado deslizante, o prefabricadas conforme a la Sección 552. Los lados y la parte superior deben tener un acabado acorde con la Subsección 552.16 (a).

(a) Colado en Sitio: El encofrado colocado manualmente y las juntas de construcción deben tener 5 mm de ancho y 50 mm de profundidad a intervalos de 6 metros. Corte las juntas tan pronto como sea posible, después de que el concreto tenga la suficiente consistencia como para que pueda pasar sierra durante el ranurado, pero antes de que aparezcan las grietas por contracción. Reduzca la profundidad del corte de sierra en el borde adyacente al pavimento para prevenir daños en el mismo.

Rellene todas las juntas con un material pre-formado a 19 mm de espesor. Corte el sobrante de relleno de la junta para llenar la sección en las estructuras y las barreras de las juntas de construcción. Construya las juntas de los bordes. Selle las juntas de acuerdo con la Subsección 501.11.

(b) Encofrado deslizante. No tocar el concreto fresco construido con formaleta deslizante, excepto para operaciones menores o remoción de excesos o afinado ligero.

Hacer ajustes en la operación para reparar los daños o irregularidades mayores de 10 mm que aparecieron en el proceso constructivo. No use agua en la barrera para corregir las imperfecciones.

(c) Prefabricado. Construya las barreras prefabricadas en tramos. La fundación de la barrera debe prepararse de modo que no varíe más de 6 mm cuando un borde de 3 m es colocado a lo largo de la línea de centro de la barrera. Ubicar las juntas alineadas y conecte las secciones adyacentes de manera aceptable.

618.05 Guardacaminos prefabricado de concreto

(a) Fabricación: Una muestra completa del guardacamino debe ser entregada a la Administración. Fabrique los Guardacaminos con las misma forma, color y textura. El guardacamino debe estar de acuerdo con lo siguiente:

- (1)** El producto debe tener un certificado de calidad de la fábrica que lo produjo.
- (2)** Debe presentarse el diseño de mezcla del concreto y las relaciones agua/cemento.
- (3)** Use acero de refuerzo cubierto de un agente epóxico en al menos 50 mm de la superficie expuesta.

(b) Sección de prueba: Demuestre la capacidad de soporte de la muestra mediante la fabricación de un guardacamino de 3 metros de tamaño real y llévelo hasta el sitio de colocación para efectuar una comparación. Si la muestra no es razonablemente aceptable, fabrique otra. Las secciones de prueba no deben utilizarse en la construcción del Guardacaminos.

(c) Instalación: Después de que la sección ha sido aprobada, produzca las secciones del Guardacaminos para toda la extensión en donde serán colocados. Los daños de fabricación, manejo y colocación del Guardacaminos deben ser prevenidos. Se deben reparar o reemplazar las secciones dañadas. Prepare la fundación y ubique las secciones.

A intervalos de 30 m y en los puntos bajos del guardacamino, ubique los fosos en que se colocará el guardacarril y llénelos con 150 mm de agregado compactado de acuerdo con la norma AASHTO M 43

618.06 Secciones terminales. Donde la barrera está siendo construida cerca de los carriles de la carretera, coloque una sección final cada día de trabajo.

618.07 Barreras iniciales. Las barreras iniciales y las secciones terminales deben estar de acuerdo a las subsecciones 618.03 y 618.06.

618.08 Aceptación. El material para la barrera de concreto y el Guardacaminos prefabricado (excepto el concreto y el acero de refuerzo) serán evaluados de acuerdo a las secciones 106.02 y 106.03.

La construcción de barreras de concreto y concreto prefabricado será evaluada de acuerdo a la subsección 106.02.

El guardacamino de concreto prefabricado será evaluado de acuerdo a la subsección 106.02.

El concreto será evaluado de acuerdo a la sección 552.

El acero de refuerzo será evaluado de acuerdo a la sección 554.

Medida

Mida la barrera de concreto y el concreto prefabricado por metro desde la parte superior de la barrera, excepto en las secciones terminales.

Mida las secciones terminales una por una.

Mida la barrera de inicio por metro en la posición en que se ubica, excluyendo las secciones terminales.

Mida las bermas de tierra según la sección 204.

Pago

Las cantidades aceptadas, medidas y aprobadas, serán pagadas al precio de contrato por unidad de medida para los renglones de pago listados abajo. El pago será por compensación del trabajo indicado en esta sección. Ver subsección 106.05.

Renglón de pago

Unidad de medida

61801 Barrera de concreto	Metro
61802 Guardacamino de concreto prefabricado	Metro
61803 Sección terminal (<u>descripción</u>)	Cada una
61604 Barrera inicial	Metro

SECCIÓN 619.) VALLAS, PORTONES Y GUARDAGANADOS

Descripción

619.01 Este trabajo consiste en la construcción de vallas, portones, guardaganados y remoción y reconstrucción de portones.

Materiales

619.02 El material debe estar de acuerdo a las siguientes secciones y subsecciones:

Alambre de púas	710.01
Valla de cadena	710.03
Concreto	601
Portones	710.05
Postes	710.04
Lechadas	725.22 (e)
Unidades de concreto prefabricado	725.11
Acero de refuerzo	709.01
Barrera temporal de plástico	710.11
Cable tejido	710.02

Requerimientos para la construcción

619.03 Vallas y portones

(a) General. Limpiar a través de la línea de la valla. Remueva y disponga de los árboles, estacas, raíces de árboles, basura y escombros de acuerdo con la subsección 201.06. Limpie una franja de 3 metros para la valla de cadena y un metro para la valla de cable.

La limpieza no se requiere excepto donde hay pequeños y abruptos desniveles en el contorno del suelo y se requiere remover los escombros para darle la pendiente adecuada a la línea de la valla. Remueva o elimine las estacas en los límites de la franja indicada.

Programe la instalación de la valla, provea una valla temporal, u otros dispositivos adecuados para prevenir accidentes.

En los puentes y pasos de ganado conecte las nuevas vallas a la estructura de modo que permitan el pasaje libre a través de ésta.

(b) Valla de cadena

(1) Postes. Ubique los postes en intervalos menores a 3 metros. Mida el espaciamiento de los postes en intervalos horizontales. Coloque los postes horizontalmente.

Coloque los postes de concreto de acuerdo con la sección 601.

Donde se encuentra roca sólida sin recubrimiento vegetal, perforo los agujeros para los postes con una profundidad mínima de 350 mm, y los agujeros para esquinas, portones y postes iniciales taládrelos con una profundidad de al menos 500 mm dentro de la roca sólida. El diámetro del agujero debe ser de al menos 25 mm. Corte el poste a la longitud requerida antes de la perforación del agujero para darle al poste el tamaño necesario. Coloque el poste y rellene el agujero con un material adecuado. Apisone el material de relleno para evitar la aparición de vacíos. Cubra la parte superior para drenar el agua lejos del poste.

Donde la sección de roca sólida está cubierta con suelo, ubique los postes con la altura planeada o a una altura mínima dentro de la roca sólida como se especifica. Cuando la roca sólida es encontrada antes de la profundidad esperada, ubicar el poste en la zona en donde aparece la roca y rellene concreto el agujero dentro de la roca sólida hasta la parte superior del suelo.

Provea el final, portones, esquinas y postes de acuerdo a los planos. Un cambio en el alineamiento de 20 grados es considerado como una esquina.

(2) Barra superior. Instale barras superiores a través de las cubiertas ornamentales de la línea de postes, de modo que se forme un arriostre de final a final de cada valla.

(3) Cable de tensión. Ate el cable de tensión en portones, esquinas o postes por medio de bandas y abrazaderas.

(4) Fabricación de vallas. Para vallas ubicadas en el lado derecho de la vía, ubique la valla en la cara del poste contraria a la autopista. En alineamiento de curvas, ubique la valla en la cara del poste hacia fuera de la curva. Para vallas residenciales y vallas fuera de la vía, ubique la valla en la cara indicada por el Contratante de proyecto.

Ubique la valla a una distancia de aproximadamente 25 mm del suelo y en línea recta entre los postes. Excave puntos en la tierra para mantener la pendiente. No llene las depresiones sin aprobación previa.

Fije la barrera a la línea de postes usando cables, bandas de metal, u otros aparatos. Fije la parte superior e inferior de cada valla con los cables o las barras dispuestas para ello.

(5) Portones. Fíjelas al final de las barras por barras o bandas. Fije las barras a la parte superior e inferior por cables similares a las indicadas en el método anterior o por otros métodos aprobados.

Cuidadosamente limpie con un pincel las conexiones de soldadura de la puerta donde el esmalte ha sido quemado por la soldadura. Remueva los rastros de soldadura y la pérdida de esmalte. Pinte las áreas limpiadas con dos capas de pintura de óxido de zinc.

Provea un pie de concreto para la barra en las portones de metal.

Ajuste cada puerta individualmente para evitar el movimiento de ésta. Provea a la puerta una superficie aproximadamente horizontal y plana. Permita a la puerta rotar libremente hacia adentro y hacia fuera y de manera segura. Provea a las portones dobles de un plano horizontal en la cual cada puerta puede girar. Provea portones que pueden girar al menos 90 grados en cada dirección.

c) Portones y barreras de alambre

(1) Postes. Excavar agujeros para los postes, pies de apoyo y anclajes. Ubicar los postes en intervalos que estén de acuerdo con el tipo de barrera que se instalará. Colocar los postes en posición vertical. Rellene los agujeros en capas de 150 milímetros. Tape y rellene cada agujero.

Donde se encuentra roca sólida sin cubierta vegetal, taladrar los agujeros para los postes con una profundidad mínima de 350 mm, y en los que se ubicarán en las esquinas y en portones, penetre al menos 500 mm en la roca sólida. Haga el agujero con un diámetro o ancho de al menos 25 mm, o de mayor tamaño que el diámetro o ancho del poste. Corte el poste a la longitud requerida en su instalación o taladre el agujero a la profundidad requerida.

Cuando se encuentra roca sólida cubierta por suelo o un estrato rocoso, ubique los postes a la profundidad especificada o a la profundidad mínima dentro de la roca sólida.

(2) Arriostres. Los límites de las barreras protectoras no deben exceder mas de 200 m entre arriostres adyacentes o arriostres de portones.

Instalar arriostres en intervalos uniformes para que la distancia entre dos arriostres sea de 200 m o menor. Construir los arriostres antes de colocar las barreras de fábrica y colocar los cables en los postes.

- (a) *Arriostres de metal.* Colocar postes de esquina. Sujete los arriostres metálicos a cada componente, y colóquelos embebidos en concreto.

(3) Alambre de púas

Ubicar el alambre de púas en la cara del poste opuesta a la carretera. En alineamientos curvos ubique el alambre en la cara que está hacia afuera de la curva.

Aplique la tensión de acuerdo con las recomendaciones del productor del alambre usando un dispositivo mecánico o cualquier otro dispositivo diseñado para tal efecto. No use un vehículo motor para tensar el alambre. El espaciamiento máximo entre dos postes es de 15 m, cuando se utiliza alambre de púas.

(4) Instalación de portones

- (a) *Portones.* Construya los portones de alambre con el mismo material de la barrera. La operación de abrir y cerrar la puerta debe ser posible de ejecutar manualmente.
- (b) *Portones de metal.* Instale portones de metal y los accesorios de la puerta. Sujete firmemente los accesorios a los postes y portones. Coloque bisagras en cada puerta de manera tal que no se mueva sin la acción de herramientas adecuadas. Ubicar la puerta de modo que pueda girar libremente en su espacio, y en el caso de portones dobles, en el espacio correspondiente. Los portones dobles deben ubicarse de modo que cada una de ellas pueda girar libremente en cada dirección y deben girar al menos 90 grados en cada dirección. Para portones dobles, provea un dispositivo de cerradura con un pie de concreto de 300 mm de diámetro y 300 mm de alto. Rellene la tapa del pie y haga un agujero para recibir el dispositivo de cerradura.

619.04 Barreras con conexión a tierra. Donde una línea eléctrica atraviesa una barrera de contención, realizar una conexión a tierra en la barrera. La conexión a tierra deberá construirse con una varilla galvanizada, o de cobre, de 13 mm de diámetro mínimo, y 2.5 m de longitud mínima. La varilla de cobre debe ser enterrada verticalmente, de modo que la parte superior quede cubierta por una capa de al menos 150 mm. Conecte la varilla a la barrera mediante un conductor

de 5 mm de diámetro o su equivalente. Además limpie las conexiones o proteja con abrazaderas de un material no corrosivo.

Donde una línea eléctrica se ubica de forma paralela, cercana, o sobre la barrera, haga una conexión a tierra en cada finalización de la barrera o en cada puerta, a intervalos que no excedan los 500 m.

En donde no se pueda hacer una penetración vertical, usar un sistema equivalente en sentido horizontal.

619.05 Reconstrucción y remoción de barreras de protección. Remueva la barrera existente y reconstrúyala hasta llevarla a la condición de la barrera original. Almacenar el material de la barrera anterior, y el que esté en buenas condiciones, utilícelo en la reconstrucción de la barrera. Cuando los postes han sido embebidos en una base concreto, remueva el concreto anterior antiguo y reconstrúyalo. Coloque los postes de modo que queden bien firmes en el nuevo alineamiento. La ubicación de los postes y sus uniones deben ser los mismos que los de la barrera original.

619.06 Barrera temporal. Cuando es necesario, construya una barrera temporal para disminuir los riesgos por accidentes, para el ganado y dirigir el tráfico. La barrera temporal debe estar en el proyecto solamente durante su construcción, luego debe ser removida.

619.07 Barreras para el ganado

(a) Excavación y relleno. Desarrolle el trabajo según lo descrito en la Sección 209. Excavar la fundación a una profundidad suficiente para poder instalar adecuadamente el encofrado.

Cuando la barrera será construida en un nuevo terraplén, complete y compacte el terraplén de acuerdo con la sección 204.

(b) Fundación de concreto. Construya las fundaciones de concreto de acuerdo con la sección 601. Las unidades de concreto pueden ser coladas en sitio o pre-fabricadas.

(c) Barreras para ganado. La fabricación de las barreras para ganado debe ejecutarse de acuerdo con la sección 555. Ensamble y ubique las barreras como se indica en los planos. Coloque firmemente la barrera en la fundación.

Una las bandas de acero a la barrera como se indica en los planos. Conecte las barreras y portones de acuerdo con los planos.

Las barreras para ganado prefabricadas se pueden usar si y solo si son aprobadas por el Contratante. Los diseños deben estar aceptados por la norma AASHTO M 18. Los planos deben ser preparados y suministrados de acuerdo con la Subsección 104.03. La aceptación de los planos cubre los requerimientos para esfuerzos y detalles solamente. No se asumirá la responsabilidad por errores en las dimensiones.

(d) Pintura. Todas las partes de metal deben recibirse con al menos, una capa de pintura. En el campo deben ser sujetas de dos capas mas. La pintura debe estar de acuerdo con la sección 563.

619.08 Postes. Se taladrarán agujeros para los postes. Los postes se construirán con un material aprobado, y sus agujeros de fundación se taladrarán.

619.09 Aceptación. El material para barreras, portones y barreras de ganado debe ser evaluado de acuerdo con las Subsecciones 106.02 y 106.03.

La construcción y levantamiento de las portones, barreras, barreras de ganado y postes deberá ser evaluada de acuerdo a las Subsecciones 106.02 y 106.04.

La excavación y el relleno para las barreras de ganado deberá ser evaluada de acuerdo con la subsección 209.

El acero para barreras de ganado deberá ser evaluado de acuerdo a la Subsección 555.

La pintura para las barreras de ganado deberá ser evaluadas de acuerdo con la sección 563.

El concreto para las barreras de ganado deberá ser evaluado de acuerdo con la sección 601.

Medida

619.10 La medición de la barrera, su remoción y su reconstrucción se efectuará por metro, sobre la parte superior de la barrera.

La medición de portones, barreras para ganado, paneles de entrada y postes se hará por unidad.

Pago

619.11 La aceptación de las cantidades, medidas como se indicó, se pagarán de acuerdo con el precio de contrato por renglón de pago, según la lista que se indica a continuación. El pago será la compensación total para el trabajo indicado en esta sección. Ver subsección 109.05.

El pago se efectuará de la siguiente forma:

Renglón de pago

Unidad de medida

61901 Barrera <u>(descripción)</u>	Metro
61902 Puerta <u>(descripción)</u>	Cada uno
61903 Barrera de ganado _____ metros	Cada uno
61904 Panel de entrada	Cada uno
61905 Remoción y reconstrucción de barreras	Metro

SECCIÓN 620.) MAMPOSTERÍA DE PIEDRA

Descripción

620.01 Este trabajo consiste en la construcción o rehabilitación de estructuras de mampostería de piedra y de porciones de mampostería de piedra en estructuras compuestas.

La clase de mampostería a utilizar está designada en la subsección 705.03 y como sigue:

(a) Mampostería dimensionada. Las piedras están cortadas en dos o mas caras y colocadas en capas en mortero.

(b) Mampostería clase A. Las piedras están conformadas y alineadas a 6 mm de distancia, y colocadas en una capa de mortero.

(c) Mampostería clase B. Las piedras están conformadas y alineadas a 19 mm de distancia, y colocadas en una capa de mortero.

(d) Mampostería de escombros embebida en mortero. Las piedras varían en su tamaño y forma, tienen una superficie áspera, y ubicadas en capas aleatorias en mortero.

El acabado de las caras expuestas debe ser realizado con base en la Subsección 705.03 (f).

Materiales

620.02 El material debe utilizarse de acuerdo a las siguientes secciones y subsecciones:

Concreto	601
Mortero	712.05
Estructuras para mampostería de roca	705.03

Requerimientos para la Construcción

620.03 General. Suministre agregados que combinen la roca nativa en el proyecto. Suministre muestras de roca representativas del rango de colores y tamaños que se usarán en el proyecto al Contratante, 14 días antes de iniciar el trabajo.

Mantener un adecuado inventario de la roca en el sitio, para proveer una amplia variedad de piedras para la mampostería. Cuando se añade piedra adicional,

mezclar la nueva piedra con la piedra existente de origen similar y en cuanto a su color.

620.04 Colocación de la roca. Ubicar la roca para proveer un patrón y color uniforme. Limpie todas las rocas cuidadosamente y humedézcalas inmediatamente antes de colocarlas. Limpie y humedezca el lugar de colocación.

Extienda el mortero. El espesor de los lugares de colocación y de las juntas para las piedras debe estar acuerdo con lo indicado en la tabla 620.1. Las juntas de piedra anidadas no deben tener un espesor menor de 6 mm ni mayor de 38 mm.

Construya las juntas en mampostería vertical. En todos los casos, las juntas deben estar en ángulos con la vertical de 0 a 45 grados.

Colocar las piedras con la cara mas larga en posición horizontal y la cara expuesta paralela a la cara de la mampostería. Rellene las juntas con mortero.

No desplazar las piedras. Si una piedra se mueve después de la colocación del mortero, remuévala, quítele el mortero, y colóquela con mortero fresco.

Tabla 602-1

Mampostería para camas y espesor de juntas

Clase	Lechos de colocación (mm)	Juntas (mm)
Escombros	13-64	13-64
Clase B	13-50	13-50
Clase A	13-50	13-38
Dimensionados	10-25	19-25

620.05 Juntas. Finalice todas las juntas. La parte superior del mortero debe tener, en su parte central, un drenaje.

Donde se requieren juntas hechas con rastrillo, llevar el mortero a la altura requerida.

Limpiar todas las caras de las piedras, mientras el mortero está fresco. Después de colocar el mortero, limpiar de nuevo. Proteger la mampostería del clima frío o caliente, y mantenerla húmeda por al menos 3 días después de finalizar el trabajo.

620.06 Paredes de construcción. Construir una pared de prueba a una altura mínima de 1.5 m de alto por 2.5 m de longitud. No ejecutar la construcción de ningún tipo de mampostería antes de que los resultados de la pared de prueba hayan sido aprobados.

Ubicar las caras de las piedras de forma aleatoria para producir el efecto indicado en los planos, y que corresponda con la pared de prueba. Colocar cada cara de piedra a distancias mínimas de 150 mm longitudinalmente y 50 mm en el sentido vertical. No construir de modo que las esquinas de cuatro piedras queden adyacentes las unas de las otras.

No colocar piedras del mismo color, textura o tamaño. En general, colocar las piedras de modo que las de mayor tamaño queden abajo y las mas pequeñas arriba.

- (a) **Cabezales.** Donde se requiera, distribuir cabezales uniformemente a través de las paredes de la estructura para formar al menos el 20 por ciento de las caras.
- (b) **Fondos.** Construya el fondo del lecho de construcción con piedras largas. Colocar las piedras unas al lado de otras, y llenar todos los orificios con mortero, de modo que el mortero rodee las piedras completamente.
- (c) **Capa superior de las paredes de mampostería.** Construir la capa superior de la pared como se indica en los planos. Donde éstas no se indican, acabarlas con piedras lo suficientemente anchas como para cubrirla de 0.5 a 1.5 m de longitud, y los de tamaño aleatorio, con al menos 150 mm. Colocar las piedras de forma que la parte superior constituya una parte integral de la pared. Fijar la parte superior de la pared en el sentido vertical y el horizontal.
- (d) **Paredes de parapeto.** Usar piedras seleccionadas, cuadradas y fijas, de modo que sigan una línea, y colocarse en los ángulos y esquinas.
- (e) **Agujeros para hierba.** Proveer agujeros para hierba en todas las paredes. Ubicar agujeros para hierba en los puntos inferiores donde queden libres desagües y ubicar a distancias no mayores de 3 m centro a centro.

620.07 Acabado para el concreto.

(a) Piedra colocada antes de la colocación concreto. Preparar la base de la mampostería de modo que sea posible la colocación del concreto. Usar refuerzo de acero del tipo 10M, con forma de S para anclar la mampostería. Embeber cada anclaje en un lecho de mortero de unos 50 mm, medidos desde la cara de las piedras. Cada anclaje debe estar a 0.5 m uno del otro en el sentido vertical y el horizontal.

Una vez que el mortero ha tomado la resistencia suficiente, limpiar la base de la mampostería de cualquier suciedad, material de desperdicio o partes de mortero. Limpiar las superficies justo antes de la ubicación del concreto, utilizando un expulsor de agua a chorro.

(b) Concreto colocado antes de la colocación de las piedras. Alcanzar el espesor indicado en los planos. Colocar aberturas de metal galvanizado para los anclajes en la superficie del concreto. El espaciamiento vertical y horizontal de los anclajes no debe exceder los 600 mm. Temporalmente debe ubicar sellos en las aberturas de metal para que no se llenen de concreto.

Donde se están colocando las rocas en la superficie del concreto, colocar los anclajes metálicos en los agujeros a un espaciamiento promedio vertical de 600 mm. Doblar al menos el 25% de los anclajes a un ángulo recto, para trabarlos con las rocas. Extender los anclajes a 75 mm de la cara expuesta de la roca.

Donde la superficie del concreto impide la elaboración de agujeros, usar cables de acero galvanizado de 3.8 mm, a una tasa de 7 cables por cada metro cuadrado de superficie expuesta. Instalar los cables luego que el concreto ha sido curado.

Mantener húmeda la superficie del concreto en las dos horas previas a la colocación de las rocas y llenar los espacios entre las piedras con concreto y mortero.

620.08 Arcos de construcción. Preparar y suministrar los planos para los encofrados según lo indicado en la sección 562. Estratificar las piedras del arco paralelas a la junta radial y las otras piedras del arco paralelas a los lechos de construcción.

Construir el centro del arco de acuerdo a lo aprobado en los planos. Proveer cuñas adecuadas para ajustar la elevación de la estructura.

Colocar las piedras anilladas del arco a su posición exacta y colocar cuñas de madera dura hasta que las juntas sean rellenas con mortero.

620.09 Guardapared. Usar mampostería de escombros de cemento. Los núcleos de pared de concreto para guardaparedes pueden ser colados en sitio o prefabricados en unidades de acuerdo con la Sección 601, excepto el concreto que tenga un mínimo de resistencia de 28 MPa, a los 28 días.

Construir una sección de prueba de 8 m de guardapared. No construir muestras adicionales una vez aprobada la muestra original.

Construir lechos de mortero de acuerdo con la Tabla 620.1. Ranurar las juntas y las camas a una profundidad de 50 mm en los lados frontales y el de arriba y a 38 mm de la base.

Usar una única estructura de encofrado para todo el ancho del guardapared en al menos un 25 por ciento de la longitud total.

Ubicar todas las piedras, incluyendo las de la estructura de encofrado aleatoriamente, para evitar la generación de un patrón.

620.10 Aceptación. El material para el mortero debe ser evaluado de acuerdo con las Subsecciones 106.02 y 106.03. El mortero debe ser evaluado de acuerdo con las secciones 106.02 y 106.04. Ver la tabla 620-2 para el muestreo y los requerimientos de ensayo.

Las rocas para las estructuras de mampostería serán evaluada de acuerdo con las Subsecciones 106.02 y 106.04.

La excavación y rellenos serán evaluados de acuerdo con las sección 209.

El concreto será evaluado de acuerdo con la sección 601.

Medida

620.11 La medición de la mampostería de piedra debe efectuarse por metro cúbico en la estructura. No medir las secciones de muestra que no están incorporadas en el trabajo.

La medición del guardapared debe hacerse por metro a lo largo de la cara frontal de la pared, incluyendo las secciones terminales.

La medición de la mampostería removida y reconstruida debe ejecutarse por metro cúbico en la estructura antes de reconstruir.

Pago

620.06 Las cantidades aceptadas, medidas como se indicó, se pagarán de acuerdo al precio del contrato por unidad de medida para el pago de los renglones que se listarán abajo. El pago será la compensación total por todo el trabajo prescrito en esta Sección. Ver subsección 109.05.

El pago se efectuará de la siguiente manera:

Renglón de pago	Unidad de medida
62001 <u>(clase)</u> mampostería, ____acabado	Metro cúbico
62002 Guardapared de mampostería de piedra	Metro
62003 Remoción y reconstrucción de mampostería de piedra	Metro cúbico

Tabla 602-2
Muestras y Ensayos

Material o producto	Propiedad o característica	Métodos de ensayo o especificaciones	Frecuencia	Punto de muestreo
Mortero	Construcción de especímenes Para esfuerzos de compresión ⁽²⁾	AASHTO T23 AASHTO T 22	1 muestra pos instalación ⁽¹⁾	Lugar de trabajo

(1) La muestra consta de dos especímenes

(2) El esfuerzo de compresión será el promedio de dos especímenes.

SECCIÓN 621.) MONUMENTOS Y MARCADORES

Descripción

621.01 Este trabajo consiste en la construcción y mantenimiento de monumentos, marcas y postes.

Materiales

621.02 El material estará de acuerdo con las siguientes secciones y subsecciones

Concreto	601
Pintura	708
Reflectores	718.12
Acero de refuerzo	709.01

Requerimientos para la Construcción

621.03 Monumentos y marcadores. Ubicar puntos permanentes de acuerdo con la sección 152. Desarrollar el trabajo de excavación y relleno de acuerdo con la sección 209. Colocar cada monumento y marcador verticalmente en la ubicación requerida y con su elevación. Los monumentos podrían ser colocados en sitio o prefabricados de acuerdo con la Sección 601. Rellenar y compactar la zona alrededor del monumento o del marcado para que quede bien firme.

621.04 Aceptación. El material (exceptuando el concreto y la pintura) para los monumentos y las marcas será evaluado de acuerdo con las secciones 106.02 y 106.03.

La construcción de monumentos y marcar deberá ser evaluada de acuerdo a las Subsecciones 106.02 y 106.04.

La ubicación de puntos permanentes será evaluada de acuerdo con la Sección 152.

La excavación estructural y el relleno serán evaluados de acuerdo con la sección 209.

El concreto será evaluado de acuerdo con la sección 601.

La pintura será evaluada de acuerdo con la sección 563.

Medida

621.05 La medida de los monumentos y marcas se hará por unidad.

Pago

621.06 La aceptación de las cantidades, medidas como se indica, será pagada al precio de contrato por unidad de medida para el pago de los renglones listados abajo. El pago será la compensación total por el trabajo indicado en esta sección. Ver subsección 109.05.

El pago se hará así:

Renglón de pago

Unidad de medida

62101 Monumento
62102 Marca

Por unidad
Por unidad

SECCIÓN 622.) ALQUILER DE EQUIPO

Descripción

622.01 Este trabajo consiste en el suministro y la operación del equipo para el trabajo de construcción ordenado por el contratante y que no ha sido indicado en el contrato.

Requerimientos para la Construcción

622.02 Equipo alquilado. El contratante del proyecto ordenará por escrito la renta de equipo para usar en el proyecto. Se deberán suministrar el modelo y número de serie para cada componente del equipo antes de usarse. El equipo debe estar disponible para su inspección y su aprobación se realizará antes de usarse en el proyecto.

Para la eficiente operación del equipo, se deben suministrar los implementos que requiere para su uso. El equipo debe mantenerse en buenas condiciones, de modo que pueda operarse el 90 por ciento del tiempo de trabajo.

La jornada de trabajo diaria y semanal deben ser aprobadas antes de iniciar el trabajo. Se deben mantener registros diarios del número de horas laboradas. Los registros deben ser suministrados al contratante con copias certificadas del pago efectuado.

622.03 Aceptación. El equipo rentado será evaluado de acuerdo a la subsección 106.02.

Medida

622.04 La medición del equipo rentado debe hacerse por hora o fracción de producción. Medir del tiempo que tarda el equipo en movilizarse de un proyecto a otro. No se medirá el tiempo al equipo que no está en funcionamiento o el equipo que depende de alguna parte de otro equipo que no funciona.

Pago

622.05 Las cantidades aceptadas, medidas como se ha presentado, se pagarán al precio unitario de contrato para el pago indicado abajo. El pago será la compensación total por el trabajo indicado en esta sección. Ver subsección 109.05.

Renglón de pago

Unidad de medida

62201 (Tipo y tamaño del equipo)

Por unidad

SECCIÓN 623.) TRABAJOS GENERALES

Descripción

623.01 Este trabajo consiste en el suministro de trabajadores, herramientas y equipo menor, para el trabajo de construcción ordenado por el Contratante de proyecto, no incluidos en el contrato original.

Requerimientos para la Construcción

623.02 Trabajadores y equipo menor Suministrar trabajadores competentes y herramientas apropiadas para el trabajo que se ejecutará.

La jornada de trabajo diaria y semanal deben ser aprobadas antes de iniciar el trabajo. Se deben mantener registros diarios del número de horas laboradas. Los registros deben ser suministrados al Contratante con copias certificadas del pago efectuado.

623.03 Aceptación. Las labores generales serán evaluadas de acuerdo con la Subsección 106.02.

Medida

623.04 La medición del tiempo laborado se efectuará por hora. Redondear hacia arriba las fracciones de hora a la media hora mas cercana. No incluir en el pago el transporte de los trabajadores al sitio de labores.

Pago

623.05 Las cantidades aceptadas, medidas como se ha indicado, serán pagadas al precio de contrato por unidad de medida de pago, según la lista indicada a continuación. El pago será la compensación total por el trabajo indicado en esta sección. Ver subsección 109.05.

El pago se efectuará de la siguiente manera:

Renglón de pago

Unidad de medida

62301 Labores Generales

Hora

SECCIÓN 624.) CAPA VEGETAL.

Descripción

624.01 Este trabajo consiste del suministro y colocación de capa vegetal y la colocación de suelo conservado.

Materiales

624.02 El material debe estar de acuerdo a las siguientes subsecciones:

Capa vegetal (Suministrada)	713.01 (a)
Capa vegetal (conservada)	713.01 (b)

Requerimientos para la construcción

624.03 Preparación de áreas. Conformar todas las pendientes y áreas para ser cubiertas por capa vegetal. Construir las pendientes con una relación 1:3 o planas, en ambos casos con un espesor de 100 mm.

624.04 Colocación de la capa vegetal. Anunciar con al menos 7 días de anticipación la colocación de la capa vegetal. No colocar la capa vegetal cuando el suelo está excesivamente húmedo, u otra condición que deteriore el trabajo. Mantener las superficies del camino limpias durante las operaciones de arrastre y extensión de materiales.

Extender la capa vegetal a una altura tal, que al asentarse el material, alcance la altura buscada. El suelo tiene que quedar con una textura adecuada. Remover y disponer todos los montículos que tenga la superficie, las piedras cuyo tamaño sea superior a los 50 mm, raíces, troncos y otros objetos pequeños de acuerdo con la Subsección 203.05.

Compactar la capa vegetal después de colocada usando un rodillo, un tractor, u otros equipos similares, para formar depresiones longitudinales de 50 cm de ancho, que queden perpendiculares al flujo natural del agua.

62405 Aceptación. El material para capa vegetal (suministrado) será evaluado de acuerdo con las subsecciones 106.02 y 106.03.

El material para capa vegetal (conservado) será evaluado de acuerdo con la Subsección 106.02.

La colocación del material de la capa vegetal (suministrada y conservada) será evaluada de acuerdo con las subsecciones 106.02 y 106.04.

Medida

624.06 Medir la colocación y el suministro de la capa vegetal, y la colocación de la capa vegetal conservada, por metro cúbico en el vehículo de colocación, por hectárea en la superficie, o por metro cuadrado.

Pago

624.07 Las cantidades aceptadas, medidas como se indica abajo, serán pagadas al precio de contrato por unidad de medida para el pago de los renglones listados abajo. El pago será la compensación total por el trabajo indicado en esta sección. Ver subsección 109.05.

El pago deberá hacerse por:

Renglón de pago

Unidad de medida

62401 Suministro y colocación de capa vegetal,
_____ profundidad mm

metro cuadrado

62402 Suministro y colocación de capa vegetal,
_____ profundidad mm

Hectárea

62403 Suministro y colocación de capa vegetal

metro cúbico

62404 Colocación de capa vegetal conservada,
____ profundidad mm

metro cuadrado

62405 Colocación de capa vegetal conservada,
____ profundidad mm

Hectárea

62406 Colocación de capa vegetal conservada

metro cúbico

SECCIÓN 625.) PREPARACIÓN DEL SUELO PARA RECUBRIMIENTO VEGETAL.

Descripción

625.01 Este trabajo consiste en la preparación del suelo, mediante humedecimiento, fertilización, adición de semillas y recubrimiento vegetal.

Los métodos de adición de semillas y colocación de recubrimiento vegetal se designarán como seco e hidráulico

Materiales

625.02 El material deberá estar de acuerdo con las siguientes secciones:

Limos para agricultura	713.02
Fertilizante	713.03
Recubrimiento vegetal	713.05
Semillas	713.04
Emulsión estabilizante	713012
Agua	715.01

Requerimientos para la construcción

625.03 Estaciones para la siembra del césped. El sembrado del césped debe efectuarse durante la estación en que crece en la zona. No sembrar durante una época lluviosa o cuando la tierra está excesivamente seca, u otras condiciones que imposibiliten el sembrado.

625.04 Preparación de la zona para la siembra. Remover todos los obstáculos que presente la zona en que se sembrará. Remover la mala hierba, trozos de madera, piedras que tengan mas de 50 mm de diámetro o de longitud, y otros materiales que dificulten la aplicación, crecimiento, o mantenimiento del zacate.

625.05 Humedecimiento. Humedecer las áreas de sembrado antes de sembrarlas y mantener la humedad hasta 10 días después de la germinación.

625.06 Fertilización. Aplicar el fertilizante mediante los siguientes métodos:

- (a) **Método seco.** Incorporar el fertilizante en la parte superior de la zona en que se sembrará, antes de iniciar la siembra.
- (b) **Método hidráulico.** Añadir fertilizante al lodo y mezclar antes de añadir de la semilla. Aplicar la semilla y el fertilizante en una sola aplicación.

625.07 Sembrado. Aplicar el sembrado mediante los siguientes métodos:

- (a) **Método seco.** Sembrar la semilla mediante los métodos indicados en el cartel o aprobados por el contratante. Compactar ligeramente el sitio sembrado unas 24 horas después de esta operación.
- (b) **Método hidráulico.** Usar un equipo especial que pueda proveer una aplicación uniforme de la semilla, utilizando agua como material de arrastre.

Medida

625.08 Medir la cantidad de semilla por hectárea sembrada o por metro cuadrado. También se podrá medir por unidad de lechada, entendiéndose esta como 4000 litros de agua más el material indicado para la siembra.

Medir el fertilizante del método seco por kilogramo o libra.

Medir el agua para trabajar en la fertilización por metro cúbico, en el vehículo distribuidor.

Medir el área preparada por metro cuadrado.

Pago

625.09 Las cantidades aceptadas, medidas como se indica abajo, serán pagadas al precio de contrato por unidad de medida para el pago de los renglones de trabajo listados abajo. El pago será la compensación total por el trabajo indicado en esta sección. Ver subsección 109.05.

El pago se efectuará de la siguiente manera:

Renglón de pago

62501 Sembrado, método _____
62502 Sembrado, método _____
62503 Sembrado, método hidráulico
62504 Fertilización, método seco
62505 Agua
62506 Siembra del césped

Unidad de medida

Hectárea
metro cuadrado
unidad de lechada
tonelada métrica
Metro cúbico
Hectárea

SECCIÓN 626.) PLANTAS, ÁRBOLES, ARBUSTOS Y COBERTORES VEGETALES.

Descripción

626.01 Este trabajo consiste en proveer, entregar y plantar árboles, arbustos, enredaderas y plantas de recubrimiento del terreno, del tipo y tamaño indicado en los planos o en las disposiciones especiales, incluyendo todos los materiales y operaciones conexas llevadas a cabo en conformidad razonable con las presentes especificaciones.

Materiales

626.02 Los materiales deberán satisfacer los requisitos especificados en las siguientes subsecciones de la sección 711:

Fertilizante	713.03
Material de plantado	713.08
Material de protección	711.05
Materiales de plantas	711.06
Cobertor vegetal	713.01
Agua	725.01

Requerimientos para la construcción

626.03 Este trabajo deberá llevarse a cabo durante las temporadas que se indiquen en los planos, o según disponga el Contratante. Ninguna de estas labores deberá llevarse a cabo cuando la tierra esté en condiciones desfavorables para plantar.

626.04 Entrega e inspección. El Contratista deberá notificar al Contratante, por escrito y con no menos de 15 días de anticipación, respecto de la entrega de las plantas por los viveros o la fuente recolectora. Todos los materiales vegetales, deberán estar disponibles para su inspección en los viveros o fuente de abastecimiento, antes de que las plantas sean desenterradas.

El Contratista deberá proporcionar al Contratante información completa sobre la procedencia del abastecimiento de todo material vegetal. Quedará a criterio del Contratante la inspección del material en los viveros abastecedores. La autorización para el acarreo del material de los viveros no se deberá considerar como aceptación final de las plantas. Todas las variedades de plantas deberán

satisfacer las leyes que controlen la inspección sobre enfermedades de las plantas y la infestación por insectos. El Contratista deberá entregar al Contratante todos los certificados de inspección que sean exigidos.

626.05 Protección y almacenamiento provisional. El Contratista deberá conservar todo el material vegetal, húmedo y protegido, para evitar su desecación. La protección deberá incluir el tiempo en que se encuentre en tránsito, en almacenamiento provisional, o en el lugar de la obra en espera de ser plantadas. Las plantas entregadas que no se vayan a plantar enseguida deberán ser protegidas de la siguiente manera:

En especies con raíces al descubierto, en manajo, se abrirán los manajos, se separarán las plantas y luego deberán cubrirse las raíces provisionalmente con tierra, en zanjas. Las plantas que lleguen emboladas y envueltas en arpillera deberán cuidarse cubriendo las bolas de tierra con aserrín, virutas de madera u otro material adecuado para conservarlas húmedas.

Los lugares en que se plantarán las plantas y los contornos de los macizos, deberán ser estaquillados por el Contratante o en el lugar de la obra. El Contratante puede adaptar el surtido de plantas para que sean colocadas a fin de satisfacer las condiciones del terreno.

626.06 Excavación para hoyos. Con anterioridad a hacer los hoyos para las plantas y los arriates, el área deberá estar en conformidad con las alineaciones y declives mostrados en los planos. Toda grama, malezas, raíces y materia objetaba como inadecuada para relleno, deberá ser quitada inmediatamente del lugar y el Contratista dispondrá de ella en la forma que fuese satisfactoria para el Contratante.

El tamaño de los hoyos excavados en la tierra deberá tener la siguiente relación con la extensión de las raíces (o diámetro de la bola) de las plantas que serán plantadas en ellos. Para raíces hasta de 60 cm de largo los diámetros de los hoyos deberán ser del doble de la extensión de las raíces. Para raíces de 1.22 metros, el diámetro deberá ser de 61 cm más grande. Para extensiones de raíces que pasen de 1.22 metros.

La profundidad de todos los hoyos deberá ser suficiente para admitir un mínimo de 15 cm de mantillo de tierra vegetal como relleno debajo de todas las raíces o bolas.

Se exigen las siguientes profundidades, a no ser que los planos señalen otras, o las ordenase el Contratante.

Árboles de hojas caducas:

Menos de 1 1/2 de diámetro 60 cm

Mayores de 1 1/2 de diámetro 90 cm

Árboles siempre verdes:

Menos de 1.52 m de altura 30 cm

mas la altura de la bola

Mayores de 1.5 m de altura 50 cm

Arbustos de hojas caducas y siempre verdes:

Menores de 2 pies de altura 30 cm

Mayores de 2 pies de altura 60cm

Arbustos siempre verdes 45 cm

Enredaderas de hojas caducas

caducas y siempre verdes 6"

mínimo (15 cm) de altura 45cm

Antes de comenzar a poner el relleno para plantar, se deberá aflojar la tierra en el fondo del hoyo hasta una profundidad mínima de 15 cm usando la pala o mediante otros métodos aprobados.

626.07 Jardineras. Se deberán construir según se muestre en los planos. Las jardineras deberán instalarse de manera que sus partes superiores queden a nivel. Los arriates deberán ser instalados de modo que queden a nivel transversalmente, pero que sigan longitudinalmente la rasante terminada.

Cuándo se tenga que quitar una superficie de hormigón asfáltico, o de hormigón de cemento hidráulico, para permitir la instalación de jardines o de arriates, el área que tenga que ser quitada deberá ser marcada por medio de una sierra para hormigón u otro equipo adecuado y cortada hasta la profundidad suficiente para que deje un borde limpio y recto después de haberse quitado la parte superficial.

Los clavos, tornillos y herrajes, deberán ser galvanizados. La calidad comercial de dicho material será aceptada.

Después de la construcción, las superficies exteriores de las jardineras deberán ser cubiertos con un tinte de calidad comercial, de color que fuese especificado en las disposiciones especiales, o como ordene el Contratante.

626.08 Fertilización. Utilizar un fertilizante comercial, del tipo indicado en los planos o en las disposiciones especiales. El fertilizante deberá ser empleado y mezclado entre los primeros 5 cm de la superficie del área de hoyo, en el curso de los cinco días posteriores al día en que se plantaron.

626.09 Riego. Todas las plantas deberán ser regadas cuando se estén plantando e inmediatamente después de haber sido plantadas y a los intervalos

fijados por el Contratante durante el período de arraigo de las mismas. El agua no deberá contener elementos tóxicos para las plantas. En cada riego, la tierra alrededor de cada planta deberá dejarse completamente saturada. El riego que el Contratante ordenase para las plantas, durante el período de arraigo de las mismas, deberá ser medido y pagado por separado.

626.10 Estacadas. Todos los árboles deberán ser protegidos por medio de tirantes y estacas de acuerdo con los detalles que mostrarán los planos, tan pronto como cada planta esté en su lugar.

626.11 Poda. La poda deberá hacerse antes o inmediatamente después de haber plantado los árboles y en tal forma que se conserve el carácter natural de cada planta. Todo el trabajo de la poda deberá ser efectuado por personal experimentado y provisto de equipo adecuado que corresponda a las prácticas hortícolas aceptadas. Los cortes de ramas con diámetro mayor de 1.90 cm se deberán pintar con una curación aprobada para heridas de árboles.

626.12 Colocación del cobertor vegetal. Ubicar el cobertor vegetal 24 horas después del plantado.

626.13 Período de establecimiento y reposiciones de plantas. La aceptabilidad del material vegetal proporcionado y plantado de acuerdo con lo especificado, deberá ser determinada después de un período conveniente, durante el cual el Contratista deberá emplear todos los medios que sean posibles para la conservación de las plantas en un estado de desarrollo saludable. El período de establecimiento para la plantación será una temporada completa de desarrollo. El cuidado de las plantas durante ese período puede incluir su riego, poda, reparación y ajuste de los tirantes y estacas y cualquier otro trabajo relacionado que fuese ordenado por el Contratante.

626.14 Aceptación. El material de plantado (que incluye plantas, fertilizante, cobertor vegetal y capa superior) será evaluado de acuerdo a las Subsecciones 106.02 y 106.03.

El plantado de árboles, arbustos y vides será evaluado de acuerdo a las subsecciones 106.02 y 106.04 y como se realizará como sigue:

Las plantas muertas o insatisfactorias deberán ser quitadas de la obra sin demora alguna. Para determinar la aceptabilidad del material de plantas, llevarán a cabo una inspección semanal, el Contratista y el Contratante, 15 días antes del final de la temporada de desarrollo. Todas las plantas muertas o insatisfactorias deberán ser repuestas conservando clase, cantidad y tamaño, con plantas vivas y sanas colocadas como originalmente se hubiese especificado. Únicamente deberán utilizarse variedades de plantas alternas o substitutas cuando lo hubiese aprobado el Contratante. Se llevará a cabo una

inspección final de todo el material de plantas dentro de los 15 días posteriores al final de la reposición de las plantas rechazadas.

Medida

626.15 Medir las plantas por unidad.

Pago

626.07 Forma de pago. La cantidad de árboles, arbustos y enredaderas medidas según las disposiciones que anteceden, se pagarán a los precios de; contrato por unidad. El pago será la compensación total por el trabajo indicado en esta sección. Ver subsección 109.05.

El pago se efectuará de la siguiente manera:

Renglón de pago

Unidad de medida

62601 (nombre de la planta), (tamaño)

Cada una

SECCIÓN 627.) SIEMBRA DE COBERTOR VEGETAL

Descripción

625.01 Este trabajo consiste en la siembra de semilla, fertilización, aplicación de cal si fuese necesario y retención de humedad de todas las áreas señaladas en los planos para sembrar césped, o donde lo indique el Contratante.

Materiales

625.02 Los materiales deberán satisfacer los requisitos especificados en las siguientes subsecciones de la sección 711:

Caliza para uso agrícola	713.02
Fertilizante	713.03
Estacas	713.11
Césped	713.10
Agua	725.01

Requerimientos para la construcción

627.03 Mover y colocar el césped durante la estación seca.

627.04 Inspección y colocación. Proveer al menos tres días antes de cortar el césped. El Contratante deberá aprobar el césped colocado en su posición original antes de las operaciones de cortado.

627.05 Preparación del terreno. Remover todos los obstáculos que presente la zona en que se sembrará. Remover la mala hierba, trozos de madera, piedras que tengan mas de 50 mm de diámetro o de longitud, y otros materiales que dificulten la aplicación, crecimiento, o mantenimiento del zacate.

627.06 Colocación del césped. La profundidad del cultivo deberá ser la que esté indicada en los planos, excepto en el caso de que el Contratante ordenase otra cosa. En declives mayores de 3:1, la profundidad del cultivo podrá ser disminuida según lo disponga el Contratante. Todas las áreas que se tengan que sembrar deberán satisfacer los declives finales que hayan sido especificados y estar exentas de maleza o matas, de piedras que tengan un diámetro de 5 cm o más, así como de cualquier clase de desechos o escombros. Si fuese necesaria la cal, deberá ser aplicada uniformemente, antes o después de la preparación del terreno, según el índice mostrado en los planos o en las disposiciones especiales.

627.07 Aplicación del retenedor de humedad. La paja, heno, hojas u otro retenedor de humedad cuando así fuese especificado, se deberá extender uniformemente sobre las áreas sembradas, ateniéndose a las tasas mostradas en los planos o señaladas en las disposiciones especiales. Esta clase de material deberá ser sujetado por medio de una ligera pasada con arado de discos, cubriéndolo con matas o una ligera capa de tierra, o bien con estaquillas y amarres, rociándolo con material asfáltico, o mediante otros métodos que serán mostrados en los planos o indicados en las disposiciones especiales

Cuando fuese necesaria la protección inmediata de taludes recién conformados, tratándose de una temporada que no fuese la normal para la siembra, se deberá cubrir el terreno con paja o heno antes de la siembra, haciéndose ésta finalmente durante el tiempo especificado en la temporada correspondiente.

627.08 Aceptación. El material (incluyendo el limo y el fertilizante) para el enzacatado deberá ser evaluado de acuerdo a las subsecciones 106.02 y 106.03.

La colocación del césped será evaluada de acuerdo a las subsecciones 106.02 y 106.04.

El cobertor vegetal será evaluado de acuerdo a la sección 624.

Medición.

627.08 La medición se efectuará por metro cuadrado.

El cobertor vegetal se medirá de acuerdo con la Sección 624.

La medición del agua y la semilla se hará de acuerdo con la Sección 625.

Pago

627.10 Las cantidades aceptadas por el césped sembrado se pagarán al precio del contrato, por hectáreas de césped arraigado, cuyo precio será la compensación total por suministrar y colocar todos los materiales, mano de obra, herramientas e imprevistos necesarios para la obra, con excepción de la capa superficial de suelo. El pago será la compensación total por el trabajo indicado en esta sección. Ver subsección 109.05.

El pago se hará como sigue:

Renglón de pago	Unidad de medida
62701 _____ césped	metro cuadrado

SECCION 628.) PLANTACIÓN DE ESPIGAS Y ARBUSTOS PARA EVITAR LA EROSIÓN

Descripción

628.01. Este trabajo consiste en suministrar y plantar plantillas de espigas y arbustos, proporcionar y aplicar fertilizante, así como piedra caliza triturada, cuando fuese necesaria, todo en conformidad razonable con las siguientes especificaciones y para llevarse acabo en los lugares mostrados en los planos o señalados por el Contratante.

Materiales

628.02. Los materiales que se empleen deberán satisfacer los requisitos de las siguientes subsecciones:

Piedra caliza triturada	713.02
Fertilizante	713.03
Retenedor de humedad	713.05
Plantillas de espigas y arbustos	713.09
Agua	725.01

Requerimientos para la construcción

628.03 General. No coloque las espigas durante la estación ventosa, o cuando el terreno esté muy seco, o excesivamente húmedo.

628.04 Recolección de Espigas y arbustos. El Contratista deberá notificar al Contratante por lo menos 5 días antes de que las espigas vayan a ser cosechadas para que el origen de las mismas sea aprobado por el Contratante antes de comenzar la cosecha.

Para comenzar la cosecha, los arbustos y las espigas deberán ser segados hasta una altura de 5 a 7.6 centímetros y todos los recortes se quitarán de allí. Entonces las espigas deberán ser aflojadas mediante una escarificación transversal de discos, arando a poca profundidad, u otros métodos aceptables. Después de aflojar las espigas de la tierra, se deberán amontonar en pilas pequeñas o camellones, se regarán y se conservarán húmedas hasta que sean plantadas.

No deberán transcurrir más de 24 horas entre cosechar y plantar las espigas, con la excepción de que, cuando el estado del tiempo u otras condiciones no controlables interrumpen el trabajo, se podrá conceder una prórroga a dicho plazo, siempre y cuando las espigas estén todavía utilizables. Las ramitas que se haya calentado en los montones, que se hayan helado o marchitado, o que

en cualquier otra forma resultaran dañadas seriamente en el curso de la cosecha o de la entrega, serán rechazadas y se dispondrá de ellas según se ordene.

628.05 Preparación y limpieza completa por anticipado. Antes de extender el fertilizante y la piedra caliza triturada, las áreas que vayan a ser plantadas con el zacate deberán ser rastrilladas o en otra forma limpiadas de piedras que tengan un diámetro mayor de 5 centímetros, varas, tocones y otros desechos que pudiesen entorpecer la colocación de las plantillas, su desarrollo o el subsecuente mantenimiento de las áreas cubiertas por éstas. Si cualquier daño hubiese ocurrido a causa de la erosión o por otras causas después de la nivelación de las áreas, pero antes de haberse aplicado el fertilizante y la piedra caliza triturada, el Contratista deberá repararlo sin recibir compensación adicional. Esto puede incluir el trabajo de rellenar y emparejar las irregularidades del terreno, así como la reparación de cualquier otro daño concomitante.

628.06 Colocación de capa vegetal superior. Cuando esta clase de trabajo fuese pedida en los planos, deberá llevarse a cabo de acuerdo con los requisitos de la sección 624.

628.07 Plantación de las espigas y arbustos. Este trabajo se deberá hacer únicamente dentro de los períodos estipulados en las disposiciones especiales. No se deberá llevar a cabo en tiempo ventoso, ni cuando la tierra esté seca, excesivamente mojada, o en cualquier otro estado inadecuado para el laboreo. Si la tierra no estuviese húmeda cuando se estén plantando las ramitas, se deberá aplicar agua hasta que la tierra se encuentre en condición laborable. Uno o más de los siguientes métodos deberán ser empleados, según lo indiquen los planos:

(a) Plantación al voleo. Las espigas deberán ser esparcidas a mano o mediante un equipo adecuado, en una capa uniforme sobre la superficie preparada con espacios entre ellas que no excedan de 15 centímetros. A continuación, las espigas deberán hincarse en la tierra hasta una profundidad de 5 a 10 centímetros, empleando una pala recta o herramienta parecida, un escarificador de discos, u otro equipo ajustado para que entierre las espigas hasta la profundidad requerida.

(b) Plantación en hileras. Deberán abrirse surcos a lo largo de las curvas de nivel a la profundidad y equidistancia indicada en los planos. Las espigas se deberán plantar sin demora en una hilera continua en el surco abierto; las espigas sucesivas estarán tocándose y deberán cubrirse inmediatamente.

(c) Plantación por puntos. Esta se llevará a cabo como se especifica en el párrafo que antecede, excepto que, en vez de plantar en hileras continuas, se pondrán grupos de cuatro o más ramitas en los surcos a una distancia de 46 centímetros entre cada grupo.

628.08 Recubrimiento con retenedor de humedad y compactación. Una vez terminada la plantación y antes de la compactación, la superficie deberá ser despejada de piedras más grandes de 5 centímetros en cualquier diámetro, terrones, grandes raíces y otros desperdicios que hubiesen salido a la superficie durante la plantación.

Cuando en los planos se pida el recubrimiento con retenedor de humedad, el área plantada con los arbustos y las espigas deberá ser recubierto con ese material, de acuerdo con los requisitos de la sección 625, dentro de las 24 horas siguientes a la terminación del trabajo de la plantación, siempre que las condiciones atmosféricas y de la tierra lo permitan.

Si los planos no piden dichos recubrimientos, el área plantada deberá ser ligeramente solidificada en un plazo de 24 horas después de haberse terminado la plantación y mediante el empleo de compactadoras, rodillos aplanadores u otro equipo satisfactorio que sea operado en ángulos rectos al declive del terreno y cuando las condiciones atmosféricas y las del terreno no impidan el trabajo.

La compactación del terreno no se deberá llevar a cabo cuando las condiciones de la tierra sean tales que se pegue el equipo y tampoco deberán ser compactadas las tierras arcillosas si así lo ordenase el Contratante.

El Contratista deberá proteger estas áreas contra el tránsito, por medio de señales de advertencia y/o barreras aprobadas por el Contratante. Las superficies que fuesen dañadas a causa del trabajo de plantación, deberán ser reparadas por medio de nueva nivelación y plantación, como se ordene al Contratista, sin que éste perciba compensación adicional. El Contratista deberá segar y regar en la forma que se le ordene y, en otra forma, cuidar las áreas plantadas de zacate de manera satisfactoria, hasta que se efectúe la inspección final y la aceptación del trabajo.

628.08 Aceptación. El material, incluyendo la cal y el fertilizante, se deben evaluar de acuerdo a las Subsecciones 106.02 y 106.03.

La colocación del espigas y arbustos se debe evaluar de acuerdo a las Subsecciones 106.02 y 106.04.

La preparación del terreno y la tierra vegetal será evaluada de acuerdo a la Sección 624.

628.09 Medición. La cantidad de espigas y arbustos plantadas se pagará en metros cuadrados o hectáreas, medidos sobre la superficie del terreno, terminadas y aceptadas.

628.10 Forma de pago. La cantidad según se indica antes, se pagará al precio del contrato, por unidad de medida, por la renglón de pago que se anota a continuación, cuyo precio y pago será la compensación total por el trabajo prescrito en esta sección, con la siguiente excepción:

La capa de tierra vegetal será pagada de acuerdo con lo que se dispone en la sección 624.

El agua será evaluada según lo dispuesto en la sección 625.

El pago se hará como sigue:

Renglón de pago	Unidad de medida
628 Plantación de espigas y arbustos	Metro Cuadrado
628 Plantación de espigas y arbustos	Hectárea

SECCIÓN 629.) MATERIALES PARA EL CONTROL DE LA EROSION, REDES PARA EL CONTROL DE EROSION Y SISTEMAS DE CONFINAMIENTO DE TIPO CELULAR

Descripción

629.01 Este trabajo consiste en la construcción de dispositivos para el control de la erosión para cunetas, taludes y estabilizaciones. Esto incluye la instalación de cobertor vegetal, redes para el control de erosión, y sistemas de confinamiento de tipo celular.

Los materiales para el control de erosión se designarán como se indica a continuación:

Tipo 1	Paja, Cábanos, Yute, y papel tejido o mallas de fibras de alta resistencia.
Tipo 2	Paja, cocoteros y mantas de material vegetal
Tipo 3	Cocoteros
Tipo 4	Materiales sintéticos para el control de la erosión y mallas
Tipo 5	Materiales para reforzar el césped

Materiales

602.02 De acuerdo a las siguientes Subsecciones:

Materiales para el control de la erosión	713.07 (a)
Emulsión asfáltica	702.03
Sistemas de confinamiento de tipo celular	713.07(c)
Redes de control de la erosión	713.07 (b)
Capa vegetal	624
Preparación del suelo para el enzacatado	625

Requerimientos para la construcción

629.03 Materiales para el control de la erosión (tipos 1, 2, 3, 4 y 5). Los materiales para el control de la erosión se deberán instalar de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.

Los materiales para el control de la erosión deberán instalarse en superficies de suelo que estén en capa final, estables, firmes, y libres de rocas u otras obstrucciones. Colocar los materiales suavemente, sin ejercer esfuerzos sobre éstos, para asegurar un contacto directo entre el suelo y todos los puntos. Se

debe desenrollar material para el control de la erosión de forma paralela a la dirección del flujo del drenaje. Construir los bordes de acuerdo con las indicaciones del fabricante. Ubicar la parte final del material con una pendiente, cuyo final será una abertura vertical de 150 mm. Llenar la abertura y compactar.

En la parte superior de las cuneras se deben construir agujeros de control a intervalos de 8 metros. Los agujeros de control deben construirse perpendiculares a la dirección del flujo.

Las áreas dañadas deben repararse inmediatamente. Restablecer el suelo en las áreas dañadas de acuerdo con la pendiente del lugar.

(a) Materiales sintéticos para el control de la erosión (tipo 4). Instalarlos después de que lo indicado en la sección 625 (Preparación del suelo para el enzacatado), está en el sitio.

(b) Materiales para el refuerzo del zacate (tipo 5). Instalarlos antes de que lo indicado en la sección 625 (Preparación del suelo para el enzacatado) esté preparado. Después de la siembra de la semilla, se debe mezclar ligeramente la capa vegetal en un rango de 15 ± 5 mm dentro de los vacíos del material para llenarlos.

629.04 Redes para el control de la erosión. Se suministrará un dispositivo automático capaz de colocar las mallas para el control de la erosión a una tasa de 0.9 kilogramos por minuto. Además, se suplirá un compresor de aire capaz de proveer 1.1 metros cúbicos por minuto de aire a 620 ± 70 kilopascales. Completar el equipo, añadiendo mangueras para suplir aire a las áreas en donde no es accesible que llegue el aire del compresor. Suministrar un distribuidor de asfalto con mangueras y un rociador de mano para las pendientes.

(a) Redes de fibra de vidrio. Se extenderá la fibra de vidrio uniformemente a una tasa de 0.16 ± 0.03 kilogramos por metro cuadrado de forma aleatoria.

(b) Fibra de polipropileno. Se extenderá la fibra de polipropileno uniformemente a una tasa de 0.08 ± 0.03 kilogramos por metro cuadrado de forma a

629.05 Sistemas de confinamiento de tipo celular. Se excavará a la profundidad del sistema de confinamiento de tipo celular, y se compactará a una suave pendiente. Expandir la geocelda en la parte inferior de la pendiente. Se conectarán las secciones de la geocelda adyacente con anillos calientes.

El sistema se anclará a través de la parte superior de cada celda.

El sistema se rellenará con suelo vegetal.

629.06 Aceptación. El material (materiales para el control de la erosión, mallas para el control de la erosión y sistemas de confinamiento de tipo celular) para el control de la erosión, cunetas, taludes y estabilizaciones será evaluado de acuerdo con las Subsecciones 106.02 y 106.03.

La instalación de materiales para el control de la erosión, mallas para el control de la erosión y sistemas de confinamiento de tipo celular serán evaluados de acuerdo a las Subsecciones 106.02 y 106.04.

La capa vegetal serán evaluada de acuerdo a la Sección 624.

El sembrado del zacate será evaluado de acuerdo a la Sección 625

Medida

629.07 La medición del material para el control de la erosión, mallas para el control de la erosión y sistemas de confinamiento de tipo celular, se efectuará por metro cuadrado.

La capa vegetal se medirá de acuerdo a la Sección 625.

El sembrado de zacate se hará de acuerdo con la sección 625.

Pago

629.08 Las cantidades aceptadas, medidas como se describió anteriormente, serán pagadas a los precios unitarios de contrato, por unidad de medida de los renglones de pago descritos a continuación, que se mostraron en el cartel de licitación. El pago será en compensación total, del trabajo descrito en esta Sección. Ver Subsección 109.05.

El pago se hará de acuerdo a:

Renglón de pago	Unidad de medida
62901 Tipo de material de control de la erosión	Metro cuadrado
62902 Mallas para el control de la erosión	Metro cuadrado
62903 Sistemas de confinamiento de tipo celular	Metro cuadrado

Sección 630.) RESERVADA

Sección 631.) RESERVADA

Sección 632.) RESERVADA

SECCIÓN 633.) DISPOSITIVOS DE CONTROL PERMANENTE DEL TRAFICO

Descripción

633.01 Este trabajo consiste en suministrar, construir e instalar señales de control permanente del tráfico, sus soportes, delineadores y marcadores especiales y también el proceso de eliminar y sustituir los dispositivos existentes de control permanente de tráfico. En la Sección 635 se tratarán los dispositivos o señales de control temporal del tránsito, de aplicación durante la construcción, reparación u otras labores temporales para realizar en las carreteras y necesarias para guiar al tránsito y garantizar una adecuada seguridad vial.

Los paneles de las señales pueden ser de madera contrachapada, aluminio, acero, plástico o plástico reforzado con fibra de vidrio. Los paneles de plástico resultan muy útiles cuando se colocan señales en zonas donde hay peligro de vandalismo y robo de señales.

Las láminas para señales retro-reflectivas se designan según la Subsección 718.01.

Los postes pueden ser de madera, aluminio o acero. Se usarán postes de madera solamente donde haya disponibilidad suficiente de ese material sin que se atente contra su agotamiento o abuso.

Materiales

633.02 Los materiales deben satisfacer las especificaciones de las siguientes secciones:

- Paneles de aluminio	718.05
- Concreto	601
- Delineadores y marcadores retroreflectivos	718.12
- Paneles de aluminio extruído	718.06(b)
- Paneles de plástico reforzado con fibra de vidrio	718.07
- Tornillería y aditamentos	718.10
- Material aislante	556.06(b)
- Letras, números, flechas, símbolos y bordeadores	718.11
- Postes delineadores y marcadores	718.09
- Paneles plásticos	718.06(b)
- Paneles de plywood	718.03
- Láminas retroreflectivas	718.01
- Postes de señales	718.08
- Paneles de acero	718.04

Requerimientos para la construcción

633.03 Generalidades. Se deben suministrar e instalar las señales de tráfico conforme al Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito. En este Manual se describen con detalle los tipos de señales horizontales, verticales y especiales para carreteras, sus materiales y normas geométricas de construcción y colocación en la vía. Se recomienda consultar este Manual para ampliar los detalles técnicos de las secciones siguientes. La empresa encargada de instalar o construir las señales debe presentar al Contratante la lista completa de elementos que usará, en forma previa para obtener su aprobación.

633.04 Soportes. La ubicación precisa de las señales indicadas en los planos se puede modificar un poco para ajustarse a las condiciones del terreno en sitio. Se determinará la longitud necesaria de los postes en el momento de su colocación. Se deben hincar los postes con un martillo especial para esta labor o se deben colocar en agujeros perforados previamente. Se deben reemplazar todos los postes dañados por el tráfico. Los postes se colocarán aplomados, rellenando correctamente los agujeros y compactando bien el suelo de cimentación.

Se deben construir las cimentaciones de concreto de acuerdo a la Sección 601. La excavación y el relleno se realizarán conforme a la Sección 209.

633.05 Paneles. Se utilizarán paneles retroreflectivos tipos I, II, III y IV. Se usarán letras, números, flechas, símbolos y bordeadores de tipo L-1. Se cortarán los paneles de acuerdo al tamaño y forma adecuados. Se construirán paneles planos y libres de deformaciones, dobleces, raspones, desastilladuras u otros defectos.

La cara de los paneles metálicos se debe limpiar y desengrasar o desbastar la cara de los paneles de madera contrachapada usando los métodos recomendados por el fabricante de las láminas retroreflectivas. Se deben tratar los bordes del panel con un sellador aprobado para ese objetivo. Los paneles de las señales se deben empacar con una cubierta protectora y transportarlos en posición vertical.

Los paneles se deben instalar con la leyenda en forma horizontal. En los sitios donde varios paneles se junten, se debe limitar el espacio entre paneles adyacentes a 2 milímetros. Para reducir el efecto de espejo o reflejo con las luces de los vehículos, se debe girar el panel en 3 grados en la dirección de paso de vehículos.

Se debe colocar material aislante para evitar el contacto entre aluminio y acero. Se deben usar pernos adecuados y franjas de neopreno o nylon para fijar los paneles plásticos a la señal.

No se deben perforar agujeros en ninguna parte de los paneles. Se usarán sistemas de fijación que sean seguros ante robo y vandalismo. Se deben pintar todos los pernos, cabezas de tornillos y demás accesorios expuestos en la cara de la señal. Se debe hacer coincidir el color de la pintura del fondo o el área del mensaje en el punto en que el elemento fijador queda expuesto.

Si el mensaje de una señal no es adecuado para el tránsito en ciertas ocasiones, se debe tapar completamente con una cubierta de material opaco. Se debe mantener esta cubierta en buena condición hasta que el mensaje vuelva a ser aplicable. No se debe utilizar cinta adhesiva sobre la cara de las señales. Se deben reparar o reemplazar las partes deterioradas de la señal, incluyendo las láminas.

633.06 Delineadores y marcadores especiales. Los delineadores y marcadores especiales se deben fijar a los postes de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.

633.07 Eliminación y recolocación de señales permanentes de control de tráfico. Se deben eliminar y almacenar las señales existentes, delineadores y marcadores especiales. Se deben reemplazar todos los elementos accesorios, postes, conectores que se deterioren durante su eliminación, almacenamiento y levantamiento.

633.08 Aceptación. Todos los materiales, incluyendo paneles, láminas retro-reflectivas, soportes, delineadores, marcadores especiales y conectores para dispositivos de control de tránsito, serán evaluados conforme a las Subsecciones 106.02 y 106.03. La instalación de señales será evaluada conforme a las Subsecciones 106.02 y 106.04. La excavación y relleno serán evaluados conforme a la Sección 209. El concreto será evaluado conforme a la Sección 601.

Medición

633.09 Las señales viales se miden por unidad instalada y completa, incluyendo su soporte respectivo debidamente cimentado.

En caso de señales especiales compuestas (si se trata de una configuración múltiple), las condiciones de pago se definirán previamente en los documentos de contratación. En general, se considerarán estas configuraciones múltiples como una sola señal. Se deben medir las labores de remoción y reinstalación de

señales permanentes de control de tráfico por unidad después de que han sido reinstaladas. Se recomienda medir con base en el número final de señales reinstaladas en su posición, tal como se describió anteriormente.

Pago

633.10 Las cantidades medidas y aceptadas en la forma indicada anteriormente, serán pagadas al precio unitario contratado por unidad de pago, según la lista que se presenta en el cartel de licitación. El pago compensará totalmente el trabajo hecho de acuerdo a esta sección. (Vea la subsección 109.05).

El pago será realizado según la lista siguiente:

Renglón de pago	Unidad de medida
63301 Instalación de señal	Unidad
63302 Remoción y reinstalación de señal	Unidad
63303 Remoción de señal	Unidad

SECCIÓN 634.) SEÑALES PERMANENTES SOBRE EL PAVIMENTO

Descripción

634.01 Este trabajo consiste en construir o instalar señales lisas o en relieve como señalización horizontal en pavimentos terminados. Se recomienda consultar el Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para Control del Tránsito para obtener más detalles sobre materiales y normas geométricas de construcción y colocación de este tipo de señales.

Las marcas o señales sobre el pavimento se denominan como sigue:

- Tipo A: Pintura convencional para pavimento, con esferas de vidrio tipo 1
- Tipo B: Pintura de base acuosa para pavimento, con esferas de vidrio tipo 1
- Tipo C: Pintura de base acuosa para pavimento, con esferas de vidrio tipo 3
- Tipo D: Señales epóxicas, con esferas de vidrio tipo 1
- Tipo E: Señales epóxicas, con esferas de vidrio tipo 1 y tipo 4
- Tipo F: Señales de poliéster con esferas de vidrio tipo 1
- Tipo G: Señales de poliéster con esferas de vidrio tipo 1 y tipo 4
- Tipo H: Señales termoplásticas, con esferas de vidrio tipo 1
- Tipo I: Señales termoplásticas con esferas de vidrio tipo 1 y tipo 5
- Tipo J: Señales de plástico preformado
- Tipo K: Señales no reflectivas

Materiales

634.02 Los materiales deben estar conformes con las subsecciones del Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito. Los materiales usuales son pintura convencional de pavimentos, señales epóxicas, adhesivos de resina epóxica, esferas de vidrio, señales de poliéster, señales de plástico preformado, señales en relieve para pavimento, señales termoplásticas, y pintura de base acuosa para pavimentos

Requerimientos para la construcción

634.03 Generalidades. Cuando las señales existentes serán idénticas a las señales finales del pavimento que se va a reparar, se deben establecer los límites de las señales existentes antes de hacer el trabajo de reparación. Después de completar la superficie final, se deben trazar las líneas de guía de las señales del pavimento para su aprobación, antes de elaborar las señales

definitivas. Se deben utilizar las normas del Manual Centroamérica de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito.

Se deben eliminar todas las partículas sueltas, contaminación, grasa, asfaltos u otros materiales deletéreos de la superficie que va a ser marcada. Si las señales se van a colocar en pavimentos de concreto hidráulico de menos de 1 año de edad, se debe limpiar la superficie de los residuos de compuestos de curación. Se deben sustituir las señales provisionales sobre el pavimento el mismo día en que se colocan las señales definitivas. Se deben aplicar las señales sobre una superficie seca y limpia.

Por lo menos 7 días antes de colocar las señales, se deberá entregar a la inspección una copia escrita de las recomendaciones del fabricante de señales para su instalación. La inspección puede solicitar una demostración en sitio para verificar que las recomendaciones son apropiadas.

Se debe transportar el material para construir señales en contenedores cerrados y bien marcados con detalles del material que se utiliza, tales como los siguientes:

- (a) Nombre y dirección del fabricante
- (b) Nombre del producto
- (c) Números de lote de producción
- (d) Color
- (e) Contenido neto de masa y volumen
- (f) Fecha de fabricación
- (g) Fecha de expiración
- (h) Declaración de contenido (si se necesita mezclar los componentes)
- (i) Proporciones de mezclado e instrucciones
- (j) Información de aplicación segura del producto

Se deben instalar las señales o marcas del pavimento en la dirección del tránsito de acuerdo con las recomendaciones del fabricante. Se construirán todas las señales necesarias para hacer un señalamiento uniforme, bien recortado y de buena apariencia, tanto de día como de noche.

Las líneas continuas simples o paralelas y las intermitentes en el pavimento deben cumplir con los anchos, longitudes y espaciamiento normalizados en el Manual Centroamericano de Dispositivos de Control para el Tránsito.

Se deben proteger las áreas recientemente marcadas del tráfico hasta que se hayan secado completamente (que no presenten ninguna adhesividad). Se eliminarán todas las señales de guía, los residuos de señales o pintura, las señales no autorizadas y señales defectuosas o que existían anteriormente en el pavimento.

634.04 Pintura convencional de pavimentos (Tipo A). Se debe aplicar la pintura solamente cuando el pavimento y las temperaturas del aire sean superiores a 4 grados centígrados. Se debe rociar la pintura con una película de 0,38 milímetros, antes de colocar esferas de vidrio o con una tasa de riego de 2,6 metros cuadrados por litro de pintura. Inmediatamente después, se aplicarán las esferas de vidrio tipo 1 sobre la pintura a una tasa de 0.70 Kg por litro de pintura.

Se deben aplicar dos capas de recubrimiento sobre pavimentos o tratamientos asfálticos nuevos. Se aplicará la primera capa con una tasa de 8.8 metros cuadrados por litro y la segunda capa con 3,7 metros cuadrados por litro

634.05. Pintura de base acuosa para pavimentos (Tipos B y C). Se aplicará la pintura solamente cuando la temperatura del pavimento y del aire sea superior a 10 grados centígrados. Se debe rociar la pintura en una película de 0,38 mm de espesor o con una tasa de riego de 3,7 metros cuadrados por litro, antes de colocar las esferas de vidrio

Tipo B. Si se usa este tipo de pintura, se debe aplicar inmediatamente una dosis mínima de esferas de vidrio de 0,7 kilogramos por litro de pintura.

Tipo C. Si se usa el tipo C, se deben aplicar las esferas del tipo 3 con una tasa mínima de 1,4 Kilogramos por litro.

Sobre pavimentos o tratamientos asfálticos nuevos, se deben aplicar dos capas de recubrimiento, cada una con una tasa de 5,2 metros cuadrados por litro.

634.06 Señales de material epóxico (Tipos D y E). Se deben calentar los componentes (A y B) del epóxico en forma separada, a una temperatura de 43 ± 17 grados centígrados y luego deben ser mezclados. Se desechará cualquiera de los materiales que supere 60 grados de temperatura. Se debe aplicar el epóxico cuando la temperatura del pavimento y del aire supere los 10 grados centígrados. Se aplicará en forma de rocío a la temperatura de 43 ± 17 grados centígrados (temperatura de la pistola de aplicación), a una tasa de riego de 0.38 milímetros de espesor seco de película o con una tasa de 2,6 metros cuadrados por litro.

Tipo D. Se deben aplicar inmediatamente las esferas de vidrio tipo 1 sobre el epóxico a una tasa mínima de riego de 1,8 kilogramos por litro de epóxico.

Tipo E. Se deben usar dos dispensadores de esferas. Inmediatamente se aplicarán las esferas de vidrio tipo 4 sobre el epóxico a una tasa mínima de riego de 1,4 kilogramos por litro de epóxico, inmediatamente seguido por una aplicación de esferas de vidrio tipo 1 con una tasa mínima de 1,4 kilogramos por litro.

634.07 Señales de poliéster (Tipo F y G). Se debe aplicar el poliéster cuando la temperatura del aire y del pavimento sea superior a 10 grados centígrados. Se rociará el poliéster a una temperatura de 53 ± 4 °C (temperatura de la punta de la pistola), formando una película de 0,38 milímetros de espesor o aproximadamente 2.6 metros cuadrados por litro. Se desechará todo el material calentado por encima de 66°C. No se debe usar poliéster de secado rápido en superficie asfálticas que tengan menos de un año de edad.

Tipo F. Se deben aplicar inmediatamente las esferas de vidrio de tipo 1 sobre el poliéster a una tasa mínima de riego de 1,8 kilogramos por litro de poliéster.

Tipo G. Se usarán dos dispensadores de esferas. Se deben aplicar las esferas de vidrio tipo 4 sobre el poliéster a una tasa mínima de riego de 1,4 kilogramos por litro de poliéster inmediatamente seguida de una aplicación de esferas tipo 1, con una tasa mínima de 1.4 kilogramos por litro.

634.08 Señales termoplásticas (Tipo H e I). Cuando se apliquen señales termoplásticas sobre pavimento de concreto de cemento Portland o pavimentos viejos de asfalto, se debe usar un sellador de resina epóxica de acuerdo con las recomendaciones del fabricante del termoplástico. El sellador debe secarse completamente.

Se debe aplicar el termoplástico cuando las temperaturas del pavimento y del aire sean superiores a 10°C. Se debe rociar o extruir el termoplástico a una temperatura de 220 ± 3 °C. Para las líneas de centro y las de carriles, se debe rociar o extruir 2,3 milímetros de espesor mínimo seco o una tasa de riego de 0,44 metros cuadrados por litro. Para las líneas de borde, se deben aplicar 1,5 milímetros de espesor seco mínimo o una tasa de 0.66 metros cuadrados por litro.

Tipo H: Se deben aplicar inmediatamente las esferas de vidrio tipo 1 sobre el termoplástico a una tasa mínima de riego de 0,59 kilogramos por metro cuadrado.

Tipo I: Se usarán dos dispensadores de esferas. Se deben aplicar las esferas tipo 5 sobre el termoplástico a una tasa mínima de riego de 0,59 kilogramos por metro cuadrado, inmediatamente seguida de una aplicación de esferas tipo 1 con una tasa de 0,59 kilogramos por metro

cuadrado. La resistencia mínima de adherencia del termoplástico sobre pavimentos de cemento Portland, debe ser 1,2 megapascales.

634.09 Señales de plástico preformado (Tipo J): Se debe instalar este material de manera que produzca una superficie durable y adherente resistente a la intemperie. Se deben usar las señales de plástico preformado de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.

Si se aplica este material durante la compactación final de pavimentos asfálticos, se debe hacer cuando la temperatura del pavimento sea aproximadamente de 60°C. Se debe extender el material sobre el pavimento con un rodillo de acero. La señal terminada puede extenderse aproximadamente 0.25 milímetros sobre la superficie final.

634.10 Señales no reflectivas (Tipo K): Se debe aplicar la pintura convencional de pavimentos, pintura de base acuosa, señales epóxicas, señales de poliéster o señales termoplásticas como se describe anteriormente, pero no se agregarán esferas de vidrio.

634.11 Señales en relieve en el pavimento. Se instalarán las señales en relieve cuando la temperatura del aire y del pavimento sea superior a 10°C. Se deben adherir las señales en relieve usando resina epóxica o adhesivo asfáltico.

Se deben calentar los componentes epóxicos (A y B) separadamente con calor indirecto, a una temperatura de $21 \pm 6^\circ\text{C}$. Se debe desechar todo el material que haya sobrepasado de 49 grados centígrados o que se haya endurecido por polimerización.

Se deben calentar y aplicar los adhesivos asfálticos a $211 \pm 7^\circ\text{C}$. Se debe desechar todo el material sobrecalentado por encima de 232 grados centígrados.

Se deben separar o alinear las señales con una tolerancia de 13 milímetros. No se deben colocar señales con relieve en las juntas de losas del pavimento. La resistencia mínima de adherencia de las señales debe ser de 12 kilopascales de presión o 110 newtons de fuerza total.

634.12 Aceptación Los materiales para señales permanentes del pavimento serán evaluados bajo las Subsecciones 106.02 y 106.03. La colocación de señales permanentes se evaluará conforme a la Subsección 106.02 y 106.04

SECCIÓN 635.) – DISPOSITIVOS DE CONTROL TEMPORAL DEL TRÁNSITO

635.01. Este trabajo consiste en el suministro, colocación, mantenimiento y movilización de señales viales de uso temporal durante reparaciones u obras en la carretera, para protección de los conductores, de los obreros y maquinarias de trabajo. Se recomienda consultar el Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito en el que se detallan aspectos geométricos, tipos de señales y normas de colocación que deben ser cumplidos en la señalización de obras temporales.

635.02. Materiales. Los materiales por utilizar deben cumplir con las secciones siguientes de este manual.

- Paneles de señales viales	633
- Barriles de amortiguamiento y seguridad	710.02
- Láminas retroreflectivas	718.01
- Barreras temporales de concreto	618
- Vallas plásticas temporales	710.11
- Barreras temporales	617
- Señales temporales en el pavimento	718.21
- Dispositivos temporales de control del tránsito	718.22
- Señales en relieve sobre el pavimento	634

Requerimientos para la construcción

635.03. Requisitos generales. Se deben suministrar y colocar las señales y dispositivos conforme al plan de señalamiento que aprobado previamente para la obra y que cumple los requisitos del Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito.

- a) Las señales y dispositivos se deben suministrar y colocar antes de iniciar los trabajos en la carretera.
- b) Solamente se instalarán las señales aprobadas en el plan de seguridad vial para la obra y solamente las que se requieren en cada fase del proyecto.
- c) El Contratista debe movilizar y recolocar las señales y dispositivos conforme se avanza en la obra.
- d) Se deben eliminar las señales que dejen de ser precisas o que ya no se necesitan para no confundir a los conductores.
- e) Se debe reemplazar cualquier señal o dispositivo que sea dañado o robado o que ya no funcione correctamente.
- f) Toda señal o dispositivo se debe mantener limpio.

- g) Las señales y dispositivos de seguridad no se pueden retirar hasta que las obras y maquinarias terminen su labor completamente.
- h) Toda señal fija en la carretera, instalada para una situación temporal, debe ser eliminada en un periodo de 48 horas después de concluir las obras. Durante este periodo el rótulo deberá cubrirse con un plástico adecuado.
- i) Los conos, barriles, señales opacas y luminosas, tipo de letra, colores, barricadas, chalecos reflectivos, distancias de colocación, tipos de pintura y demás dispositivos deben ser aprobados por la inspección antes de su uso y deben cumplir las normas del reglamento vigente. El Contratante realizará revisiones del sistema de seguridad vial para determinar el cumplimiento del plan de señalización y manejo del tránsito.
- j) Los abanderados serán personas adultas entrenadas en el manejo del tránsito, que deben cumplir su labor durante toda la jornada de trabajo de la reparación. Los abanderados deben vestir chaleco de seguridad y utilizar banderas rojas o señales manuales apropiadas.

Medición y pago

635.04. La señalización y dispositivos de seguridad vial y el manejo del tránsito no serán objeto de pago adicional para el Contratista. La empresa debe incluir el costo de dispositivos y gestión de la seguridad vial en los rubros de costos indirectos del proyecto que cotizó. El Contratante debe revisar el cumplimiento del plan de señalización definido previamente y podrá paralizar la obra cuando no cumpla fielmente lo pactado.

En caso de necesidad particular, el cartel de licitación puede establecer renglones de pago especiales para el uso de señales o dispositivos que se requieran en proyectos particularmente complejos. En estos renglones se pueden incluir algunos de los siguientes elementos:

Dispositivos	Unidad de pago
- Señal de flecha luminosa	por hora
- Barricadas de concreto	por metro lineal
- Vehículo escolta	por hora
- Marcas temporales sobre el pavimento	por metro lineal
- Amortiguadores o protectores	unidad

SECCION 636.) SISTEMAS ELECTRICOS PARA ALUMBRADO O SEÑALAMIENTO

Descripción

636.01 Este trabajo consiste en instalar, modificar o eliminar señales luminosas de tránsito, sistemas de alumbrado para carreteras o para señales, conductos de conexión y sistemas eléctricos en general.

636.02 Los sistemas utilizados en el proyecto deben cumplir con las siguientes subsecciones:

Retenedor de material de sello	712.01(g)
Material eléctrico	721.01
Material de iluminación	721.02
Selladores	712.01(a)

636.03 Regulaciones y Normas Eléctricas. El material suministrado debe ser conforme con las normas eléctricas Nacionales o, en su defecto, con las especificaciones establecidas en el contrato.

El contratista debe obtener los permisos, solicitar las inspecciones oficiales y pagar los derechos necesarios para instalar el servicio de energía eléctrica. Para conectar o desconectar cualquier sistema eléctrico o de servicio público, el contratista debe avisar y coordinar 8 días antes para efecto de programar sus labores con las compañías que administran los servicios eléctricos.

636.04 Generalidades. El contratista debe presentar en la reunión previa a la construcción, una lista de renglones de trabajo y precios correspondiente al monto cotizado por el trabajo. Esta lista sería utilizada para programar el avance de obras y el correspondiente plan de pagos.

Se debe entregar una lista de equipos y materiales a utilizar en el proyecto, por lo menos 15 días antes de su inicio. Esta lista debe incluir nombre del fabricante, tamaño y número de identificación de cada elemento. Se puede completar esta lista con planos a escala, catálogos y diagramas eléctricos que muestren todos los detalles del trabajo.

Se deben eliminar todas las estructuras y obstrucciones de acuerdo a los procedimientos de la sección 203. El contratista debe guardar y cuidar todos los materiales aceptables para ser reutilizados en la obra. Las excavaciones y rellenos se deben hacer conforme a la sección 209. El concreto se construirá conforme a la sección 601.

Cuando se instalen o reparen sistemas eléctricos en funcionamiento, se debe coordinar para no desconectarlos sin tener antes el sistema alternativo listo para funcionar, de tal modo que no se produzca congestión ni accidentes de tránsito por su desconexión.

636.05 Conducto eléctrico. Las tuberías de conductos eléctricos deben cortarse de tal forma que los cortes sean lisos. Debe colocarse un aditamento de expansión cuando la tubería cruza por una junta de expansión de la estructura donde se apoya. Las tuberías deben ser continuas entre salidas de conexión de tal modo que se use una cantidad mínima de conectores. Se debe eliminar la tubería deformada o rota del sistema. Deben mantenerse las tuberías limpias y secas y protegidas en sus extremos mediante acoples apropiados. Las cajas de acceso deben ser colocadas apropiadamente para facilitar la acción de jalar los cables eléctricos.

636.06 Periodo de prueba. Antes de conectar la energía eléctrica al sistema, se debe demostrar que el sistema conductor está libre de cortos circuitos, circuitos abiertos o contactos a tierra. Se deben reemplazar o reparar los circuitos defectuosos. Después de conectar la energía, se debe demostrar que todos los componentes funcionan correctamente. Se recomienda que el periodo de prueba de los sistemas se extienda por 30 días continuos. Si algún componente falla, se debe reemplazar y se probará por 30 días continuos en forma independiente.

636.07 Garantías e instrucciones. Al concluir la obra, el contratista debe entregar al Contratante todas las garantías de componentes, hojas de instrucción y listas de componentes en la inspección final. También se debe suministrar un plano final que contenga los cambios y detalles finales del sistema que fue construido.

636.08 Aceptación. El material de los sistemas eléctricos se evaluará conforme a las subsecciones 106.02 y 106.03. Su instalación se evaluará conforme a las subsecciones 106.02 y 106.04. La excavación y relleno se evaluarán con forme a la sección 209 y el concreto conforme a la sección 601.

Medición

636.09 La instalación y reparación de sistemas eléctricos y de iluminación se evaluará preferentemente por suma global o precio alzado. Los conductores eléctricos serán medidos por metro lineal. Las lámparas, postes y cajas de acceso serán medidas por unidad de cada tipo. Las reubicaciones de componentes serán medidas por unidad y no se tomará en cuenta las líneas adicionales para la nueva localización.

Pago

636.10 Las cantidades aceptadas y aprobadas por la inspección que hayan sido medidas conforme a la sección anterior, se pagarán según el precio unitario de la lista de rubros de pago del trabajo. El pago compensará todos los trabajos de instalación de los sistemas y se dividirá en dos partes:

- (a) Un 75 por ciento del monto global cotizado conforme el avance de la obra según la lista o tabla de pagos.
- (b) El 25 por ciento restante hasta completar el periodo de prueba de todo el sistema eléctrico construido.

SECCION 637.) SERVICIOS E INSTALACIONES PROVISIONALES DE OBRA

Descripción

637.01 Este trabajo consiste en suministrar, instalar, construir, mantener y desmontar las oficinas de obra en sitio, los laboratorios de campo y las instalaciones para vivienda para el uso exclusivo del personal de inspección por parte del Contratante.

Requerimientos para la construcción

637.02 Generalidades. Las instalaciones y servicios deben empezar a funcionar 14 días antes de iniciar labores en el proyecto y deben concluir 22 días después de la aceptación final del proyecto. Estas instalaciones serán propiedad del contratista al concluir el contrato.

El contratista debe realizar el trabajo de preparación de sitio y conexión de servicios de las instalaciones. Las edificaciones serán inspeccionadas y evaluadas para su aceptación por parte del Contratante inspector. Su ubicación debe ser cercana al proyecto y será aprobada por el Contratante inspector.

637.03 Instalaciones. Se deben suministrar instalaciones amplias, seguras, salubres y que cuenten con servicio eléctrico, de agua potable, servicio sanitario y de drenaje sanitario conforme a los códigos de construcción vigentes. Se deben proveer líneas de teléfono y equipos de cómputo, cuando el contrato los especifique.

(a) Para oficinas se deben incluir los requisitos de la tabla 637-1

(b) Para laboratorio se deben cumplir los requisitos de la tabla 637-1

Si se requiere la ejecución de ensayos en concreto hidráulico, se debe construir un tanque de curado de acuerdo con la norma AASHTO M201 con una capacidad mínima para 50 probetas cilíndricas de 150 x 300 mm. Este tanque debe localizarse en un cuarto de 14 metros cuadrados de superficie o mayor. El tanque debe tener calentador y circulador, así como una salida de drenaje y un sistema de suministro de agua.

(c) Para las instalaciones de vivienda se deben cumplir los requisitos de la tabla 637-1

Tabla 637-1
Requisitos mínimos para instalaciones y servicios de obra

Característica	Oficina de sitio	Laboratorio en obra	Viviendas
Superficie (m2)	37	28	46
Ventanas	2	2	3
Area de ventanas (m2)	2.8	1.4	5.6
Altura de cielo (m)	2.4	2.4	2.4
Aposentos	4	2	2
Area mínima de aposento (m2)	9	28	9
Aire acondicionado	sí	Sí	opcional
Lavatorio o pila	no	sí	Sí
Sistema eléctrico polarizado	Sí	Sí	no
Ducha	no	sí	Sí
Extinguidor	sí	Sí	Sí
Escritorios	Sí	Sí	No
Archivadores	Sí	Sí	No

637.04 Aceptación. Las instalaciones serán evaluadas por el inspector de obras del proyecto y conforme a las subsecciones 106.02 y 106.04

Medida

637.05 . Se mide cada oficina, cada laboratorio y cada instalación destinada a vivienda por unidad.

Pago

637.06 La cantidad aprobada y aceptada y medida conforme a la sección anterior se pagará conforme al monto cotizado en el contrato. La forma de pago será como se presenta a continuación:

- (a) Un 60% del monto al completarse satisfactoriamente cada instalación con sus servicios completos, una vez aprobado por el Contratante.
- (b) El 40% restante después de la aceptación final de la instalación o cuando ya no se requiere más.

DIVISIÓN 700

MATERIALES

DIVISIÓN 700.) MATERIALES

SECCIÓN 701.) CEMENTO HIDRÁULICO.

701.01. Cemento Portland y cemento de mampostería. El cemento fabricado debe cumplir con lo prescrito en la Tabla 701-1 como sigue:

Tabla 701-1
Tipos de Cemento

Tipo	Especificación
Cemento Portland	AASHTO M 85
Cemento hidráulico mezclado	AASHTO M 240
Cemento de mampostería	ASTM C 91

No se usará diferente tipo de cemento o marca, o cemento de diferente fábrica, sin aprobación.

Especificaciones para el cemento Portland

AASHTO

AASHTO	REFERENCIA
T 89	Finura del cemento (por turbidímetro)
T 105	Composición química del cemento
T 106	Resistencia a la compresión del mortero de cemento
T 107	Expansión del cemento en autoclave
T 127	Muestreo del cemento
T 131	Tiempo de fragua (aguja de Vicat)
T 137	Contenido de aire del mortero de cemento
T 153	Finura del cemento (permeámetro)
T 154	Tiempo de fragua (aguja de Gilmore)
T 186	Endurecimiento inicial del cemento

ASTM

C 186	Calor de hidratación del cemento
C 219	Terminología relacionada con el cemento
C 226	Incorporadores de aire en el cemento
C 452	Expansión potencial del mortero de cemento expuesto a la acción de sulfatos
C 465	Proceso de adición de aire incorporado
C 563	Determinación de la cantidad óptima de SO ₃ en el cemento

SECCIÓN 702.) LIGANTES BITUMINOSOS

702.01 Cemento asfáltico sin modificantes.

(a) Definición de cemento asfáltico sin modificantes. Material bituminoso, producto más pesado en el procesamiento de petróleo para crudos en refinerías; constituido principalmente por hidrocarburos. No contiene adiciones de naturaleza no hidrocarbonada, salvo aquellos materiales minerales propios del crudo de petróleo.

(b) Requisitos de especificación para la aceptación de cementos asfálticos sin modificantes. Alternativamente, se aplicarán las especificaciones de la Tabla 702-1, para cementos asfálticos clasificados por viscosidad absoluta a 60°C; las especificaciones de la Tabla 702-2, para cementos asfálticos clasificados por penetración a 25°C, o las especificaciones de la Tabla 702-3, para cementos asfálticos clasificados por grado de desempeño SUPERPAVE.

Corresponde al Contratante el establecer el tipo de cemento asfáltico para usar en cada Proyecto, debiendo cumplirse los correspondientes requisitos de aceptación.

Nota: Para la aceptación de un cemento asfáltico sin modificantes se requiere, además de los requisitos de la Tabla 702-1, Tabla 702-2 o Tabla 702-3, según su método de clasificación, la obtención de:

- (a) Gravedad específica a 25°C
- (b) Viscosidad cinemática a 125°C
- (c) Viscosidad cinemática a 145°C

(c) Requisitos de especificación para la uniformidad de cementos asfálticos sin modificantes. Serán definidos por el Contratante, en los casos en que el pago del cemento asfáltico no modificado sea en términos de unidades.

Tabla 702-1
Especificaciones de aceptación para cementos asfálticos clasificados por viscosidad absoluta

Prueba de aceptación (2)	Condición envejecimiento	Tipo de cemento asfáltico (1)					
		AC-2.5	AC-5	AC-10	AC-20	AC-30	AC-40
Viscosidad absoluta a 60°C (Poise)	Original	200-300	400-500	800-1200	1600-2400	2400-3600	3200-4800
Viscosidad cinemática a 135°C (máximo, cStoke)	Original	3000 máx.	3000 máx.	3000 máx.	3000 máx.	3000 máx.	3000 máx.
Viscosidad cinemática a 135°C (mínimo, cStoke)	Original	125 mín.	175 mín.	250 mín.	300 mín.	350 mín.	400 mín.
Penetración a 25°C (1/100 cm)	Original	220 mín.	140 mín.	80 mín.	60 mín.	50 mín.	40 mín.
Punto de encendido en copa abierta Cleveland (°C)	Original	163 mín.	177 mín.	232 mín.	232 mín.	232 mín.	232 mín.
Solubilidad en tricloroetileno (%)	Original	99.0 mín	99.0 mín	99.0 mín	99.0 mín	99.0 mín	99.0 mín
Índice de susceptibilidad térmica VTS (3)	Original	3.90 máx.	3.90 máx.	3.90 máx.	3.90 máx.	3.90 máx.	3.90 máx.
Pérdida de peso por calentamiento en el horno de película delgada RTFO (%)	Original	-	1.0 máx.	1.0 máx.	1.0 máx.	1.0 máx.	1.0 máx.
Viscosidad absoluta a 60°C (Poise)	Residuo RTFO	1200 máx.	2000 máx.	4800 máx.	9600 máx.	14400 máx.	19200 máx.
Ductilidad a 25°C (cm)	Residuo RTFO	100 mín.	100 mín.	75 mín.	50 mín.	40 mín.	25 mín.

Pruebas opcionales de aceptación (4)	Condición envejecimiento	Tipo de cemento asfáltico (1)					
		AC-2.5	AC-5	AC-10	AC-20	AC-30	AC-40
Índice de inestabilidad coloidal (5)	Original	0.6 máx.	0.6 máx.	0.6 máx.	0.6 máx.	0.6 máx.	0.6 máx.
Porcentaje de ceras (%)	Original	3.0 máx.	3.0 máx.	3.0 máx.	3.0 máx.	3.0 máx.	3.0 máx.
Razón de viscosidades (6)	Residuo RTFO	4.0 mín.	4.0 mín.	4.0 mín.	4.0 mín.	4.0 mín.	4.0 mín.

Notas:

- (1) Criterio de clasificación.
- (2) Ensayo de acuerdo con la normativa definida en la Subsección 702.01(d).
- (3) $VTS = 11.3358 * [\log [\log (\text{viscosidad absoluta a } 60^{\circ}\text{C (cPoise)})] - \log [\log (\text{viscosidad absoluta a } 135^{\circ}\text{C (cPoise)})]]$
- (4) Requisitos de aceptación cuya aplicación en un Proyecto particular es definida por el Contratante.
- (5) Índice de inestabilidad coloidal = $[\text{asfaltenos (\%)} + \text{saturados (\%)}] / [\text{resinas (\%)} + \text{aromáticos (\%)}]$
- (6) Razón de viscosidades = $[\text{viscosidad absoluta a } 60^{\circ}\text{C para residuo RTFO (Poise)}] / [\text{viscosidad absoluta a } 60^{\circ}\text{C para asfalto original (Poise)}]$

Tabla 702-2
Especificaciones de aceptación para cementos asfálticos clasificados por penetración

Prueba de aceptación (2)	Condición envejecimiento	Tipo de cemento asfáltico (1)				
		40-50	60-70	85-100	120-150	200-300
Viscosidad cinemática a 135°C (máximo, cStoke)	Original	3000 máx.	3000 máx.	3000 máx.	3000 máx.	3000 máx.
Ductilidad a 25°C (cm)	Original	100 mín.	100 mín.	100 mín.	100 mín.	-
Penetración a 25°C (1/100 cm)	Original	40-50	60-70	85-100	120-150	200-300
Punto de encendido en copa abierta Cleveland (°C)	Original	232 mín.	232 mín.	232 mín.	232 mín.	177 mín.
Solubilidad en tricloroetileno (%)	Original	99.0 mín.	99.0 mín.	99.0 mín.	99.0 mín.	99.0 mín.
Índice de susceptibilidad térmica VTS (3)	Original	3.90 máx.	3.90 máx.	3.90 máx.	3.90 máx.	3.90 máx.
Pérdida de peso por calentamiento en el horno de película delgada RTFO (%)	Original	1.0 máx.	1.0 máx.	1.0 máx.	1.0 máx.	1.0 máx.
Penetración residual (%) (4)	Residuo RTFO	58 mín.	54 mín.	50 mín.	46 mín.	40 mín.
Ductilidad a 25°C (cm)	Residuo RTFO	-	50 mín.	75 mín.	100 mín.	100 mín.

Pruebas opcionales de aceptación (5)	Condición envejecimiento	Tipo de cemento asfáltico (1)				
Índice de inestabilidad coloidal (6)	Original	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
Porcentaje de ceras	Original	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
Razón de viscosidades (7)	Residuo RTFO	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0

Notas:

- (1) Criterio de clasificación.
- (2) Ensayo de acuerdo con la normativa definida en la Subsección 702.01(d).
- (3) $VTS = 11.3358 * [\log [\log (\text{viscosidad absoluta a } 60^{\circ}\text{C (cPoise)})] - \log [\log (\text{viscosidad absoluta a } 135^{\circ}\text{C (cPoise)})]]$
- (4) $\text{Penetración residual (\%)} = [\text{penetración a } 25^{\circ}\text{C para residuo TFO (Poise)}] / [\text{penetración a } 25^{\circ}\text{C para asfalto original (Poise)}]$
- (5) Requisitos de aceptación cuya aplicación en un Proyecto particular es definida por el contratante.
- (6) $\text{Índice de inestabilidad coloidal} = [\text{asfaltenos (\%)} + \text{saturados (\%)}] / [\text{resinas (\%)} + \text{aromáticos (\%)}]$
- (7) $\text{Razón de viscosidades} = [\text{viscosidad absoluta a } 60^{\circ}\text{C para residuo RTFO (Poise)}] / [\text{viscosidad absoluta a } 60^{\circ}\text{C para asfalto original (Poise)}]$

Tabla 702-3
Especificaciones de aceptación para cementos asfálticos clasificados por grado de desempeño.

Criterio de definición para límite superior de clasificación por grado de desempeño	Límite superior de clasificación por grado de desempeño (°C) (1)						
Temperatura más alta para la cual $G^*/\text{sen}(\delta)$ es superior o igual a 1.0 kPa, para el asfalto original, y para la cual $G^*/\text{sen}(\delta)$ es superior o igual a 2.2 kPa, en ensayo de caracterización reológica con el reómetro dinámico de cortante (DSR), en el asfalto original.	46	52	58	64	70	76	82
Criterio de definición para límite inferior de clasificación por grado de desempeño (3)	Límite inferior de clasificación por grado de desempeño (°C) (2)						
	-40	-34	-28	-22	-16	-10	-4
Temperatura más baja para la cual $S(60\text{ s})$ es inferior o igual a 300 MPa y $m(60\text{ s})$ es superior o igual a 0.30, en el ensayo reológico de vigas a flexión, para el asfalto envejecido en el horno de película delgada vertical (RTFO) y en el dispositivo de envejecimiento a presión (PAV), simultáneamente; alternativamente, será la temperatura más baja para la cual $S(60\text{ s})$ es inferior o igual a 600 MPa, $m(60\text{ s})$ es superior o igual a 0.30 y el porcentaje de elongación en la prueba de tensión directa es igual o superior a 1.0 % en el momento de ruptura.	-30	-24	-18	-12	-6	0	4

- (1) Debe superar al menos al 98 % de la magnitudes de temperatura máxima anual en el pavimento, estimadas como las siete temperaturas máximas diarias a una profundidad de 2.0 cm bajo la superficie del pavimento, más la modificación por magnitud y velocidad de carga definida en la Tabla 702-4. Debe usarse una distribución de frecuencia normal, al menos con una base histórica de 20 años. Alternativamente, puede ser definido por el Contratante.
- (2) Debe ser superada al menos por el 98 % de las magnitudes de temperatura mínima anual. Debe usar una distribución de frecuencia normal, al menos con una base histórica de 20 años. Alternativamente, puede ser definido por el Contratante.
- (3) Criterio de clasificación opcional. Su aplicación obedecerá a la decisión expresa del Contratante.

Tabla 702-3 (continuación)
Especificaciones de aceptación para cementos asfálticos clasificados por grado de desempeño

Criterio de definición para temperatura intermedia de desempeño	Temperatura intermedia de desempeño (°C) (4)					
Temperatura más baja para la cual $G^* \sin(\delta)$ es inferior o igual a 5.0 MPa, en ensayo de caracterización reológico con el reómetro dinámico de cortante (DSR), en el asfalto envejecido en el horno de película delgada vertical (RTFP) y en el dispositivo de envejecimiento a presión (PAV), simultáneamente.	10	13	16	19	22	25
<i>Requisitos de calidad</i>	<i>Magnitud</i>					
Punto de encendido en copa abierta de Cleveland (°C)	230 mín.					
Viscosidad rotacional a 135°C (cPoise)	3000 máx.					
Pérdida de peso por calentamiento en el horno de película delgada RTFO (%)	1.0 máx.					

(4) Debe ser inferior o igual al requisito mínimo de temperatura intermedia de desempeño, que será definido por el Contratante.

Tabla 702-4

Incremento en límite superior de clasificación por grado de desempeño requerido por Proyecto, a partir de volumen de carga de diseño del pavimento y velocidad de carga.

	Tránsito a velocidad sobre 60 kph	Intersecciones, aproximaciones a puentes y túneles, y subidas con pendiente entre 5.0 % y 10.0 %.	Estacionamientos y subidas con pendiente de más de 10.0 %
Ejes simples equivalentes de diseño bajo 10 millones	+ 0°C	+ 6°C	+ 12°C
Ejes simples equivalentes de diseño sobre 10 millones	+ 6°C	+ 12°C	+ 12°C (5)
Ejes simples equivalentes de diseño sobre 30 millones	+ 12°C	+ 12°C (5)	+ 12°C (5)

(5) Su aplicación para la producción de mezcla asfáltica queda sujeta al cumplimiento de los requisitos de resistencia a la deformación permanente que el Contratante defina.

(d) Criterios de pago. Serán definidos por el Contratante, en los casos en que el pago del cemento asfáltico no modificado sea en términos unitarios.

El pago por el cemento asfáltico, en los casos donde no sea incorporado como parte de un reglón de pago compuesto (caso de mezcla asfáltica), se hará por tonelada métrica o metro cúbico, según criterio del Contratante para cada Proyecto en particular.

702.02 Cemento asfáltico modificado. Se entiende como cemento asfáltico modificado aquel cemento asfáltico de acuerdo con la Subsección 702.01, que es combinado con cualquier tipo de modificante aprobado por el Contratante (se excluyen los aditivos mejoradores de adherencia), para determinar un cemento asfáltico con propiedades diferentes a las del cemento asfáltico no modificado que le dio origen. El cemento asfáltico modificado se usará en aplicaciones de mezclado en planta central en caliente o a juicio del Contratante, como materia prima base en la fabricación de emulsión asfáltica o asfalto rebajado.

El Contratante definirá las características de aceptación correspondientes al cemento asfáltico modificado, de conformidad con las especificaciones de la Subsección 702.01.

El Contratante definirá, a su vez, la política de control de uniformidad para el cemento asfáltico modificado, en cuanto a las propiedades que estime oportuno monitorear.

702.03 Emulsión asfáltica. Se entiende como emulsión asfáltica a la dilución en agua de un cemento asfáltico, a partir del uso de agentes emulsificantes, de conformidad con los requisitos de AASHTO que se describen en (a), (b) y (c).

Se aplicarán a la temperatura definida en la Subsección 702.05.

Cuando se utilicen en riegos de imprimación, se podrá usar una emulsión asfáltica aniónica en vez de una emulsión asfáltica catiónica, siempre que correspondan al mismo grado; igualmente, es factible la sustitución de una emulsión asfáltica aniónica en vez de una emulsión asfáltica catiónica, bajo las mismas condiciones de grado.

El cumplimiento del requisito normado para el ensayo de tamizado en la malla No. 20 no es requerido para riegos de imprimación.

(a) Emulsión asfáltica aniónica. De conformidad con AASHTO M 140. Para los grados RS-1h y RS-2h, se deberán cumplir los mismos requisitos para los grados RS-1 y RS-2, excepto que el asfalto residual (producto del ensayo de destilación) deberá presentar una penetración a 25°C (AASHTO T 49) de 0.40 a 1.00 centímetros.

(b) Emulsión asfáltica catiónica. De conformidad con AASHTO M 208. Para los grados CRS-1h y CRS-2h, se deberán cumplir los mismos requisitos para los grados CRS-1 y CRS-2, excepto que el asfalto residual (producto del ensayo de destilación) deberá presentar una penetración a 25°C (AASHTO T 49) de 0.40 a 1.00 centímetros.

(c) Emulsión asfáltica de rotura acelerada. De conformidad con los siguientes requisitos:

(1)	Viscosidad Saybolt Furol a 25°C	AASHTO T 59	20 a 100 s F
(2)	Residuo por destilación	AASHTO T 59	57 % mín.
(3)	Ensayo de tamizado por malla No. 20	AASHTO T 59	0.10 % máx.
(4)	Pruebas en el asfalto residual producto del ensayo de destilación		
	(a) Penetración a 25°C, 100 g, 5 s	AASHTO T 49	0.40 a 1.00 cm
	(b) Solubilidad en tricloroetileno	AASHTO T 44	97.5 % mín.
	(c) Ductilidad a 25°C, 50 min / min	AASHTO T 51	40 mm

702.04 Asfalto rebajado. Se entiende como asfalto rebajado a la dilución de cemento asfáltico en un material hidrocarburo de menor peso específico. Deberá cumplirse con los requisitos de conformidad que se describen a continuación. El uso de asfaltos rebajados deberá ser aprobado y monitoreado por la autoridad ambientalista local.

(a) Cura rápida. Según AASHTO M 81.

(b) Cura media. Según AASHTO M 82.

Se aplicarán a la temperatura definida en la Subsección 702.05.

702.05 Temperaturas de aplicación. La aplicación de cementos asfálticos de conformidad con las Subsecciones 702.01, 702.03 y 702.04 será de conformidad con la Tabla 702-5.

La aplicación de cementos asfálticos modificados, de acuerdo con la Subsección 702.02, será de acuerdo con la recomendación del fabricante, previo reporte hacia el Contratante.

**Tabla 702-5
Temperaturas de aplicación – rangos en grados centígrados (°C)**

Tipo y grado de cemento asfáltico	Rangos de temperatura para la aplicación del cemento asfáltico	
	Temperaturas de aplicación (aspersión)	Temperaturas de mezclado (1)
Asfaltos rebajados		
MC-30	30 a (2)	x
RC o MC-70	50 a (2)	x
RC o MC-250	75 a (2)	60 a 80 (3)
RC o MC-800	95 a (2)	75 a 100 (3)
RC o MC-3000	110 a (2)	80 a 115 (3)
Emulsión asfáltica		
RS-1	20 – 60	x
RS-2	50 – 85	x
MS-1	20 – 70	20 – 70
MS-2, 2h	x	20 – 70
HFMS-1, 2, 2h, 2s	20 – 70	10 – 70
SS-1, 1h	20 – 70 (4)	20 - 70
CSS-1, 1h	20 – 70 (4)	20 – 70
CRS-1	50 – 85	x
CRS-2	60 – 85	x
CMS-2, 2h	40 – 70	50 - 60
Cemento asfáltico no modificado		
Todos los grados	180 máx.	180 máx.

- (1) Temperatura de la mezcla asfáltica en la descarga.
- (2) Temperatura máxima a la cual no ocurran emisiones de vapor.
- (3) No aplican en caso de que se exceda el punto de chispa.
- (4) Para sellos asfálticos y riegos de imprimación.

702.06 Materiales impermeabilizantes.

- (a) Imprimador.** De conformidad con ASTM D 41.
- (b) Asfalto.** Para recubrimiento, de conformidad con ASTM D 449, tipo III.
- (c) Telas impermeabilizantes.** Saturadas con asfalto, de conformidad con ASTM D 173.
- (d) Mortero.** De conformidad con la Subsección 712.05, excepto que deberá mezclar, uniformemente, el mortero, hasta lograr una consistencia aceptable para su aplicación, usando proporciones volumétricas de una parte de cemento Portland a 3 partes de agregado fino.
- (e) Encofrados de madera recubiertos con asfalto.** De conformidad con ASTM D 517 y los siguientes requisitos:
 - (1) Espesor.** 32 milímetros.
 - (2) Ancho.** 225 +/- 75 milímetros. Se usará solamente un ancho para una estructura dada, excepto en las aproximaciones a fronteras.
 - (3) Longitud.** 1 a 2.5 metros. Se usará la longitud que permita el tendido eficiente en la superficie a recubrir.
- (f) Rollos de materiales bituminosos para techos.** De conformidad con ASTM D 224, tipo III.

702.07 Agentes de reciclado. De conformidad con ASTM D 4552, o cualquier producto derivado del petróleo, aprobado por el Contratante, que sea capaz de restaurar cementos asfálticos envejecidos, para cumplir con las especificaciones requeridas.

702.08 Mastique asfáltico. De conformidad con AASHTO M 243.

702.09 Aditivos mejoradores de adherencia. De conformidad con los siguientes tipos:

- (a) Tipo 1.** Producto comercial de alta estabilidad al calentamiento, en estado líquido, que cuando es incorporado en el cemento asfáltico determina las propiedades químicas y físicas apropiadas para minimizar la separación del cemento asfáltico y el agregado en la mezcla.

(b) Tipo 2. Cemento Portland, de conformidad con la Subsección 701.01, o ceniza finas, de conformidad con la Subsección 725.04.

(c) Tipo 3. Cal, de conformidad con la Subsección 725.03.

702.10 Procedimiento de evaluación para cementos asfálticos. Se aplicarán los requisitos de la Subsección 106.04, sujeto a lo siguiente:

(a) Contenedor para transporte. Antes de llenar el tanque o recipiente contenedor, se examinará, y removerán todos los remanentes de cargas anteriores que puedan contaminar el cemento asfáltico.

(b) Boleta de embarque. Con cada cargamento se adjuntarán dos copias de la boleta de embarque, con la siguiente información:

- (1) Remitente.
- (2) Destinatario.
- (3) Identificación de Proyecto.
- (4) Grado.
- (5) Volumen neto.
- (6) Peso neto.
- (7) Tipo y cantidad de aditivo mejorador de adherencia.
- (8) Número de identificación (camión, tanque, etc.).
- (9) Fecha.
- (10) Temperatura de carga.
- (11) Gravedad específica a 15°C.

(c) Procedimientos de muestreo. Se obtendrán muestras de cemento asfáltico de conformidad con AASHTO T 40, en los sitios de muestreo descritos a continuación que sean pertinentes:

(1) Cemento asfáltico de aplicación directa en obra. Se tomarán muestras de cada contenedor para transporte en el momento de la descarga en distribuidores u otros sistemas de conducción, en el Proyecto.

(2) Cemento asfáltico descargado directamente en tanques de plantas. Se tomarán muestras de la línea de conducción entre el contenedor y el tanque receptor. Se tomarán muestras después de un período de circulación apropiado para obtener muestras representativas del material almacenado en el tanque.

702.11 Mezcla asfáltica preparada en frío. Se mezclará piedra triturada o grava, con asfalto rebajado o emulsión asfáltica, en una planta aprobada por el Contratante. De conformidad con los requisitos de especificación para granulometría del agregado, tipo y grado del cemento asfáltico y criterios de uniformidad, que el Contratista defina.

SECCIÓN 703.) AGREGADOS

Agregados para concreto de cemento Portland

703.01 Agregado fino. Deberá cumplir con los requisitos especificados en AASHTO M-6, agregado fino para concreto de cemento Portland.

Las partículas que conformen el agregado fino deberán ser limpias, duras, resistentes, sanas, estables, libres de películas superficiales, de raíces y de restos vegetales. No contendrán otras sustancias nocivas que pudiesen perjudicar al concreto o a las armaduras.

La cantidad de sales solubles aportada al concreto por el agregado fino, no deberá incrementar el contenido de sulfatos y cloruros del agua de mezcla mas allá de los límites establecidos, considerando también las sales solubles del agregado grueso y los aditivos.

El agregado fino podrá estar constituido por arena natural o por una mezcla de arena natural y arena de trituración, en proporciones tales que permitan al concreto reunir las características y propiedades especificadas. El porcentaje de arena de trituración no podrá ser > 30% del total de agregado fino.

Las exigencias granulométricas para el agregado fino se indican a continuación:

Tabla 703-1
Granulometría para agregado fino

Malla No. Mallas estándar	% Pasando (AASHTO T 11 y T 27)
9.5 mm	100
No. 4	95-100
No. 8	80-100
No. 16	50-85
No.30	25-60
No.50	10-30
No. 100	2-10

- (a) El módulo de finura (MF) debe esta comprendido entre 2,3 y 3 1.
- (b) El material que pasa la malla de 75 μ m, AASHTO T 11, debe ser de 3% como máximo.
- (c) Su durabilidad (5 ciclos) debe arrojar un porcentaje de pérdida de 10% máximo, cuando se usa SO_4Na_2 y de 15% máximo cuando se usa SO_4Mg . El equivalente de arena, AASHTO T 175, deberá ser mínimo de 75%.

Las cantidades de las siguientes sustancias deletéreas o perjudiciales, no excederán los límites que se indican a continuación (expresadas en % en peso de la muestra):

Tabla 703-2
Cantidades de sustancias deletéreas o perjudiciales permisibles en el agregado fino

	Clase A % en peso	Clase B % en peso
Partículas desmenuzables y terrones de arcilla	≤ 3%	≤ 3%
Carbón y lignito	≤ 0.25%	≤ 1%
Finos que pasan la malla no. 200:		
▪ En concreto sujeto a abrasión	≤2.0%	≤ 4.0%
▪ En otras clases de concreto	≤3.0%	≤ 5.0%
▪ Otras sustancias perjudiciales	≤1.0%	≤ 1.0%

703.02 Agregado grueso. Deberá cumplir con los requisitos especificados en AASHTO M-80, Agregado grueso para concreto de cemento Portland.

Las partículas que lo constituyen serán duras, limpias, resistentes, estables, libres de películas superficiales, de raíces y de restos vegetales y no contendrán cantidades excesivas de partículas que tengan forma de laja o de aguja. La cantidad de sales solubles aportada por el agregado grueso al concreto, no debe sobrepasar los límites establecidos, considerando también las sales solubles del agregado fino y aditivos, pero no el agua de mezcla.

El agregado grueso podrá estar constituido por grava (canto rodado), grava partida, roca triturada, o por mezcla de dichos materiales en proporciones tales que satisfagan las exigencias especificadas.

Las exigencias granulométricas para el agregado grueso se indican en la Tabla I de la especificación AASHTO M 43. En el caso de tamaños nominales que excedan de 38 mm (1^{1/2}"), el agregado grueso estará constituido por una mezcla de dos fracciones y sólo se permitirá una fracción cuando el tamaño máximo nominal no supere 38 mm. Como criterio general, se debe tener una curva granulométrica que, con la mayor cantidad de partículas gruesas, registre un mínimo contenido de vacíos.

Su durabilidad debe arrojar un porcentaje de pérdida máxima de 12%, cuando se usa SO_4Na_2 y de 18%, si se usa SO_4Mg (en ambos casos 5 ciclos).

Las cantidades de las siguientes sustancias deletéreas o perjudiciales no excederán los límites (expresados en % en peso de la muestra), que se indican a continuación en la Tabla 703-3.

Tabla 703-3
Cantidades de sustancias deletéreas o perjudiciales permisibles en el agregado grueso

Clase	Partículas desmenuzables y terrones de arcilla	Carbón y Lignito	Finos que pasan la malla No. 200	Desgaste Los Angeles
A	2%	0.5%	1%	50%
B	3%	0.5%	1%	50%
C	5.0%	0.5%	1%	50%
D	5.0%	0.5%	1%	50%
E	10%	1%	1%	50%

Las clases A,B,C,D y E corresponden a los siguientes usos típicos:

Usos	Exposición a la intemperie	Clase
Concreto arquitectónico, puentes, otros usos en que irregularidades debidas al deterioro son objetables	Severas	A
	Moderadas	B
	Despreciables	C
Pavimento de concreto, capas de base, veredas, etc, en que irregularidades moderadas pueden tolerarse	Severas	B
	Moderadas	C
	Despreciables	D
Concreto recubierto no expuesto a la intemperie		E

Tabla 703-4
Especificaciones AASHTO y ASTM para agregados finos y gruesos

	No.	Referencia
AASHTO	M 6	Especificaciones para agregados finos para usar en concreto de cemento Portland
	M 80	Especificaciones para agregados gruesos para usar en concreto de cemento Portland
	T 2	Muestreo de materiales
	T 11	Determinación del No. 200
	T 21	Impurezas orgánicas en el agregado fino
	T 27	Análisis granulométrico de agregados finos y gruesos
	T 71	Efecto de las impurezas orgánicas de los agregados finos en la resistencia del mortero
	T 103	Durabilidad de los agregados frente al congelamiento y deshielo
	T 104	Durabilidad de los agregados ante la acción de SO ₄ Na ₂ o SO ₄ Mg.
	T 112	Partículas desmenuzables y terrones de arcilla en el agregado
	T 113	Partículas livianas en el agregado
AASHTO	T 161	Resistencia del concreto a congelamiento y deshielo rápidos
	T 19	Peso unitario y vacíos de los agregados
	T 96	Resistencia a la abrasión (Desgaste Los Angeles)
ASTM	C 227	Potencial Reacción Alcalina de la combinación cemento – agregado
	C 33	Especificaciones para agregados finos a usar en concreto de cemento Portland

703.03 Agregado para relleno granular. Se usarán para las siguientes instalaciones:

(a) Tubería para subdrenajes con geotextiles. El relleno granular debe usarse conforme a las especificaciones AASHTO M 80, clase E y AASHTO M 43, No. 3,4,5,7,57 ó 67.

(b) Tuberías para subdrenajes sin geotextiles. El relleno granular debe usarse conforme a las especificaciones AASHTO M6, excepto que la prueba de disgregabilidad (sanidad) no sea requerida.

703.04 Agregado para relleno permeable. Debe usarse la arena conforme a la Subsección 703.15, o agregado grueso que consista en partículas de grava, duras, durables, escorias, o piedra quebrada, conforme a la Tabla 703-5.

**Tabla 703-5
Granulometría para rellenos permeables**

Malla	Porcentaje pasando/peso Mallas estándar AASHTO T 11 y T 27
75 mm	100
19 mm	50 – 90
4.75 mm	20 – 50
75 µm	0 – 2

703.05 Agregado para capas de sub-base, base y superficiales.

(a) General. Las partículas que constituyan estos agregados deben ser duras, limpias, resistentes, estables, libres de películas superficiales, de raíces, de restos vegetales y no contendrán partículas que tengan forma de laja o de aguja, piedra quebrada, escoria quebrada o grava quebrada.

Deben cumplir con los requerimientos siguientes:

- | | |
|---|----------|
| (1) Abrasión de los Angeles, AASHTO T 96 | 50% max. |
| (2) Disgregabilidad (sanidad) en sulfato de sodio, pérdida después de 5 ciclos, AASHTO T-104 | 12% max. |
| (3) Índice de durabilidad (grueso), AASHTO T- 210 | 35 min |
| (4) Índice de durabilidad (fino) | 35 min |
| (5) Caras fracturadas, FLH T 507 | 50% min |
| (6) Libre de materia orgánica, grumos o arcillas | |

No se usará material en que exista la alternativa de congelamiento y deshielo o humedecimiento y secado.

La granulometría de los agregados se obtendrá quebrando, cerniendo y mezclando si es necesario. El agregado fino, material que pasa la malla

4.75 mm, consiste en arena natural o quebrada, y partículas minerales finas.

(b) Agregado para sub-base o base. En adición al punto “a”; debe cumplir con los requerimientos siguientes:

- | | |
|---------------------------------|-------------|
| (1) Granulometría | Tabla 703-6 |
| (2) Límite líquido, ASSHTO T 89 | 25 max |

(c) Agregado para capas superficiales. En adición al punto “a”; deben cumplir con los requerimientos siguientes:

- | | |
|--|-------------|
| (1) Granulometría e índice de plasticidad, AASHTO T 90 | Tabla 703-7 |
| (2) Límite líquido, AASHTO T 89 | 35 máx |

No se usarán materiales que contengan fibras de asbesto.

**Tabla 703-6
Granulometría para sub-base y base**

Abertura de la malla	Porcentaje por peso pasando la malla cuadrada				
	AASHTO T 27 y AASHTO T 11				
	Requerimientos de Granulometría				
	A (Sub-base)	B (Sub-base)	C (Base)	D (Base)	E (Base)
63 mm	100				
50 mm	97 – 100	100	100		
37.5 mm		97 – 100	97 – 100	100	
25 mm	65 – 79 (6)			97 – 100	100
19 mm			67 – 81 (6)		97 – 100
12.5 mm	45 – 59 (7)				
9.5 mm				56 – 70 (7)	67 – 79 (6)
4.75 mm	28 – 42 (6)	40 – 60 (8)	33 – 47 (6)	39 – 53 (6)	47 – 59 (7)
425 μ m	9 – 17 (4)		10 – 19 (4)	12 – 21 (4)	12 – 21 (4)
75 μ m	4 – 8 (3)	0 – 12 (4)	4 – 8 (3)	4 – 8 (3)	4 – 8 (3)

() Desviación (\pm) permisible

Tabla 703-7
Rangos de valores para capas superficiales
Granulometría y plasticidad

Malla	Porcentaje pasando /peso	% Desviación Permisible
25 mm	100 ⁽¹⁾	-
19 mm	97-100 ⁽¹⁾	-
4.75 mm	41-71	±7
425 µm	12-28	±5
75 µm	9-16	± 4
Indice plasticidad	8	± 4

(1) El procedimiento estático no se aplica.

703.06. Agregado triturado. Las partículas que lo constituyen serán duras, durables, resistentes, estables, provenientes de fragmentos de piedra triturada o grava triturada, con un tamaño máximo de 25 milímetros, determinado por AASHTO T 27 y T 11. Deben obtenerse de piedra triturada, uniformemente graduada de grueso a fino, libre de materia orgánica, grumos, arcillas y materias deletéreas.

703.07 Agregado para concreto asfáltico en caliente

(a) Agregados gruesos. (Retenidos en la malla de 4.75 milímetros). Este material debe consistir en piedra o grava de buena calidad trituradas y mezcladas de manera que el producto obtenido corresponda a uno de los tipos de granulometría aquí estipulados y llene además los requisitos siguientes:

- | | |
|---|---------|
| (1) Abrasión de los Angeles, AASHTO T 96 | 40% máx |
| (2) Disgregabilidad (sanidad)
en sulfato de sodio (5 ciclos), AASHTO T 104 | 12% máx |
| (3) Caras fracturadas, FLH T 507 | 75% min |
| (4) Indice durabilidad (agregado grueso) | |
| (5) AASHTO T 210 | 35 min |

No deben usarse agregados con caras pulidas o agregados que contengan carbonato soluble. El residuo insoluble debe ser menor del 25%, de acuerdo a ASTM D 3042.

(b) Agregado fino. (Pasando la malla 4.75 milímetros). Este material está formado por arenas naturales, arena de piedra quebrada cernida, o su combinación y deberá tener una granulometría que, al combinarse con otras fracciones en la proporción adecuada, la mezcla resultante pueda satisfacer la granulometría requerida AASHTO M 29 incluyendo la pérdida en sulfato, y que llene además los requisitos siguientes:

- | | |
|--|----------|
| (1) Índice de durabilidad (fino), AASHTO T 210 | 40% máx |
| (2) Equivalente arena, AASHTO T 176 | 45 % min |

Tabla 703-8
Rangos requeridos
Granulometría de agregados para concreto asfáltico en caliente

Malla mm	Porcentaje por peso que pasa la malla estándar (AASHTO T 27 y AASHTO T 11)					
	Designación de la Granulometría					
	A	B	C	D	E	F
37.5	100	-	-	-	-	-
25	97-100	100	100	-	-	-
19	-	97-100	97-100	100	100	-
12.5	-	76-88(±5)	*(±5)	97-100	97-100	-
9.5	53-70(±6)	-	*(±6)	-	*(±5)	100
4.75	40-52(±6)	49-59(±7)	*(±7)	57-69(±6)	*(±6)	33-47(±6)
2.36	25-39(±4)	36-45(±5)	*(±5)	41-49(±6)	*(±6)	7-13(±4)
600 µm	12-22(±4)	20-28(±4)	*(±4)	22-30(±4)	*(±4)	-
300 µm	8-16(±3)	13-21(±3)	*(±3)	13-21(±3)	*(±3)	-
75 µm	3-8(±2)	3-7(±2)	3-8(±2)	3-8(±2)	3-8(±2)	2-4(±2)

Notas: El Contratante especifica el valor del rango y límites
() Desviación permisible

(b) Granulometría de agregados mezclados. Consiste en la combinación de diferentes tamaños de agregado, que debe llenar los requisitos siguientes:

- | | |
|---|-------------|
| (1) Granulometría | Tabla 703-8 |
| (2) Grumos de arcilla y partículas friables, AASHTO T 112 | 1% máx |
| (3) Libre de materiales vegetales, basura, terrones de arcilla y sustancia deletéreas | |

(c) Agregados livianos (escorias). Escoria triturada que debe cumplir con los parámetros de calidad requeridos en AASHTO M 195. No se usará ningún otro tipo de agregado liviano como se define en AASHTO M 195.

703.08. Agregado de granulometría abierta para capas friccionantes. Deben cumplir con lo especificado en la Subsección 703.07 granulometría F, y los siguientes requerimientos:

(a) Dos o más caras fracturadas, FLHT 506	75% min
(b) Una o más caras fracturadas, FLHT 506	90% min
(c) Índice de fractura, FLHT 508	30 máx

703.09. Agregado para pavimentos con emulsión asfáltica

(a) Agregado grueso. Este material consiste en piedra o grava de buena calidad, triturados y mezclados de manera que el producto obtenido cumpla con los requisitos siguientes:

(1) Abrasión de los Angeles, (AASHTO – T 96)	40% máx
(2) Pérdida por disgregabilidad (sanidad) en sulfato de sodio (ácidos), AASHTO T 104	12% máx
(3) Caras fracturadas, FLH T 50T	75% min
(4) Índice de durabilidad (grueso), AASHTO T 210	35 min

No deben usarse agregados con caras pulidas o que contengan carbonato soluble. El residuo insoluble debe ser menor del 25% por peso, de acuerdo a ASTM D 3042.

(b) Agregado fino. Este material está formado por arenas naturales, arena de piedra quebrada cernida o su combinación, de acuerdo con la especificación AASHTO M 29, incluyendo la pérdida en sulfato. Debe llenar además, los requisitos siguientes:

(1) Índice de durabilidad (fino), AASHTO T 210	35 min
(2) Equivalente de arena, AASHTO T 176	35 min

(c) Granulometría de agregados mezclados. Consiste en la combinación de diferentes tamaños de agregados que deben llenar los requisitos siguientes:

- | | |
|--|--------------|
| (1) Mezcla de granulometría densa | Tabla 703-9 |
| (2) Mezcla de granulometría abierta | Tabla 703-10 |
| (3) Grumos de arcilla y partículas friables, AASHTO T 112 | 1% máx |
| (4) Libre de materiales vegetales, basura, terrones de arcilla o sustancias deletéreas | |

Tabla 703-9
Rangos requeridos
Granulometría densa para pavimentos con emulsión asfáltica

Malla	Porcentaje por peso pasando la malla estándar (AASHTO T 27 Y AASHTO T 11)				
	Designación de la Granulometría				
	A	B	C	D	E
50 mm	100				
37.5 mm	95 – 100	100			
25 mm	-	95 – 100	100		
19 mm	60 – 80 (7)	-	95 – 100	100	
12.5 mm	-	60 – 80 (7)	-	95 – 100	100
9.5 mm	-	-	60 – 80 (7)	-	95 – 100
4.75 mm	20 – 55 (7)	25 – 60 (7)	35 – 65 (7)	45 – 70 (7)	60 – 80 (7)
2.36 mm	10 – 40 (6)	15 – 45 (6)	20 – 50 (6)	25 – 55 (6)	35 – 65 (6)
300 μm	2 – 16 (4)	3 – 18 (4)	3 – 20 (4)	5 – 20 (4)	6 – 25 (4)
75 μm	0 – 5 (3)	1 – 7 (3)	2 – 8 (3)	2 – 9 (3)	2 – 10 (3)

() Desviación permisible (±)

Tabla 703-10
Rangos requeridos
Granulometría abierta para pavimentos con emulsión asfáltica

Malla	Porcentaje por peso pasando la malla estándar (AASHTO T 27 Y AASHTO T 11)			
	Designación de la Granulometría			
	A	B	C	D
37.5 mm	100			
25 mm	95 – 100	100		
19 mm	-	95 – 100	100	
12.5 mm	25 – 65 (7)	-	95 – 100	
9.5 mm	-	20 – 55 (7)	35 – 40 (7)	85 – 100 (7)
4.25 mm	0 – 10 (5)	0 – 10 (5)	-	-
2.36 mm	0 – 5 (3)	0 – 5 (3)	3 – 7 (3)	-
1.18 mm	-	-	-	0 – 5 (3)
75 mm	0 – 2 (1)	0 – 2 (1)	0 – 1 (1)	0 – 2 (1)

() Desviación permisible (±)

703.10 Agregado para tratamiento superficial bituminoso.

Las partículas que lo constituyen serán duras, durables, resistentes, estables, provenientes de fragmentos de piedra o grava triturada.

En el Proyecto se usará sólo un tipo de agregado. El tamaño, granulometría y combinación de las fracciones de agregados mezclados, deben cumplir con las siguientes especificaciones:

a	Granulometría	Tabla 703-11
b	Abrasión de los Angeles, (AASHTO T 96)	40% máx
c	Pérdida por disgregabilidad (sanidad en sulfato de sodio (5 ciclos), AASHTO T 104)	12% máx
d	Densidad, AASHTO T 19 M	1100 kg/m ³ min
e	Revestimiento y desnudamiento en mezcla Bitumen-Agregado, AASHTO T 182	95% min
f	Revestimiento adherido al agregado FLH T 512	0.5% máx
g	Caras fracturadas, FLH T 507	75% min
h	Índice de fractura, FLH T 508	30% max.
i	Índice de durabilidad (grueso), AASHTO T 210	35 min
j	Índice de durabilidad (fino), AASHTO T 210	35 min
k	Arcilla y partículas friables, AASHTO 112	1 %

No se deben usar agregados livianos, de acuerdo a AASHTO M 195.

Tabla 703-11
Rangos requeridos
Granulometría abierta para pavimentos con emulsión asfáltica

Malla	Porcentaje por peso que pasa la malla estándar (AASHTO T 27 Y AASHTO T 11)					
	Designación de la Granulometría					
	A	B	C	D	E	F
37.5 mm	100					
25 mm	90 – 100 (3)	100				
19 mm	0 – 35 (5)	90 – 100 (3)	100			
12.5 mm	0 – 8 (3)	0 – 35 (5)	90 – 100 (3)	100		
9.5 mm	-	0 – 12 (3)	0 – 35 (5)	85 – 100 (3)	100	100
4.25 mm	-	-	0 – 12 (3)	0 – 35 (5)	85 – 100 (3)	85 – 100
2.36 mm				0 – 8 (3)	0 – 23 (4)	-
75 mm	0 – 1 (1)	0 – 1 (1)	0 – 1 (1)	0 – 1 (1)	0 – 1 (1)	0 – 10

() Desviación permisible (±)

703.11 Agregado para lechadas superficiales. Se suministrarán arenas naturales o fabricadas, cenizas, finos del proceso de trituración, u otros agregados minerales que cumplan con la especificación AASHTO M 29 como sigue:

- | | |
|---|--------------|
| (a) Granulometría | Tabla 703-12 |
| (b) Abrasión Los Angeles, AASHTO T 96 | 35% máx |
| (c) Equivalente de arena, AASHTO T 176 | 45 min |
| (d) Textura superficial con absorción menor
de < 1.25% por peso del total del agregado
combinado | 50% máx |

Tabla 703-12
Granulometría de agregados para lechadas
superficiales y promedios aplicables

Malla abertura	Porcentaje por peso pasando la malla cuadrada AASHTO T-27 y AASHTO T -11		
	Tipo de lechada superficial		
	I	II	III
	Requerimiento de Granulometría		
9.5 mm	-	100	100
4.75 mm	100	90 – 100	70 – 90
2.36 mm	90 – 100	65 – 90	45 – 70
1.18 mm	65 – 90	45 – 70	28 – 50
600 µm	40 – 65	30 – 50	19 – 34
300 µm	25 – 42	18 – 30	12 – 25
150 µm	15 – 30	10 – 21	7 – 18
75 µm	10 – 20	5 – 15	5 – 15
Promedio aplicable (2)Kg/cm ²	3.3 – 5.5	5.5 – 8.2	8.2 ó más

(2) Basada en el peso del agregado seco

703.12 Agregado para recubrimiento (traba). Las partículas deben ser duras, durables, o fragmentos de la trituración de grava o piedra, que cumplan con las especificaciones siguientes:

- (a) Granulometría
- (b) Equivalente de arena, AASHTO T 176
- (c) Libre de materia orgánica y grumos de arcilla

Tabla 703-13
75 min

Tabla 703-13
Granulometría para el agregado de recubrimiento

Malla abertura	Porcentaje por peso pasando la malla AASHTO T 27 y AASHTO T 11
9.5 mm	100
4.75 mm	70 – 100
75 µm	0 - 5

703.13 Material de secado. Las partículas deben ser duras, durables, o fragmentadas de la trituración de grava o piedra, que cumplan con las especificaciones siguientes:

- | | |
|---|-------|
| (a) Material pasando malla 9.5 mm, AASHTO T 27 | 100% |
| (b) Límite líquido, AASHTO T 89 | 25máx |
| (c) Libre de materia orgánica o grumos de arcilla | |

703.14 Agregado para recubrimiento suelo vegetal-agregado. Debe cumplir con las siguientes especificaciones:

- | | |
|-------------------|---------------------|
| (a) Granulometría | AASHTO M 43 No. 57 |
| (b) Calidad | AASHTO M 80 clase E |

703.15 Arena. Conformada por material limpio que cumpla con las siguientes especificaciones:

- | | |
|---------------------------|--------------------|
| (a) Granulometría | AASHTO M 6 |
| (b) Sustancias deletéreas | AASHTO M 6 clase B |

703.16 Agregado para rellenos con concreto pobre. Los agregados deben ser duros, limpios, durables, no plásticos, no orgánicos y no reactivos.

703.17 Agregados con requerimientos SUPERPAVE para pavimentos bituminosos. Los agregados deben ser duros, durables, de partículas provenientes de piedra o grava quebradas.

Deben cumplir con las siguientes especificaciones:

A	Abrasión de los Angeles, AASHTO T 96	35% máx
B	Disgregabilidad (sanidad) en sulfato de sodio (5 ciclos)	12% máx
C	Índice de durabilidad (grueso y fino)	35 min
D	Caras fracturadas, FLH T 506 y T 507	Tabla 703-14
E	Angularidad del agregado fino, AASHTO TP 33 método A	Tabla 703-15
F	Partículas con caras planas y alargadas, ASTM D 4791	Tabla 703-16
G	Equivalente de arena, AASHTO T 176	Tabla 703-17
H	Granulometría: el tamaño, grado y las proporciones de la mezcla de las fracciones de los agregados, debe quedar dentro de los puntos de control para el tamaño máximo nominal de los agregados de acuerdo a Tabla 703-14, 703-16, 703-17.	

El tamaño máximo nominal debe ser el retenido mayor que 10% en la primera malla de la combinación de los agregados no produzca su mezcla, cuyo tamaño máximo nominal, no cumpla con los requerimientos de la zona restringida, como se muestra en las Tablas 703-18, 703-19, 703-20, según corresponda. Las pruebas se harán de acuerdo con AASHTO T 11 y AASHTO T 27.

Tabla 703-14
Requerimiento de caras fracturadas

Tránsito, en 10 ⁶ ESAL	Profundidad desde la superficie	
	<100 mm	>100 mm
<0.3	55/-	-/-
> 0.3 – 1	65/-	-/-
>1 - 3	75/-	50/-
>3 - 10	85/80	60/-
>10- 30	95/90	80/75
>30 – 100	100/100	95/90
>100	100/100	100/100

Nota: “85/80” significa que 85% del agregado grueso tiene una sola cara fracturada y 80% tiene dos caras fracturadas

Tabla 703-15
Angularidad del agregado fino

Tránsito, en 10 ⁶ 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	45min.	45 min.

Nota: Los valores se presentan como porcentaje de vacíos de aire en el agregado fino ligeramente compactado.

Tabla 703-16
Partículas chatas y alargadas

Tránsito, en 10 ⁶ ESAL	Máx. porcentaje en peso
< 1	-
> 1	10

Tabla 703-17
Contenido de arcilla
Equivalente de arena

Tránsito, en 10 ⁶ ESAL	Equivalente de arena, % min
< 3	40
> 3 – 30	45
> 30	50

Tabla 703-18
Requerimientos de Superpave para la granulometría de mezcla asfáltica para
agregados de tamaño máximo nominal 12.5 mm.

Zona Restringida							
Malla	Puntos de Control		0.45	Mínimo	Máximo	Límites	Desviación
mm.			Gráfico				Permisible
Max. Dens.							
19.00		100	100				
12.50	100	90	82.8				
9.50			73.2				
4.75			53.6			*	(6)
2.36	58	28	39.1	39.1	39	*	(6)
1.18			28.6	25.6	31.6		
0.60			21.1	19.1	23.1	*	(4)
0.30			15.5	15.1	15.1	*	(3)
0.15			11.3				
0.075	10	2	8.3			*	(2)
* Límite cerca de 0.1 por ciento							
() Desviación permisible ± de los límites							

Tabla 703-19
Requerimientos de Superpave para la granulometría de mezcla asfáltica para
agregados de tamaño máximo nominal 19 mm.

Zona Restringida							
Malla	Puntos de Control		0.45	Mínimo	Máximo	Límites	Desviación
mm			Gráfico				Permisible
Max. Dens.							
25.00		100	100				
19.00	100	90	88.4				
12.50			73.2				
9.51			64.7				
4.76			47.4			*	(6)
2.36	49	23	34.6	34.6	34.6	*	(6)
1.18			25.3	22.3	28.3		
0.60			18.8	16.7	20.7	*	(4)
0.30			13.7	13.7	13.7	*	(3)
0.16			10.0				
0.075	8	2	7.3			*	(2)
* Límite cerca de 0.1 por ciento							
() Desviación permisible ± de los límites							

Tabla 703-20
Requerimientos de Superpave para la granulometría de mezcla asfáltica para
agregados de tamaño máximo nominal 25 mm.

Zona Restringida							
Malla	Puntos de Control		0.45	Mínimo	Máximo	Límites	Desviación
mm			Gráfico				Permisible
Max. Dens.							
37.50	100	100					
25	100	90	83.3				
19.0			73.6				
12.5			61.0				
9.50			53.9				
4.75			39.5	39.5	39.5	*	(6)
2.36	45	19	28.8	26.8	30.8	*	(6)
1.18			21.1	18.1	24.1		
0.60			15.6	13.6	17.6	*	(4)
0.30			11.4	11.4	11.4	*	(3)
0.15			8.3				
0.075	7.0	1	6.1			*	(2)
* Límite cerca de 0.1 por ciento							
() Desviación permisible ± de los límites							

SECCIÓN 704.) SUELOS

704.01 Relleno de fundación. Se debe suministrar material granular libre de exceso de humedad, raíces, semillas u otros materiales deletéreos de acuerdo a lo siguiente:

(a) Material pasando la malla 50 mm	100%
(b) Clasificación suelos AASHTO M-145	A-1 a
(c) Material en ambiente húmedo, material pasando la malla de 75 μ m, AASHTO T 27 y T T11	6% máximo

704.02 Material de base. Conforme a lo siguiente:

(a) Material de base Clase A. Se debe suministrar concreto conforme a Sección 601.

(b) Material de base Clase B. Se debe suministrar arena o suelo arenoso libre de exceso de humedad, lodo, raíces, semillas u otros materiales deletéreos y de acuerdo a lo siguiente:

(1) Material pasando malla 9.5 mm	AASHTO T-27	100%
(2) Material pasando malla 75 μ m	AASHTO T-27 y T11	10% máx

(c) Material de base Clase C. Se debe suministrar arena o suelo arenoso libre de exceso de humedad, lodo, raíces, semillas u otros materiales deletéreos. Se deben remover todas las partículas de roca y grumos de suelo duro mayores de 38 mm.

704.03 Material de relleno. Se debe suministrar material granular y tierra fina libre de exceso de humedad, lodo, raíces, semillas u otros materiales deletéreos. Se deben remover todas las partículas de roca y grumos de tierra dura mayores de 75 mm.

704.04 Relleno estructural. Se debe suministrar material granular y tierra fina libres de exceso de humedad, lodo, raíces, semillas u otros materiales deletéreos, de acuerdo a lo siguiente:

(a) Dimensión máxima	75mm
(b) Material pasando malla 75 μ m	15% máximo
(c) Límite líquido AASHTO T-89	30% máximo

704.05 Material superficial. Se debe suministrar material granular y tierra fina libres de exceso de humedad, lodo, raíces, semillas u otros materiales deletéreos, de acuerdo a lo siguiente:

- (a) Dimensión máxima 100mm
- (b) Clasificación de suelo AASHTO M- 145 A-1 o A-2-4

704.06 Préstamo sin clasificar. Se debe suministrar material granular y tierra fina libres de exceso de humedad, lodo, raíces, semillas u otros materiales deletéreos, de acuerdo a lo siguiente:

- (a) Dimensión máxima 600mm
- (b) Clasificación de suelo AASHTO M- 145 A-1, A-3 o A-2-4

704.07 Préstamo selecto. Se debe suministrar material granular y tierra fina libres de exceso de humedad, lodo, raíces, semillas u otros materiales deletéreos, de acuerdo a lo siguiente:

- (a) Granulometría Tabla 704-1
- (b) Límite líquido AASHTO T- 89 30% máximo

**Tabla 704-1
Granulometría de préstamo selecto**

Tamaño de malla	Porcentaje pasando por peso AASHTO T-27
75.0 mm	100
25.0 mm	70-100
4.75 mm	30-70
150 µm	0-15

704.08 Material selecto para capa superficial. Se debe suministrar material granular y tierra fina, libres de exceso de humedad, lodo, raíces, semillas u otros materiales deletéreos, de acuerdo a lo siguiente:

- (a) Granulometría material uniforme grueso o fino Tabla 704-2
- (b) Límite líquido AASHTO T- 89 30 máximo

Tabla 704-2
Granulometría de material superficial selecto

Tamaño de malla	Porcentaje pasando por peso AASHTO T-27 y T-11
75.0 mm	100
75.0 µm	0-15

704.09 Capa de base. Se debe suministrar material granular, poroso, con buen drenaje, libre de exceso de humedad, lodo, raíces, semillas y otros materiales deletéreos, de acuerdo a lo siguiente:

- | | |
|---|-------------|
| (a) Granulometría material uniforme grueso o fino | Tabla 704-3 |
| (b) Límite líquido AASHTO T- 89 | 30 máximo |

Tabla 704-3
Granulometría capa de base

Tamaño de malla	Porcentaje pasando por peso AASHTO T-27 y T-11
12.5 mm	100
75 µm	0-15

704.10 Relleno granular selecto. Se debe suministrar material sano y durable, libre de materia orgánica u otros materiales deletéreos (tales como lutitas u otras partículas suaves con poca durabilidad), de acuerdo a lo siguiente:

(a) Requisitos de calidad

- | | |
|--|-------------|
| (1) Granulometría | Tabla 704-4 |
| (2) Angulo de fricción interna AASHTO T- 236 | 34° mínimo |

Nota: Las muestras se deben compactar según AASHTO T-236 al 95% de la densidad máxima determinada de acuerdo a AASHTO T-99, Método C o D, y corregir el material con exceso de tamaño de acuerdo a AASHTO T-99, Nota 7.

- | | |
|---|------------|
| (3) Pérdida en sulfato de sodio (5 ciclos) AASHTO T-104 | 15% máximo |
| (4) Pérdida por abrasión Los Ángeles AASHTO T-96 | 50% máximo |
| (5) Límite líquido AASHTO T-89 | 30 máximo |

(b) Requisitos electroquímicos.

- | | |
|--|---------------------|
| (1) Resistividad AASHTO T-288 | 3000 Ohmios-cm min. |
| (2) ph AASHTO T-289 | 5 a 10. |
| (3) Contenido de sulfatos AASHTO T-290 | 1000 ppm max. |
| (4) Contenido de cloruros AASHTO T-291 | 200 ppm max. |

Nota: No se requieren pruebas de contenido de sulfatos y cloruros cuando el ph esté entre 6 y 8 y la resistividad es mayor de 500 ohm-cm.

**Tabla 704-4
Granulometría de relleno granular selecto**

Tamaño de malla	Porcentaje pasando por peso AASHTO T-27 y T-11
100 mm	100
75 mm	75-100
75 µm	0-15

704.11 Relleno especial para lechadas. Se suministrará lechada fluida, compuesta de tres partes de cemento Portland y ocho partes de agregado fino por volumen. La ceniza o puzolana se puede sustituir por 2 o 3 partes de cemento Portland, de acuerdo a lo siguiente:

- | | |
|------------------------|----------------------|
| (a) Razón agua/cemento | 1,5 |
| (b) Cemento Portland | Subsección 701.01 |
| (c) Ceniza o puzolana | AASHTO M-295 Clase C |
| (d) Agregado fino | Subsección 703.01 |
| (e) Agua | Subsección 725.01 |

704.12 Relleno para muros de cribas. Se debe suministrar material según Subsección 704.10, que además, cumpla lo siguiente:

- | | |
|-------------------|-------------------------------|
| (a) Granulometría | Tabla 704-5 |
| (b) Peso Unitario | 1900 Kg/m ³ mínimo |

Tabla 704-5
Granulometría de relleno para muro de cribas

Tamaño de malla	Porcentaje Pasando por peso AASHTO T-27
75 mm	100
4.75 mm	25-70
300 µm	5-20
75 µm	0-5

SECCIÓN 705.) ROCAS

705.01 Rocas para gaviones y colchonetas. Se deberá suministrar roca dura y durable que sea resistente al intemperismo y razonablemente libre de material orgánico y de desecho y que cumpla con los siguientes requisitos:

- | | |
|---|----------------------------|
| (a) Índice de durabilidad del material grueso, AASHTO T-210 | 52 min |
| (b) Peso unitario de una canasta de gavión llena | 1600 Kg/m ³ min |
| (c) Granulometría | |
| (1) Canastas de 0.3 m o mayores en la dimensión vertical | |
| (a) Dimensión máxima | 200 mm |
| (b) Dimensión mínima | 100 mm |
| (2) Canastas menores de 0.3 m en la dimensión vertical | |
| (a) Dimensión máxima | 150 mm |
| (b) Dimensión mínima | 75 mm |

705.02 Rocas para protección de taludes. Se deberá suministrar roca angular dura y durable que sea resistente al intemperismo y la acción del agua y que esté libre de material orgánico y de desecho. No se deberán usar bolones, esquisto o roca con incrustaciones de esquisto. La roca deberá cumplir con los siguientes requisitos:

- | | |
|---|-------------|
| (a) Gravedad específica aparente, AASHTO T-85 | 2.50 mín |
| (b) Absorción, AASHTO T-85 | 4.0 % mín |
| (c) Índice de durabilidad del material grueso, AASHTO T-210 | 52 min |
| (d) Granulometría por clase especificada | Tabla 705-1 |

No podrán usarse bloques, lutitas o rocas con vetas suaves.

Tabla 705 - 1
Requerimientos para la Granulometría de
rocas para protección de taludes

Tipo	Porcentaje de roca por peso	Peso kg	Dimensión aproximada mm ^{(2) (3)}
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) Se suministrará la granulometría que asegure un peso estable y denso.

(2) El volumen de la roca con las dimensiones aproximadas deberá ser aproximadamente igual al peso de la roca aquí especificado.

(3) Se suministrará un tamaño de roca que tenga una relación ancho y espesor de por lo menos un tercio de su longitud.

705.03 Rocas para estructuras de mampostería. Se deberá suministrar roca sana y durable obtenida en la vecindad de la obra o que sea similar en textura y color a la roca de la vecindad que haya sido probada antes satisfactoriamente para el uso que se le vaya a dar.

Se deberá suministrar roca dimensionada para mampostería que esté libre de acanalamientos, rajaduras, hendiduras, laminaciones y libre de minerales que puedan causar decoloración o deterioro bajo la acción del intemperismo.

(a) Tamaños y formas. No se deberán usar rocas con depresiones o protuberancias que puedan debilitarlas o impidan que puedan ser adecuadamente asentadas en su base.

Cuando los planos no señalen dimensiones se suministrará la roca de los tamaños y áreas de cara necesarias para producir las características generales y apariencia indicadas en los planos.

A menos que estuviera especificado de otra manera en los planos, se deberán suministrar fragmentos de roca con las siguientes dimensiones:

(1) Espesor mínimo	125 milímetros
(2) Ancho mínimo	300 milímetros o 1½ veces el espesor, cualquiera que sea el mayor
(3) Longitud mínima	1½ veces el ancho
(4) Rocas con volumen $\geq 0,3 \text{ m}^3$	50% min.

Cuando sean requeridos cabeceros (roca atravesada “a tizón”), serán suministrados con longitudes no menores que el ancho del lecho de apoyo de la pieza “a sogá” más ancha adyacente más 30 cm.

(b) Acabado de las caras. Se deberán quitar todas las porciones delgadas o débiles. Se acabarán el lecho y las líneas de las juntas de la roca de cara hasta lograr una máxima variación con respecto a la línea neta que se ajuste a lo siguiente:

(1) Mampostería de piedra bruta con cemento	40 mm
(2) Mampostería Clase B	20 mm
(3) Mampostería Clase A	5 mm
(4) Mampostería dimensionada	razonablemente exacta

(c) Superficie del lecho. Se dará acabado a las superficies de las rocas de cara normalmente a la cara hasta una profundidad de 75 milímetros. Más allá de ese punto, la desviación con respecto a la normal no deberá exceder de 25 milímetros

en 300 milímetros para la mampostería dimensionada o 50 milímetros en 300 milímetros para todas las otras clases.

(d) Superficies de juntas. Para mampostería dimensionada, se acabarán las superficies de las juntas de la roca de cara normales a la superficie del lecho. Para todas las otras clases de mampostería se acabarán las superficies de las juntas de la roca de cara normales a la superficies del lecho. Para todas las otras clases de mampostería se acabarán las superficies de las juntas de la roca de cara hasta formar un ángulo con la superficie del lecho no menor de 45 grados.

Se acabarán las superficies de las juntas de la roca de cara normales a la cara hasta una profundidad de 50 milímetros. Más allá de ese punto, la desviación desde la normal no deberá exceder 25 milímetros en 300 milímetros.

No se deberán redondear las esquinas en contacto con el lecho y las juntas de forma que excedan los siguientes radios:

(1) Mampostería de piedra bruta con cemento	40 mm
(2) Mampostería Clase B	20 mm
(3) Mampostería Clase A	No redondeada
(4) Mampostería dimensionada	No redondeada

(e) Superficies de juntas de roca en cuerpos de arco. El acabado de las superficies de las juntas de las rocas en cuerpos de arcos radialmente al arco o normal a la cara del frente hasta una profundidad de 75 milímetros. Más allá de ese punto, la desviación con respecto a la radial o la normal no deberá exceder de 20 milímetros en 300 milímetros.

Se deberán acabar las superficies traseras adyacentes al concreto del cañón del arco paralelas a la cara frontal y normales al intradós hasta una profundidad de 150 milímetros. Cuando se coloca el concreto después de que se ha construido la mampostería, se deberá variar las piedras adyacentes del anillo por lo menos 150 milímetros de profundidad.

(f) Acabado para las caras expuestas. Se deberán eliminar todas las marcas dejadas por las perforadoras u otras operaciones sobre las caras de la roca expuesta. Escuadrar las piedras de cara en línea y a lo largo de todo el lecho y las juntas. El acabado de las caras expuestas se realizará según lo especificado en el Contrato. Los símbolos siguientes se utilizan para representar en los planos el tipo de superficie o de acabado especificado:

- (1) *Punteado fino (P.F)*. Se realizarán depresiones punteadas o sisas aproximadamente con 10 milímetros de separación. Las variaciones superficiales se limitarán a 3 milímetros o a menos de la línea de escuadría.
- (2) *Punteado medio (P.M)*. Se realizarán depresiones punteadas o sisas aproximadamente con 15 milímetros de separación. Las variaciones superficiales se limitarán a 5 milímetros o a menos de la línea de escuadría.
- (3) *Punteado grueso (P.G)*. Se realizarán depresiones punteadas o sisas aproximadamente con 30 milímetros de separación. Las variaciones superficiales se limitarán a 10 milímetros o a menos de la línea de escuadría.
- (4) *Sisada o cara partida (S.)*. Se debe proporcionar a un aspecto liso, libre de marcas por uso de herramientas, sin depresiones bajo la línea de escuadría, y sin ninguna proyección o protuberancia de roca que exceda 20 milímetros más allá de la línea de escuadría.
- (5) *Cara rocosa (C.R.)*. Se debe proporcionar una superficie con protuberancias irregulares sin marcas de herramienta, ni superficies cóncavas por debajo de la línea de escuadría, ni protuberancias más allá de la línea de escuadría especificada. Por ejemplo, la especificación " 40 C.R. " significa que no se permitirá ninguna protuberancia de 40 milímetros más allá de la línea de escuadría. Cuando se especifique "cara rocosa variable", se distribuirán uniformemente piedras de la misma altura de protuberancias.

705.04 Rocas para pedraplenes especiales.

- (a) **Pedraplén colocados mecánicamente.** Para este tipo de pedraplén se deberá suministrar roca dura y durable que tenga forma angular, resistente al intemperismo y una granulometría bien balanceada de acuerdo a lo establecido en la Tabla 705-2:

Tabla 705-2
Granulometría para roca colocada mecánicamente

Porcentaje de roca Fragmentos por peso	Peso (kg)	Dimensión cúbica equivalente (mm)
50	> 900	> 700
50	40 a 900	250 a 700

La superficie de la corona de todo bordillo vertical de piedra deberá ser cortada a sierra o cincelada dejando un plano sin depresiones o protuberancias en la superficie de más de 6 milímetros. Se deberá escuadrar las aristas frontal y trasera para que queden rectas y exactamente alineadas. Se deberán limitar las depresiones o protuberancias en la superficie trasera en tal forma que el desplome o inclinación no exceda 25 milímetros horizontales en 75 milímetros verticales.

Se deberá cortar a sierra o dar textura lisa de pedrera a la cara expuesta frontal del bordillo vertical de piedra y conformar un plano aproximadamente verdadero. Se limitarán las depresiones o protuberancias en la distancia restante de la cara a 25 milímetros o menos del plano de la cara expuesta.

Se deberán cuadrar los extremos de los bordillos verticales de piedra con la parte superior trasera y frontal y acabados de manera que cuando sean colocadas las secciones extremo con extremo no queden espacios de más de 13 mm en la junta en todo el ancho de superficie de la corona y en toda la cara frontal expuesta. El resto del extremo puede tener un quiebre hacia atrás de 100 mm del plano de la junta. Las juntas de bordillos de piedra circulares o curvados deberán ser cortadas radialmente.

La longitud mínima de cualquier segmento de bordillo vertical de piedra será de 1.20 m., sin embargo, la longitud podrá variar cuando sean requeridas secciones de bordillo rebajadas o modificadas en entradas de garajes, intersecciones, cierres, etc.

(b) Bordillos de piedra, tipo II. Estos son bordillos de piedra con cara inclinada los cuales deberán cumplir los requisitos exigidos para los de tipo I, excepto en lo siguiente:

La máxima protuberancia o depresión permisible en la superficie de una corona horizontal será limitada a 13 milímetros. En las otras caras expuestas, la máxima protuberancia o depresión permisible estará limitada a 25 milímetros.

Para superficies no expuestas la máxima protuberancia o depresión permisible con respecto a un plano verdadero en una longitud de 0.50 metros, será de 75 milímetros.

El máximo espacio permisible, visible en caras expuestas entre segmentos adyacentes de bordillo inclinado de piedra, será de 19 milímetros. La máxima longitud de cualquier segmento de bordillo inclinado de piedra, será de 0.50 metros.

SECCIÓN 706.) TUBERÍAS DE CONCRETO Y DE PLÁSTICO

706.01. Tuberías de concreto sin refuerzo. Se fabricarán conforme a lo especificado en AASHTO M 86M, para los diámetros, clases y esfuerzos requeridos.

706.02 Tuberías de concreto reforzado. Se fabricarán conforme a lo especificado en AASHTO M 170M para los diámetros, clases y esfuerzos requeridos. Para tubería premoldeada de concreto reforzado, las secciones finales se rigen por las especificaciones citadas, según corresponda.

706.03 Tuberías perforadas de concreto. Esta tubería deberá satisfacer los requisitos de las especificaciones AASHTO M 175M tipos 1 y 2 y AASHTO M 86M, para diámetros, clases y esfuerzos requeridos.

706.04 Tuberías de arco de concreto reforzado. Se fabricarán conforme a lo especificado en AASHTO M 206M, para los diámetros, clases y esfuerzos requeridos.

706.05 Tuberías de arco elíptico de concreto reforzado. Se fabricarán conforme a lo especificado en AASHTO M 207M, para los diámetros, clases y esfuerzos requeridos.

706.06 Tuberías de concreto reforzado para cargas tipo D. Se fabricarán conforme a lo requerido en AASHTO M 242M, para los diámetros especificados.

706.07 Secciones prefabricadas de concreto reforzado para alcantarillas de caja. Deben prefabricarse conforme a lo requerido en AASHTO M 259 o AASHTO M 273M, según corresponda, para dimensiones, cargas y condiciones especificadas.

706.08 Tubería plástica. Esta tubería deberá satisfacer los requisitos para tubería plástica perforada y no perforada, según los tipos y tamaños especificados a continuación.

Las uniones de ajuste deben cumplir con ASTM D 3212.

(a) Pared lisa de polietileno. Tubería fabricada con diámetros de 300 a 1050 milímetros que satisfaga las normas ASTM F 714 y calibres mínimos especificados, ASTM D 3350 y 335434 C.

(b) Pared corrugada de polietileno. Tubería fabricada en diámetros de 300 a 900 milímetros según AASHTO M 294 y calibres mínimos especificados por ASTM D 3350, 315412C ó 324420C. Para aplicaciones sanitarias, se fabricarán los tubos de acuerdo a AASHTO M 294, tipo S, con uniones de ajuste impermeable.

(c) Pared nervada de polietileno. Tubería fabricada con diámetros de 450 a 1200 milímetros de diámetro, que satisfaga ASTM F 894, con calibre mínimo especificado, según ASTM D 3350, 334433C ó 335434C.

(d) Corrugada de polietileno para drenajes. Tubería fabricada con diámetros de 75 a 250 milímetros, que satisfaga AASHTO M 252.

(e) Pared lisa de cloruro de polivinil. Tubería fabricada con diámetros de 100 a 375 milímetros, que satisfaga AASHTO M 278, y el calibre mínimo especificado, ASTM D 1784, 12454 ó 12364C. Para aplicaciones en desechos sanitarios, deberá cumplir con ASTM D 3034.

(f) Pared nervada de cloruro de polivinil. Tubería fabricada con diámetros de 100 a 1200 milímetros, que deberá satisfacer ASTM M 304 y el calibre mínimo especificado. Para aplicaciones en desechos sanitarios, será conforme a ASTM F 794 ó F 949.

(g) Acrilonitril-butadino-estireno (ABS). Debe fabricarse conforme lo especificado en AASHTO M 264. Para tubo perforado conforme se cumplirá AASHTO M 278.

SECCIÓN 707.) TUBERÍA METÁLICA

707.01 Tubería para alcantarilla de hierro dúctil. Debe fabricarse conforme la especificación ASTM A 716, para los diámetros especificados.

707.02 Tubería de acero corrugado con recubrimiento metálico. La fabricación de estos tubos y las secciones especiales (codos, collares de acoplamiento, reducciones etc.) deben satisfacer los requisitos de AASHTO M 36M o de AASHTO M 218, M274, M 289, que rigen las dimensiones seccionales y calibres especificados.

La tubería para subdrenaje fabricada con láminas de acero, debe tener un espesor mínimo de 1.32 milímetros. Puede usarse cualquier tipo de perforación especificada en AASHTO M 36M.

707.03 Tubería corrugada de aleación de aluminio. La fabricación de estos tubos y las secciones especiales (codos, collares de acoplamiento, reducciones etc.) deben satisfacer los requisitos de AASHTO M 196M, sobre dimensiones seccionales y calibres especificados.

La tubería para subdrenaje fabricada con láminas de aluminio, debe fabricarse con un espesor mínimo de 1.22 milímetros. Se puede usar cualquier tipo de perforación especificada en AASHTO M 36M.

707.04 Tubería de metal corrugado recubierta con capa bituminosa. La fabricación de estos tubos y las secciones especiales (codos, collares de acoplamiento, reducciones etc.) debe satisfacer los requisitos conforme a las Subsecciones 707.02, 707.03, 707.08, 707.09 y 707.13, según corresponda referidas a estos tubos.

El material bituminoso de recubrimiento del tubo debe satisfacer la especificación AASHTO M 190, para el tipo de recubrimiento especificado. Para las secciones especiales, el recubrimiento (codos, collares de acoplamiento, secciones finales, etc.) debe satisfacer los requisitos AASHTO M 190. Las reducciones y secciones finales deben recubrirse de acuerdo a AASHTO M 190 tipo A y, cuando se requiera hacer el recubrimiento en el campo, el material bituminoso debe aplicarse de acuerdo a la especificación AASHTO M 243.

707.05 Lámina de acero estructural. La fabricación de las láminas estructurales y los sujetadores para la conexión de láminas, deben satisfacer las especificaciones AASHTO M 167M para dimensiones y tipos especificados.

707.06 Lámina estructural de aleación de aluminio. La fabricación de las láminas estructurales y los sujetadores para la conexión de láminas deben satisfacer las especificaciones AASHTO M 219M, para dimensiones y tipos especificados.

707.07 Lámina estructural recubierta con capa bituminosa. La fabricación de láminas estructurales recubiertas con bitumen debe cumplir con los requerimientos de las Subsecciones 707.05 y 707.06, según corresponda. La capa para recubrimiento bituminoso se hará conforme a lo establecido en AASHTO M 190, tipo A y, cuando se requiera hacer el recubrimiento en el campo, el material bituminoso debe aplicarse de acuerdo a la especificación AASHTO M 243.

Si la capa de recubrimiento se aplica a las láminas antes de su erección, se identificará cada lámina con el espesor nominal, pintando los datos en la superficie interior de la lámina después de recubierta. Pueden usarse otros métodos de identificación si son aprobados previamente.

707.08 Tubería de acero recubierta con polímeros. La fabricación de tubos y secciones especiales (codos, bifurcaciones, bandas de unión), se conformarán a lo requerido en AASHTO M 245M y M 246M. El tubo se fabricará con grado 250/250 de capa de polímero.

707.09 Tubería de acero recubierta con fibra bituminizada. La fabricación de tubos y secciones especiales (codos, bifurcaciones, bandas de unión, reducciones etc.), se hará conforme a lo requerido en la Subsección 707.02, excepto cuando el tubo se impregne con una capa metálica de zinc compuesta con fibra aramid, conforme a lo requerido por ASTM A 885.

Después de fabricado el tubo, las secciones se cubrirán con material bituminoso de acuerdo a AASHTO M 190, para el tipo de recubrimiento especificado.

Las bandas de acoplamiento se deben recubrir con material bituminoso de acuerdo a lo requerido en AASHTO M 190, tipo A. Las bandas de acoplamiento no requieren pegamento con fibra.

707.10 Tubería perforada para drenaje. Fabricada conforme a lo especificado en AASHTO M 36M y/o AASHTO M 218, 274, ó 289 para dimensiones de sección y calibres especificados. Se fabricará el tubo con perforaciones, en ángulos o en parrilla, según se muestre en los planos.

Las piezas perforadas en parrilla para drenes se fabricarán con acero que cumpla con los requerimientos de la especificación ASTM A 570M, grado 36, galvanizando

las perforaciones en ángulo y parrillas de ensamble de acuerdo a la Subsección 725.12.

707.11 Tubería de lámina espiral con recubrimiento metálico. La fabricación de estos tubos y en secciones especiales (codos, collares de acoplamiento, reducciones etc.) debe satisfacer los requisitos de AASHTO M 36M, tipos IR y IIR y AASHTO M 218, AASHTO M 274, ó AASHTO M 289 sobre dimensiones de las secciones y calibres especificados.

707.12 Tubería de lámina espiral con recubrimiento de aleación de aluminio. La fabricación de estos tubos y sus secciones especiales (codos, collares de acoplamiento, reducciones etc.) deben satisfacer los requisitos de AASHTO M 196M, tipos IR y IIR, para las dimensiones de las secciones y calibres especificados.

707.13 Tubería de acero corrugado con recubrimiento de concreto. La fabricación de los tubos, secciones especiales (codos, bifurcaciones, bandas de unión, reducciones etc.), deberán estar conforme a lo requerido en la Subsección 707.02, para las dimensiones y calibres especificados.

Se rellenará con concreto la línea de tubos y las secciones especiales de acuerdo a lo especificado en ASTM A 849 clase C.

707.14 Tubería de acero corrugado con recubrimiento interno. La fabricación de tubos, secciones especiales (codos, bifurcaciones, bandas de unión, reducciones etc.), deberá estar conforme a lo requerido en la Subsección 707.02, para las dimensiones y calibres especificados.

Los tubos y las secciones especiales se revestirán internamente de acuerdo a lo especificado en ASTM A 849, clase C o B, de acuerdo a lo especificado.

SECCIÓN 708.) PINTURA

708.01 General. Se debe proveer un color diferente para cada capa de pintura. Para el color final de acabado se seguirán las instrucciones del Federal Standard 595B. Si el Contratante lo requiere se deben proveer muestras de color.

(a) Empaque. La pintura debe proveerse en contenedores resistentes y bien marcados con la siguiente información:

- (1) Marca registrada o comercial
- (2) Tipo de pintura, color, formulación, número de lote, fecha de fabricación
- (3) Peso neto
- (4) Volumen incluyendo el porcentaje de sólidos y el porcentaje de compuestos orgánicos volátiles (VOC)
- (5) Requisitos para almacenamiento
- (6) Instrucciones de mezcla e instrucciones de limpieza
- (7) Nombre y dirección del fabricante

(b) Contenido de compuestos orgánicos volátiles (VOC). La pintura debe estar conforme a los siguientes límites de VOC al comprarla y usarla en sitio:

- | | |
|----------------------------------|-------------|
| (1) Recubrimientos sin pigmentos | 520g/L max. |
| (2) Otros recubrimientos | 350g/L max. |

(c) Contenido de plomo. Máximo de 0.06% por peso en la película seca

(d) Otras propiedades. La pintura debe cumplir lo siguiente:

- (1) No estar asentada al abrir el recipiente.
- (2) Fácilmente homogenizable al mezclarla con una paleta (sin grumos, ni separación de componentes ni vetas de color, etc).
- (3) No formar una piel o nata endurecida antes de 48 horas, cuando se deja en una lata con — de su contenido total y el recipiente está bien cerrado.
- (4) Poder repintar con facilidad.
- (5) Tener buenas propiedades de nivelación.
- (6) Adherencia uniforme al usarla sobre superficies de acero.
- (7) Secado con un acabado uniforme y liso, libre de rugosidades, grumos u otras imperfecciones superficiales visibles.
- (8) No mostrar separación al pasarla sobre una superficie limpia de vidrio.
- (9) No mostrar alteración por grumos, separación, secado después de 6 meses de almacenamiento, siempre que se mantenga en recipientes totalmente cerrados a una temperatura de 20°C.

708.02. Pintura para estructuras de madera

(a) Imprimación. Debe cumplir con los requisitos del FSS TT-P-25, TT-P-96D, o TT-P-001984.

(b) Pintura. Debe cumplir con los requisitos del FSS TT-P-102 clase A, TT-P-96D, TT-P-102F o TT-P-19D.

708.03. Pintura para estructuras de concreto y mampostería. Debe cumplir con la FSS-TT-P-19 y la tinta de color, con los requisitos de concentrados de todo propósito.

708.04. Pintura para estructuras de acero. Debe cumplir con las siguientes normas:

(a) Imprimador de zinc inorgánico	AASHTO M 300 tipo II
(b) Imprimador de vinil	MIL-P-15328 o SSPC No. 27
(c) Cubiertas de uretano alifático	USPS-C-644 tipo I
(d) Cubiertas de látex acrílico	SSPC No. 24
(e) Recubrimiento epóxico	MIL-P-24441 o SSPC No. 22

708.05. Pintura penetrante. Debe cumplir con lo siguiente:

(a) Medición de agua en material base, ASTM G 23	1000 h
(b) Dispersión acrílica	73.4% del vehículo no volátil
(c) Viscosidad	58±2 unidades Krebs
(d) Contenido de sólidos volátiles	40.3

La pintura se almacenará de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.

SECCIÓN 709.) ACERO DE REFUERZO Y CABLES

709.01 Acero de refuerzo.

(a) General. Cada embarque de acero que se reciba en el Proyecto debe contar con la siguiente información:

- (1) Nombre y localización de la trefilería (laminadora)
- (2) Proceso de manufactura
- (3) Número de fabricación en horno
- (4) Dimensiones
- (5) Especificaciones
- (6) Copia de las pruebas físicas y análisis químicos
- (7) Consignación y destino de embarque

(b) Barras de refuerzo. Barras deformadas obtenidas de lingotes de acero grado 400, conforme a AASHTO M 31M, M 42M, ó M 53M.

(c) Barras de refuerzo cubiertas con epóxico. Deben cumplir con lo especificado en AASHTO M 284M.

Se inspeccionarán las barras de refuerzo después de su limpieza y se rechazará cualquiera que contenga rebabas, astillas o costras. Las barras se seleccionarán en fábrica, para evitar atrasos innecesarios, antes de colocar el recubrimiento epóxico.

El recubrimiento epóxico colocado sobre el acero de refuerzo, debe estar certificado en cuanto a su adherencia según CRSI.(Concrete Reinforcing Steel Institute).

(d) Barras tensoras. Las barras pasadoras y los tirantes deben fabricarse con acero deformado, de lingotes grado 400, conforme a lo especificado en AASHTO M 31M o M 42M, excepto que no se deberá emplear acero relaminado para las barras pasadoras que tengan que ser dobladas y nuevamente enderezadas durante la construcción.

(e) Tornillos de gancho. Deben fabricarse de acero liso, de lingotes grado 400, conforme lo especificado en AASHTO M 31M o M 42M, laminados con un roscador M14, que pueda cortar una rosca para tuerca capaz de sostener una carga axial de 67 kilonewtons.

(f) Dovelas. Deben fabricarse con barras lisas, libres de rebabas u otra deformación restrictiva para el libre movimiento dentro del concreto, deberán satisfacer la especificación AASHTO M 254, tipo A o B. Se pintará la mitad de cada dovela con una capa de pintura, cuando esté seca, la mitad pintada se lubricará antes de colocarla, para evitar la adherencia.

Para juntas de expansión, deberá colocarse un tubo de expansión o capuchón en el extremo pintado de cada dovela usada en las juntas de expansión (de 50 ± 5 mm.). Dichos capuchones o camisas deben entrar ajustadamente en la barra. El extremo cerrado será impermeable y dejará libre 25 mm desde el extremo de la dovela.

Como lubricante de las dovelas tipo B podrá usarse un asfalto rebajado de curación rápida, o una emulsión asfáltica de curación media, o grafito en polvo en suspensión. En las dovelas pintadas de tipo A, no se necesita lubricante.

Las juntas acabadas no deberán desviarse más de 6 milímetros de su alineación horizontal y vertical durante la colocación del concreto, para permitir el movimiento irrestricto de las losas.

Se usará alambre conforme a la especificación AASHTO M 32M, para la armadura de ensamble. Se pintará la armadura de ensamble de las dovelas con la misma pintura que se use en las dovelas. Se repintará cualquier daño en la pintura.

(g) Alambre de acero corrugado. Deberá ajustarse a los requisitos de AASHTO M 225M.

(h) Malla soldada de barras lisas. Deberá ajustarse a los requisitos de AASHTO M 55M.

(i) Malla engrapada. Deberá ajustarse a los requisitos de AASHTO M 32M.

(j) Malla soldada de barras corrugadas. Deberá ajustarse a los requisitos de AASHTO M 54M.

(k) Colchonetas de alambre tejido. Deberá ajustarse a los requisitos de ASTM A 706M.

709.02 Cable de acero acordalado. Deberá ajustarse a los requisitos de AASHTO M 30, para dimensiones y clase de resistencia especificados.

Todo el cable deberá carecer de defectos que puedan perjudicar su uso correcto, tener un buen acabado, con superficie lisa. Será rechazado el material que muestre defectos, previo o durante a su uso en la obra.

709.03 Acero preesforzado. El acero de refuerzo preesforzado, deberá ajustarse a los requisitos siguientes:

- Torones de cable de resistencia aliviada de esfuerzo a la tensión, AASHTO M 204M tipo BA ó WA.
- Torones de cable trenzado de resistencia aliviada de esfuerzo a la tensión, AASHTO M 203M grado 270.
- Barras de alta resistencia a la tensión, AASHTO M 275M tipo II.

El acero de preesfuerzo se debe proteger de daños o corrosión durante el envío o almacenamiento. Se debe usar un protector de corrosión, que no produzca daños al acero, al concreto, o a la adherencia del acero con el concreto. Se reemplazará cualquier empaque dañado.

El empaque se marcará con una advertencia de que contiene acero de alta resistencia para preesfuerzo, se deberá indicar el tipo de protector contra corrosión usado, que incluya la fecha de colocación. Se marcarán el lote y el empaque para su fácil localización.

Se entregarán previamente al Contratante, muestras representativas de los cables y torones de las piezas fabricadas fuera de la obra. En el caso de cable o torón, puede tomarse una muestra de la bobina madre. Las muestras serán como sigue:

(a) Para pretensado. Una muestra de por lo menos dos metros de longitud, de cada torón, de cada dimensión y de cada bobina.

(b) Para postensado. Muestras de las siguientes longitudes:

- (1)** Para alambre o cable que requiera cabeceo, 5 metros.
- (2)** Para alambre que no requiera cabeceo, suficiente longitud para hacer un grupo de hilos paralelos similar al cable que se va a fabricar, de 1.5 metros por grupo.
- (3)** Para torones que se fabrican con accesorios finales, 1.5 metros entre los herrajes o accesorios finales.
- (4)** Para barras que se fabrican con finales roscados y tuercas, 1.5 metros entre las roscas finales.

SECCIÓN 710.) CERCAS Y BARANDA PARA DEFENSA

710.01 Alambre de púas. El alambre de púas sin galvanizar deberá satisfacer los requisitos de AASHTO M 280 y el alambre galvanizado con aluminio, será conforme a AASHTO M 305, tipo I.

710.02 Malla para cerca. La malla para cerca sin galvanizar deberá satisfacer los requisitos de AASHTO M 279 y la malla galvanizada con aluminio, será conforme ASTM A 584.

710.03 Cercas de protección (eslabonado). Las cercas fabricadas en cadena, los postes, rieles, tensores, flejes, barras, accesorios y herrajes necesarios, deben satisfacer los requisitos de AASHTO M 181, para el metal, recubrimiento, calibre y malla especificados.

710.04 Postes para cercas.

(a) Postes de madera. Los postes de madera deben cumplir con AASHTO M 168.

Deberán suministrarse de acuerdo con los detalles y dimensiones indicadas en los planos. Todos los postes de madera deberán estar hechos con madera sana, sin corteza, con los extremos cortados en forma cuadrada o como fuese indicado. Los postes deberán ser rectos y todos los nudos recortados al ras de la superficie. Cuando se especifiquen postes tratados con algún producto preservativo, la clase y tipo de tratamiento deberán ajustarse al que indique los planos.

Toda la madera aserrada en tamaños corrientes que se necesite para cercas o portones deberá, al igual que los postes y troncos, estar sana, recta y razonablemente exenta de nudos, rajaduras y rozaduras. Deberán ser de especies y calidades indicadas en los planos, cepillada y acabada en sus cuatro caras.

(b) Postes de concreto. Los postes de concreto deben cumplir con la Sección 601 para la clase especificada y deberán contener refuerzo de acero según está indicado en los planos, de acuerdo a los requisitos de la Sección 709.

(c) Postes de acero. Los postes de acero laminado deberán cumplir con lo requerido en AASHTO M 281 y deberán ser galvanizados de acuerdo a

AASHTO M 111, si así lo indican los planos. Los postes de aleación de aluminio y los tubulares de acero deberán satisfacer los requisitos de AASHTO M 181.

710.05 Portones. Deben cumplir con lo requerido en los planos. Los marcos, cercas y mallas, conforme a AASHTO M 181.

710.06 Barandas de vigas metálicas.

(a) Viga W de acero galvanizado. Barandas fabricadas tipo viga W o en viguetas de lámina de acero corrugado en conformidad con los requisitos de AASHTO M 180, con la clase de lámina, tipo, resistencia y galvanización que se solicita en los planos. La galvanización debe cumplir con AASHTO M 111.

(b) Vigas W resistentes a la corrosión. Fabricadas tipo viga W o en vigas de lámina de acero corrugado en conformidad con los requisitos siguientes:

- | | |
|-------------------------|-----------------------|
| (1) Planchas y perfiles | AASHTO M 222M |
| (2) Vigas | AASHTO A 606, tipo 4 |
| (3) Fijadores | AASHTO M 164M, tipo 3 |

710.07 Barandas de vigas de sección en caja. Se fabricarán con sección tipo caja, y cumplir con AASHTO – AGC – ARTBA. Guía estándar para barandas de carreteras.

710.08 Apoyos de acero para barandas de madera. Se deben fabricar en madera, conforme a AASHTO M 168, de 150 por 250 milímetros y de 100 por 225 milímetros, de maderas secas, sanas, duras, que soporten esfuerzo por lo menos de 10 megapascuales, protegidos por elementos de acero estructural de 9.5 milímetros de espesor conforme a AASHTO M 222M. Los herrajes fijadores deben cumplir con AASHTO M 222M.

710.09 Postes para barrera de defensa o guardacamino.

(a) Postes de madera. Los postes de madera para barandas de defensa deben estar libres de grietas, rajaduras en el plano en que irán las perforaciones para tornillos que estén a 75 milímetros de la perforación.

(b) Postes para vigas de caja. Conforme AASHTO-AGC-ARTBA y a la Guía Estándar para Barandas de Carretera.(Edición de 1995).

(c) Apoyos de acero para postes de madera. Fabricados de 250 por 300 milímetros conforme a la Subsección 710.08. La longitud de los postes debe especificarse en el Contrato.

710.10 HERRAJES PARA BARANDAS DE DEFENSA. Fabricados conforme a AASHTO-AGC-ARTBA y a la Guía Estándar para Barandas de Carretera.(Edición de 1995). Para herrajes de acero, ángulos, canales, platinas que no están contenidas en el estándar, conforme a ASTM A 36M. Para postes cortos de tubo estructural, conforme a ASTM A 500 ó ASTM A 513, grado 1008. Para placas de apoyo y tubos estructurales galvanizados, conforme a ASTM A 123. No se debe perforar, cortar ni aplicar soldadura al material después de ser galvanizado.

710.11 Señales temporales de plástico. Se fabricarán de plástico no corrosivo de polietileno (HDPE) y UV estabilizado para soportar intemperismo, conforme a:

(a) Altura	1200 milímetros mínimo
(b) Abertura de la malla	80 a 85 milímetros
(c) Color	Anaranjado internacional
(d) Peso	0.25 kg/m mínimo

710.12 Barriles amortiguadores. Fabricados de 900 milímetros de diámetro, de polietileno estructural de alta densidad o de un material similar. La tapa debe ser del mismo material que el barril, y puede ser de menor espesor.

SECCIÓN 711.) MATERIALES PARA EL CURADO DEL CONCRETO Y ADITIVOS

711.01 Materiales para el curado. Deben satisfacer los requisitos siguientes:

(a) Tela de yute	ASTM M 182
(b) Papel impermeable	ASTM M 171
(c) Película de polietileno	ASTM M 171
(d) Membrana líquida	ASTM M 148

711.02 Aditivos inclusores de aire. Deben satisfacer los requisitos de AASHTO M 154. Para concreto estructural, el inclusor de aire se clasifica como resina de vinsol o aceite de vinsol.

711.03 Aditivos químicos. Reductores de agua, retardadores de fragua, aceleradores de fragua, o combinación de ellos, conforme a AASHTO M 194. No deben combinarse aditivos químicos sin consultar su compatibilidad. Si la hay, debe demostrarse con documentos del fabricante. No deben usarse aceleradores de cloruro.

711.04 Látex modificado. Se fabrica con una emulsión de polímeros estabilizada en fábrica, que debe formar una película homogénea, no tóxica, conforme a los siguientes requisitos:

(a) Color	Blanco
(b) Polímero estireno butadino	68±4% estireno y 32±4% butadino
(c) Cloruros	0%
(d) Tamaño de partícula de polímeros	0.15 a 0.25 µm promedio
(e) Estabilizador de emulsión	aniónico y no-iónico surfactante
(f) Sólidos	46.5 a 49 %
(g) Peso	1.0 a 1.02 kg/litro o galón
(h) pH	9 a 13
(i) Vida útil	2 años mínimo

SECCIÓN 712.) MATERIAL PARA JUNTAS

712.01 Sellantes, rellenos, sellos y mangas. Deben satisfacer los siguientes requerimientos:

(a) Sellantes y relleno para juntas y grietas. Certificación del fabricante identificando el envase y/o el número de lote, material, cantidad, fecha y tiempo de manufacturado, nombre y dirección.

- (1) Sello tipo elástico, colado en sitio en caliente, para juntas en concreto AASHTO M 173
- (2) Sellante para juntas, coladas en sitio en caliente, para pavimentos de concreto y asfalto AASHTO M 301
- (3) Relleno para grietas, aplicado en caliente, en pavimento de concreto asfáltico y concreto de cemento Portland ASTM D 5078
- (4) El propietario de los productos de asfalto-caucho, debe informar:
 - (a) Fuente y grado del cemento asfáltico
 - (b) Contenido granular de caucho y peso, como porcentaje de la mezcla asfalto-caucho
 - (c) Tipo(s) de caucho granular y contenido de cada tipo (si se mezclan)
 - (1) Peso, como porcentaje de combinación de cauchos
 - (2) Granulometría del caucho granular
 - (d) Tipo de asfalto modificado.
 - (e) Cantidad de asfalto modificado y peso como porcentaje de cemento asfáltico
 - (f) Otros aditivos
 - (g) Calentamiento y aplicación de temperaturas
 - (h) Recomendaciones y procesos de aplicación

(b) Relleno de las juntas de expansión. Se elaborarán en una sola pieza, con la profundidad y el ancho requeridos para la junta.

- | | |
|--|--------------|
| (1) Formar el relleno para la junta de expansión en concreto, (tipo bituminoso) | AASHTO M 33 |
| (2) Rellenar la junta de expansión con caucho esponjoso, para pavimento de concreto y construcciones estructurales. | AASHTO M 153 |
| (3) Rellenar la junta de expansión con corcho en pavimentos de concreto y construcciones estructurales ⁽¹⁾ | AASHTO M 153 |
| (4) Rellenar la junta de expansión en pavimentos de concreto y construcciones estructurales (tipos no extrusivos y bituminosos elásticos). | AASHTO M 213 |
- ⁽¹⁾ No usar en estructuras de concreto mayor

(c) Sellos premoldeados para las juntas

(1) Aplicaciones en pavimentación. Se fabricarán los sellos con elastómeros de policloropreno conforme a AASHTO M 220. Se usará un adherente lubricante de acuerdo a lo siguiente:

- (a) Contenido de sólido por peso, ASTM D 2369 22%
- (b) Esfuerzo de limpieza, ASTM D 903 10 MPa max.
- (c) Edad de manufactura 9 meses max.

(2) Aplicaciones en cajas de registro, tomas y drenajes. Se fabricarán en secciones múltiples de caucho neopreno y etileno propileno di- monómero (EPDM), sello de caucho, con un mínimo de 1.5 milímetros. Antes de la entrega, se pintará el caucho con un sello de caucho con butil, no endurecedor para impermeabilizar la instalación. Las propiedades requeridas aparecen en la Tabla 712-1 siguiente.

**Tabla 712-1
Sellos para juntas**

Propiedades Físicas Prueba	ASTM	EPDM	Neopreno Masilla	Método de Butil
Tensión, Mpa	D142	10	12	-
Elongación, %	D142	440	230	280
Resistencia al Desgarre, N/mm	D 624 (molde B)	40	20	-
Rebote, %, 5 min. (mod)	C 972	-	-	11
Rebote, %, 2Hr.	C972			12

(d) Relleno de espuma. Relleno fabricado con poliestireno expandido. Su resistencia a la compresión no debe ser menor de 70 kilopascales.

(e) Sello colado en frío. Fabricado a partir de caucho silicón con módulo bajo, colado el compuesto conforme a FSS TT –S – 1543, clase A, con una elongación última del 1200%.

(f) Sello de juntas con silicón de módulo bajo. Fabricado en parte con una fórmula de silicón, conforme a los siguientes requerimientos:

- (1) Flujo, MIL S - 8802 8 mm max.
- (2) Razón de extrusión, MIL S – 8802 75 a 250 g/min.
- (3) Tiempo libre de liga, MIL S- 8802 20 a 75 min.
- (4) Peso específico, ASTM D 792, método A 1.010 a 1.515
- (5) Dureza con durómetro, ademe A, 10 a 25

- ASTM D 2240
- (6) Esfuerzo de tensión @ 150% elongación, 520 kPa max.
ASTM D 412
- (7) Elongación, ASTM D 412 500 % min.
- (8) Adhesión, MIL S- 8802 9 Kg con > 75% de
falta cohesiva
- (9) Tiempo de fabricado 6 meses max.

Cabilla de apoyo. Fabricada de polietileno conforme ASTM D 3204 tipo 1. Se usará un sellante compatible con el material de la cabilla. Las dimensiones requeridas se muestran en la Tabla 712-2.

Tabla 712-2
Tamaño de las cabillas

Ancho de la junta preparada	Diámetro de la cabilla
8 mm	9 mm
9 mm	13 mm
13 mm	16 mm
16 mm	19 mm
19 mm	25 mm
25 mm	32 mm
32 mm	38 mm
38 mm	50 mm

712.02 Mortero para juntas. El mortero consistirá en una parte de cemento Portland y dos partes de arena aprobada y el agua necesaria para obtener la consistencia requerida. El cemento Portland y la arena deben satisfacer las Subsecciones 701.01 y 703.01 respectivamente. El mortero se deberá emplear dentro de los 30 minutos siguientes a su preparación. Cuando sea indicado, se deberá proporcionar incluso de aire.

712.03 Cubrejunta impermeable. Los anillos de empaque para juntas de tubería rígida, deben cumplir con lo requerido en AASHTO M 198, tipo A o B. Los anillos de empaque para las juntas de tubería metálica flexible, deben cumplir con lo requerido en ASTM C 361 M. Los empaque planos continuos para tubería metálica flexible, con bandas planas, deben cumplir la norma ASTM D 1056 grado SCE 41 usando cubrejunta de 13 milímetros más que el diámetro nominal menor de las corrugaciones del tubo. Para cubrejuntas planas de tubería flexible metálica con bandas corrugadas, se cumplirá la norma ASTM C 1056, grado SCE 43 con 9 milímetros de espesor.

712.04. Reservada

712.05. Mortero para apoyos y juntas de mampostería.

(a) Materiales. Cuando el contrato contiene otras obras de concreto, se podrá usar el mismo cemento en el mortero, que debe cumplir con los siguientes requerimientos:

(1) Cemento mampostería/ cemento Portland	Subsección 701.01
(2) Agregado fino	Subsección 703.01 o AASHTO M 45
(3) Cal (hidratada)	Subsección 725.03
(4) Cenizas	Subsección 725.04
(5) Agua	Subsección 725.01

(b) Composición. Consiste en la mezcla de una parte de cemento de mampostería o cemento Portland con aire incorporado, con dos partes de agregado fino, por volumen. Se podrá agregar cal hidratada o ceniza en una cantidad que no exceda el 10 % del cemento, por peso. En el caso de aire incorporado, el aditivo debe estar de acuerdo con la Sección 552.

(c) Esfuerzo a la compresión. El esfuerzo a la compresión uniaxial del mortero a los 28 días de colado, debe resistir 14 megapascales, probado de acuerdo a AASHTO T 22 y 23, excepto las muestras cilíndricas con una relación longitud/diámetro de 2 a 1.

712.06 Retenedores de agua de cobre y botaguas. Las planchas de cobre para estos usos deberán satisfacer los requisitos de AASHTO M 138M cobre USN No. C1100. No se requiere la prueba de resistividad.

712.07 Retenedores de agua de caucho. Estos retenedores pueden ser de tipo moldeado o estirado a presión y deben tener una sección transversal uniforme, exenta de porosidad y otros defectos, de acuerdo con las medidas nominales mostradas en los planos.

Puede usarse un tipo de forma equivalente, aprobada por el Contratante.

Este tipo de retenedor debe fabricarse con un compuesto de goma natural, de caucho sintético, o una mezcla de los dos, junto con otros materiales compatibles que puedan producir una tapajunta impermeable, que satisfaga los requisitos tabulados a continuación:

(a) Dureza (durómetro ademe)	60 a 70
(b) Ajuste de compresión	30 % máx.
(c) Resistencia a la tensión	17 MPa min.
(d) Alargamiento al fracturarse	450 % min.
(e) Refuerzo a la tensión al 300% del alargamiento	6 MPa min
(f) Absorción de agua por peso	5 % máx.
(g) Resistencia a la tensión después del envejecimiento, 7111	80 % original min.

Nota: FTMS 601

712.08 Retenedores de agua de plástico. Deben fabricarse con un compuesto plástico elástico homogéneo, a base de cloruro de polivinilo y deberán tener una sección transversal uniforme, exenta de porosidad u otros defectos. Se podrán usar otros materiales que, después de fabricados cumplan con los requisitos siguientes:

Características	ASTM	Especificación
a. Resistencia a la tensión	D 638 M	9.6 Mpa min.
b. Alargamiento al fracturarse	D 638M	250% min.
c. Dureza (durómetro ademe)	D 2240	60 hasta 75
d. Peso Específico	5011 (1)	Máx. 0.02 del valor del fabricante
e. Resistencia al álcali (2)	D 543	
Cambio de peso		-0.1 a +0.25% máx.
Cambio de dureza		± ademe máx.
Disminución de resistencia a tensión		15% máx.
f. Absorción de agua (48 horas)	D 570	0.5 máx.
g. Dobladura en frío (3)		sin agrietamiento
h. Pérdida de volátiles	D 1203	No mayor del valor de fábrica

Notas:

- (1) FTMS 406.
- (2) Usar 10 % de solución NaOH por 7 días
- (3) El ensayo de doblado en frío se efectuará sometiendo una tira de plástico de 25 por 150 milímetros, de 3 milímetros de espesor a una temperatura de -29°C durante 2 horas. Inmediatamente después se doblará a 180 grados alrededor de una barra de 3 milímetros de diámetro, mediante la aplicación de suficiente fuerza para retener la tira y examinarla para detectar si se produjo agrietamiento. Se ensayarán por lo menos tres muestras individuales de cada lote.

No se debe usar ningún material recuperado. El Contratista deberá presentar un certificado del fabricante que especifique la composición general del material y aportar muestras, para verificar la calidad del producto mediante las pruebas correspondientes, cuando lo ordene el Contratante.

SECCIÓN 713.) MATERIALES PARA MEJORAMIENTO DE LA FAJA LATERAL EN CARRETERAS

713.01 Capa superior de tierra vegetal.

(a) Tierra suministrada. El Contratista debe proveer tierra vegetal o negra que sea suelta, friable, exenta de mezclas con subsuelo, libre de basura, troncos, raíces, piedras mayores que 25 milímetros, malezas o matorrales u otras materias perjudiciales para el desarrollo de vegetación. Además la tierra negra debe suministrarse conforme a las siguientes normas.

(1) Textura

(a) Materia orgánica, AASHTO T267	3 a 10%
(b) Arena, AASHTO T88	20 a 70%
(c) Limos, AASHTO T 88	10 a 60%
(d) Arcillas, AASHTO T88	5 a 30%

(2) pH, AASHTO T289 6 a 8

(b) Tierra conservada en sitio. Ver la Subsección 204.02 (d)

713.02 Piedra caliza para uso agrícola. Debe proveerse piedra caliza molida de tipo calcárea o dolomítica que esté conforme a la norma de la Asociación Internacional de Químico Analíticos, los códigos locales y las siguientes normas:

(a) Pureza (carbonatos de calcio y magnesio)	75% mínimo
(b) Granulometría	Ver tabla 713-1

**Tabla 713-1
Granulometría para la piedra caliza de uso agrícola**

Tamaño de tamiz	Porcentaje pasando mínimo por peso en el tamiz (AASHTO T27)
2.0 mm	90%
425 µm	50%

La escoria triturada u otras fuentes naturales de cal pueden ser usadas siempre que la tasa de aplicación sea ajustada para que pueda igualar la fuerza total neutralizante de la piedra caliza triturada que hubiese sido especificada.

713.03 Fertilizante. Este material debe ser un fertilizante seco comercial de calidad estándar que cumpla con las normas de la Asociación Internacional de Químicos Analíticos, los códigos locales y los porcentajes mínimos de nutrientes disponibles.

El fertilizante debe suministrarse en envases nuevos, limpios, sellados y cerrados, con su rotulación respectiva, con el nombre del fabricante, peso y datos de análisis de componentes garantizados.

Se puede usar también el fertilizante de tipo líquido, siempre que cumpla con el mínimo de nutrientes especificado para el proyecto.

713.04 Semillas. Deben ajustarse a la norma FSS JJJ-S-181. No se usará semilla húmeda, contaminada o deteriorada. Debe suministrarse cada tipo de semilla en un contenedor separado. Cada recipiente debe estar rotulado con lo siguiente:

- (a) Nombre y tipo de semilla
- (b) Número de lote
- (c) Peso neto
- (d) Porcentaje de pureza, germinación y semilla dura
- (e) Porcentaje máximo de contenido de semilla de maleza

713.05 Cubierta vegetal

(a) **Astillas de madera.** Deben revisarse astillas de plantas duras, libres de enfermedades u hongos, o cualquier otro material no adecuado. El material debe estar seco al aire y debe ser adecuado para colocarlo con un equipo de sopladura.

(b) **Paja.** Debe suministrarse paja de hierbas, libre de maleza, hongos u otros elementos no adecuados. La paja debe estar seca al aire para que se pueda colocar con un equipo soplador.

(c) **Fibra de celulosa o madera.** Debe proveerse de fibra de madera proveniente de fuentes naturales, que cumpla lo siguiente:

- (1) Con pigmentación verde que no sea perjudicial para el crecimiento de planta
- (2) Totalmente dispersable en agua
- (3) No tóxica para la semillas ni las plantas
- (4) Libre de sustancias que inhiban la germinación o crecimiento
- (5) Libre de semillas de maleza
- (6) Seca al aire con una humedad de equilibrio de 12.3 por ciento
- (7) Empacada en contenedores nuevos
- (8) Empacada en condición apropiada para ser mezclada en una lechada homogénea para aplicar por rociadura.

(d) **Fibra celulosa de hierba.** Debe suministrarse fibra de hierba que cumpla lo siguiente:

- (1) Pigmentación verde que no sea perjudicial para el crecimiento de plantas
- (2) Totalmente dispersable en agua
- (3) No tóxica para la semillas ni las plantas
- (4) Libre de sustancias que inhiban la germinación o crecimiento
- (5) Libre de semillas de maleza
- (6) Seca al aire, con una humedad de equilibrio de 12.3 por ciento
- (7) Empacada en contenedores nuevos
- (8) Empacada en condición apropiada para ser mezclada en una lechada homogénea para aplicar por rociadura.

(e) Musgo o turba. La turba de pantano debe cumplir con lo siguiente:

(1) Piedra, palos y material mineral	0%
(2) Ramas y hojas parcialmente descompuestas	75% mínimo
(3) Color	Café o pardo
(4) Textura fibrosa porosa o esponjosa	
(5) pH	3.5 a 7.5
(6) Seca al aire	

(f) Compost o abono orgánico. Debe suministrarse material orgánico parcialmente descompuesto, tales como hojas, césped, arbustos y residuos de podas, curados entre 4 y 8 semanas. La madurez del material se indica por la estabilidad de la temperatura y el olor a suelo. Debe ser friable, oscura, libre de maleza y patógenos, y cumplir las siguientes normas:

(1) Relación carbón/nitrógeno	25 / 1 hasta 35 / 1
(2) Relación carbón/ fósforo	120 / 1 hasta 240 / 1
(3) pH	6.0 a 7.8
(4) Contenido de agua	40% máximo
(5) Tamaño de partículas	
(6) Semillas	12 mm máximo
(7) Control de erosión	25 mm máximo
(8) Materia orgánica	50% mínimo
(9) Materiales extrañas (metal, vidrio)	2% máximo

(g) Paja para plantación en agua. Se suministrará paja agrícola limpia, molida, de 25 mm o menor longitud. Se secarán las fibras hasta un 10% de humedad para compactación. Se empacarán en bolsas plásticas selladas.

(h) Matriz de fibra vegetal. Se proveerá una mezcla de fibras de madera alargadas con un agente adherente que cuando se moje y seque produzca una matriz que sea conforme a lo siguiente:

- (1) Al humedecerse no debe disolverse o dispersarse
- (2) Mantener al menos 1.000 gramos de agua por 100 gramos de matriz seca
- (3) No tener elementos que inhiban la germinación o crecimiento
- (4) No formar una capa no sensible de agua
- (5) Contener material 100% biodegradable

713.06 Plantas

(a) Calidad de las plantas. Todas las plantas suministradas deberán ser representativas de la mejor clase de cada especie o variedad y provendrán de viveros donde hayan sido plantadas técnicamente y luego transplantadas. Sus raíces deben haber sido recortadas dos o tres veces según la especie y tamaño de la planta y sus ramas deben mostrar un desarrollo normal suficiente. No se aceptarán plantas que tengan desfiguraciones, maltrato por exceso de sol, daños generales, raspaduras en la corteza, madera muerta o seca, tallos finales rotos u otros deterioros perjudiciales.

Los árboles deben tener troncos razonablemente derechos, así como un ramaje en buen estado y simétrico, de acuerdo a las condiciones habituales de desarrollo.

(b) Nombre de las plantas. Todas las plantas deberán tener nombres comunes o científicos de acuerdo a las normas de Nombres de Plantas del Comité Americano de Horticultura o del Contrato. Cada planta debe tener su identificación y nombre adjuntos.

(c) Granulometría. Debe cumplir con las normas que establezca el Contrato.

(d) Inspección de viveros y cuarentena de plantas. Todas las plantas suministradas deben estar libres de enfermedades y plagas de insectos nocivos. Se cumplirá con todas las regulaciones para transportar viveros y plantas germinadas y las de cuarentena de plantas que existan en su localidad. Se tendrá a mano una copia del certificado de inspección para cada bulto, caja, bolsa o camión cargado con esos elementos.

(e) Plantas embaladas y envueltas en yute. Se proveerán plantas con tierra intacta del lugar de donde es originaria la planta. Se excavarán las plantas lo suficiente como para retener una buena parte de las raíces fibrosas. Se envolverán, transportarán y manejarán las plantas en tal forma que la tierra y las raíces permanezcan intactas.

713.07 Mallas o redes para control de erosión y geoceldas

(a) Mallas de control de erosión. Este material debe cumplir la siguiente normativa:

(1) Tipo 1- Mallas para control de erosión.

(a) Mallas de paja. Se proveerán mallas de paja limpia que estén conformes con la Subsección 713.05(a) que estén fijadas a una red fotodegradable de polipropileno, mediante hilo de algodón. Deben cumplir con las especificaciones de la Tabla 713-2.

Tabla 713-2
Mallas de paja para control de erosión

Material	Especificación
Paja	240 g/m ² min
Malla	Fotodegradable con un lado de mecate en cuadro de 5 a 20 mm (**), con un peso de 1.5 Kg/100 mm ² de superficie.

(*) El contenido de humedad no excederá de 20%

(**) Las dimensiones son aproximadas y pueden variar según el fabricante.

(b) *Tejido de cañamazo.* Se proveerá tejido de cañamazo con costura estándar y un peso de 145±20 gramos por metro cuadrado.

(c) *Tejido de yute*. Se suministrará tejido de yute con una abertura uniforme que no varíe en espesor más de la mitad de su diámetro normal. Debe cumplir las siguientes normas:

- | | | |
|-----|---------------------------|---------------------------|
| (1) | Tamaño de malla | 25 por 25 mm máximo |
| (2) | Peso de malla, ASTM D1776 | 0.5 Kg/m ² ±5% |

(d) Papel avitelado o henequén. Este material debe cumplir con las siguientes normas:

- | | | |
|-----|-----------------------------------|------------|
| (1) | Aberturas de malla | 3 a 6 mm |
| (2) | Contracción después de ser mojada | 20% máximo |

(2) Tipo 2-Malla para control de erosión

(a) *Mallas de paja y de palma*. Se suministrará una malla de paja y yute biodegradable, sin tratamiento y sin color, de fibra de coco, de fibras sintéticas de propileno, u otro material aprobado en una malla plana. Deben cumplir las especificaciones de la Tabla 713-3.

Tabla 713-3
Malla de paja y fibra de coco

Material	Especificaciones
Paja(*) 70%	240 g/m ² min.
Coco 30%	240 g/m ² min.
Malla	Fotodegradable en ambos lados con agujeros cuadrados de 16 a 25 mm (**), con una peso de 1.5 Kg/100 m ² de superficie.

(*) El contenido de humedad no excederá de 20%

(**) Las dimensiones son aproximadas y varían según el fabricante.

(b) *Malla excelsior*. Se proveerá una cubierta de espesor uniforme que consiste en madera excelsior arrollada y asegurada en el lado superior a una malla de plástico extruído, biodegradable y fotodegradable. Debe cumplir lo siguiente:

- | | |
|--|-----------------------------|
| (1) Fibras de excelsior >= 200 mm longitud | 80% mínimo |
| (2) Tamaño de malla | 25 mm por 50 mm |
| (3) Peso de cubierta/ área | 0.53±0.05 Kg/m ² |

(c) *Cubierta vegetal*. Se suministrará una cubierta de 3 a 13 mm de espesor que se componga de material vegetal orgánico biodegradable, tal como paja, celulosa arrollada de madera, fibra de coco u otros materiales distribuidos uniformemente en un lado de una malla fotodegradable de polipropileno, que tenga una peso mínima de 0.27 Kg por metro cuadrado.

(3) Tipo 3 - Malla de fibra de coco. Se proveerá una malla que consista en una capa de yute biodegradable sin color, fibras de coco y fibras sintéticas de polipropileno u otro material tejido que sea aprobado y que tenga una cara plana y aberturas cuadradas entre 16 y 25 milímetros. Debe cumplir con la Tabla 713-4.

**Tabla 713-4
Malla de coco**

Material	Especificaciones
Coco (*) 100%	240 g/m2 min.
Malla	Fotodegradable en un lado con agujeros cuadrados entre 16 y 25 milímetros (**), con una peso de 1.5 kg / 100 m ²

(*) El contenido de humedad no debe exceder de 20%

(**) Las dimensiones son aproximadas y pueden variar según el fabricante

(4) Tipo 4 - Mallas y cubiertas sintéticas para control de erosión

(a) *Malla sintética.* Se proveerá una malla flexible, producida en taller, que consista en fibras de poliolefino monofilamento posicionadas entre dos redes orientadas biaxialmente. Se pegarán las redes en forma mecánica con una costura paralela con hilo de poliolefino, para formar una malla tridimensional, altamente resistente al ambiente y al deterioro químico. Se debe cumplir con lo anotado en la Tabla 713-5.

**Tabla 713-5
Malla sintética para control de erosión**

Propiedad	Especificaciones	Método de ensayo
Color	Verde	visual
Espesor	6 mm min.	ASTM D 1777
Resistencia(1)	1590 x 525 N/m mín.	ASTM D 5035
Elongación(1)	50% máx.	ASTM D 5035
Porosidad(2)	85% mín.	Calculado
Resiliencia (3)	80%	ASTM D 1777
Estabilidad ante ultravioleta (4)	80%	ASTM D 4355

(1) Los valores que se anotan son para condiciones secas o saturadas, en ambas direcciones del tejido.

(2) Los cálculos están basados en peso, espesor y gravedad específica

(3) Porcentaje retenido del espesor original después de 3 ciclos de 690 Kpa de carga por 60 segundos sin carga. El espesor se mide 30 minutos después de remover la carga.

(4) Resistencia retenida a tensión después de 1.000 horas en un medidor de intemperismo.

713.08 Material misceláneo para plantas

(a) Estacas para anclaje y apuntalamiento. Se harán estacas para apuntalar o para anclar árboles, de una madera robusta aprobada, libre de nudos, comején u otros defectos que puedan perjudicar la resistencia de la estaca. Las estacas tendrán una sección mínima de 50 mm por 50 mm y una longitud adecuada.

Las estacas de anclaje y las de apuntalamiento tendrán una misma longitud tamaño. El diámetro y longitud de la pieza de apoyo se especifica en el contrato.

713.09 Espigas. Se usarán vástagos sanos y vivos, vivientes (estolones o rizomas) con raíces prendidas de pastos perennes para formar césped de las clases mostradas en los planos. Serán cosechadas sin tierra adherente y obtenidas de fuentes aprobadas, en la localidad de la obra, donde sea pesada y tupida. La presencia de hierbas inconvenientes, de maleza o de materiales objetables será motivo de rechazo.

713.10 Césped. Se debe suministrar césped con un desarrollo vigoroso y con el espesor especificado en las disposiciones especiales del contrato. El césped debe tener una condición densa y desarrollada de raíces y estará razonablemente libre de maleza y hierbas perjudiciales. El césped en cuadros debe ser cortado en su parte superior a 75 mm de altura.

713.11 Estacas para césped. Se deben suministrar estacas cuadradas y redondas de madera sana que cumplan lo siguiente:

- | | |
|---|---------------------|
| (a) Longitud | 200 mm min. |
| (b) Área aproximada de sección transversal | 600 mm ² |

SECCIÓN 714.) MATERIALES GEOCOMPUESTOS Y GEOTEXTILES PARA DRENAJE

714.01 Geotextiles. Para fabricar los geotextiles y sus costuras se deben usar polímeros sintéticos de cadena larga, compuestos por al menos un 95% de peso de poliolefinos o poliésteres. El producto debe formarse con una geometría estable, de tal manera que los cordones y filamentos retengan su posición y dimensión relativa respecto a los demás.

(a) Requisitos físicos. Los geotextiles especificados deben cumplir con las especificaciones dadas en las tablas siguientes:

(1) Tipo I (A-F)	Geotextil para drenaje superficial	Tabla 714-1
(2) Tipo II (A-C)	Geotextil para separación	Tabla 714-2
(3) Tipo III (A-B)	Geotextil para estabilización	Tabla 714-3
(4) Tipo IV (A-F)	Geotextil para control de erosión	Tabla 714-4
(5) Tipo V (A-C)	Geotextil para barrera temporal	Tabla 714-5
(6) Tipo VI	Geotextil para pavimentación	Tabla 714-6

Todos los valores de propiedades del material representan los valores medios mínimos para el rollo, en la dirección principal más débil (excepto para la abertura de las redes). Por ejemplo, si se toman muestras de cualquier rollo de geotextil, el valor medio debe exceder los valores especificados. Los valores para la abertura de la malla representan los valores promedio máximos para el rollo del material.

Los rollos de material se deben proteger de la humedad levantándolos sobre el suelo y cubriéndolos con un material impermeable. Además, se deben proteger de la radiación ultravioleta del sol. La exposición máxima permisible al sol será de 10 días.

(b) Procedimientos de evaluación. Los geotextiles serán evaluados conforme a la Subsección 106.03. Se debe suministrar un certificado comercial que incluya el nombre del fabricante, nombre del producto, código o tipo, composición química de los filamentos o cordones y otra información relevante del material.

Para tomar muestras del geotextil se debe extraer un metro de longitud por todo el ancho del rollo. Este metro de material no se debe obtener de la primera capa exterior del rollo, sino de su interior. La muestra se debe etiquetar con información tal como lote de entrega, fecha de muestreo, proyecto, renglón de pago, fabricante y nombre del producto.

Si el geotextil va a tener costuras se debe suministrar una descripción del proceso de costura o unión y una muestra del material ya cosido. La descripción del proceso debe incluir todos los detalles del hilo, espaciamiento de costura, tipo de máquina, tipo de costura, reborde de la costura, etc. Se debe suministrar una muestra de por lo menos 2 metros de longitud y 1.5 metros de ancho. Todas las costuras deben ser aprobadas previamente a la instalación del geotextil en la obra.

Tabla 714-1
Requisitos físicos para geotextiles de drenaje subterráneo

Propiedad	Norma de ensayo	Unidades	Tipo I-A (1)	Tipo I-B (1)	Tipo I-C (1)	Tipo I-D (1)	Tipo I-E (1)	Tipo I-F (1)
Resistencia al agarre	D 4632	Newtons	1100/700	1100/700	1100/700	800/500	800/500	800/500
Resistencia de juntas cosidas	D 4632	Newtons	990/630	990/630	990/630	720/450	720/450	720/450
Resistencia a rasgaduras	D 4533	Newtons	400/250	400/250	400/250	300/175	300/175	300/175
Resistencia a agujeros	D 4833	Newtons	400/250	400/250	400/250	300/175	300/175	300/175
Resistencia a ruptura	D 3786	Kpa	2750/1350	2750/1350	2750/1350	2100/950	2100/950	2100/950
Permisividad	D 4491	Segundos ⁻¹	0.5	0.2	0.1	0.5	0.2	0.1
Abertura aparente	D 4751	mm	0.45	0.25 (2)	0.22 (2)	0.45 (2)	0.25 (2)	0.22 (2)
Estabilidad al ultravioleta	D 4355	%	50% después de 500 horas de exposición					

- (1) El primer valor en cada tipo se aplica para los geotextiles que se rompen a menos del 50% de elongación. El segundo valor corresponde a los geotextiles que se rompen al 50% o mayor elongación (ASTM D 4632).
- (2) Se aplica al valor promedio máximo del rollo.
- (3) El valor mínimo promedio de resistencia a rasgadura para geotextil monofilamento tejido es de 245 Newtons.

Tabla 714-2
Requisitos físicos para geotextiles de separación

Propiedad	Norma de ensayo	Unidades	Tipo II-A (1)	Tipo II-B (1)	Tipo II-C (1)
Resistencia al agarre	D 4632	Newtons	1400/900	1100/700	800/500
Resistencia de juntas cosidas	D 4632	Newtons	1260/810	990/630	720/450
Resistencia a rasgaduras	D 4533	Newtons	500/350	400/250	300/180
Resistencia a agujeros	D 4833	Newtons	500/350	400/250	300/180
Resistencia a ruptura	D 3786	Kpa	3500/1700	2700/1300	2100/950
Permisividad	D 4491	Segundos ⁽⁻¹⁾	0.02	0.02	0.02
Abertura aparente	D 4751	'mm	0.60 (2)	0.60 (2)	0.60 (2)
Estabilidad al ultravioleta	D 4355	%	50% después de 500 horas de exposición		

- (1) El primer valor en cada tipo se aplica para los geotextiles que se rompen a menos del 50% de elongación. El segundo valor corresponde a los geotextiles que se rompen al 50% o mayor elongación (ASTM D 4632).
- (2) Se aplica al valor promedio máximo del rollo.
- (3) El valor mínimo promedio de resistencia a rasgadura para geotextil monofilamento tejido es de 245 Newtons.

Tabla 714-3
Requisitos físicos para geotextiles de estabilización

Propiedad	Norma de ensayo	Unidades	Tipo III-A (1)	Tipo III-B (1)
Resistencia al agarre	D 4632	Newtons	1400/900	1100/700
Resistencia de juntas cosidas	D 4632	Newtons	1260/810	990/630
Resistencia a rasgaduras	D 4533	Newtons	500/350	400/250
Resistencia a agujeros	D 4833	Newtons	500/350	400/250
Resistencia a ruptura	D 3786	Kpa	3500/1700	2700/1300
Permisividad	D 4491	Segundos ⁽⁻¹⁾	0.05	0.05
Abertura aparente	D 4751	'mm	0.43 (2)	0.43 (2)
Estabilidad al ultravioleta	D 4355	%	50% después de 500 horas de exposición	

- (1) El primer valor en cada tipo se aplica para los geotextiles que se rompen a menos del 50% de elongación. El segundo valor corresponde a los geotextiles que se rompen al 50% o mayor elongación (ASTM D 4632).
- (2) Se aplica al valor promedio máximo del rollo.
- (3) El valor mínimo promedio de resistencia a rasgadura para geotextil monofilamento tejido es de 245 Newtons.

Tabla 714.4
Requisitos físicos para geotextiles de control permanente de erosión

Propiedad	Norma de ensayo	Unidades	Tipo IV-A (1)	Tipo IV-B (1)	Tipo IV-C (1)	Tipo IV-D (1)	Tipo IV-E (1)	Tipo IV-F (1)
Resistencia al agarre	D 4632	Newtons	1400/900	1400/900	1400/900	1100/700	1100/700	1100/700
Resistencia de juntas cosidas	D 4632	Newtons	1260/810	1260/810	1260/810	990/630	990/630	990/630
Resistencia a rasgaduras	D 4533	Newtons	500/350	500/350	500/350	400/250	400/250	400/250
Resistencia a agujeros	D 4833	Newtons	500/350	500/350	500/350	400/250	400/250	400/250
Resistencia a ruptura	D 3786	Kpa	3500/1700	3500/1700	3500/1700	2700/1300	2700/1300	2700/1300
Permisividad	D 4491	Segundos ⁽⁻¹⁾	0.7	0.2	0.1	0.7	0.2	0.1
Abertura aparente	D 4751	'mm	0.34	0.25 (2)	0.22 (2)	0.34 (2)	0.25 (2)	0.22 (2)
Estabilidad al ultravioleta	D 4355	%	50% después de 500 horas de exposición solar					

- (1) El primer valor en cada tipo se aplica para los geotextiles que se rompen a menos del 50% de elongación. El segundo valor corresponde a los geotextiles que se rompen al 50% a mayor elongación (ASTM D 4632).
- (2) Se aplica al valor promedio máximo del rollo.
- (3) El valor mínimo promedio de resistencia a rasgadura para geotextil monofilamento tejido es de 245 Newtons.

Tabla 714-5
Requisitos físicos para barandas temporales de limos

Propiedad	Norma de ensayo	Unidades	Tipo V-A	Tipo V-B (2)	Tipo V-C (3)
Resistencia al agarre Dirección máquina Dir. Cruzada	D 4632	Newtons	400 400	550 450	550 450
Permisividad	D 4491	Seg ⁽⁻¹⁾	0.05	0.05	0.05
Abertura aparente	D 4751	'mm	0.60 (1)	0.60 (1)	0.60 (1)
Estabilidad al ultravioleta	D 4355	%	70% después de 500 horas de exposición solar		
Espaciamiento máximo entre postes		metros	1.20	1.20	2.0

(1) Valor máximo promedio del rollo

(2) Valor en la ruptura cuando la elongación es igual o mayor de 50% (ASTM D 4632)

(3) Valor en la ruptura cuando la elongación es menor que el 50% (ASTM D 4632)

Tabla 714-6
Requisitos físicos para tejido de pavimentación

Propiedad	Norma de Ensayo	Unidades	Tipo VI
Resistencia al agarre	ASTM D 4632	Newtons	500
Elongación última	ASTM D 4632	Newtons	50% en la ruptura
Retención de asfalto	Texas DOT reglón de pago 3099	L/m ²	0.90
Punto de fusión	ASTM D 276	Grados Centígrados	150

714.02 Drenes geocompuestos. El canal central de drenaje debe estar envuelto o encapsulado por el geotextil. Se deberán incluir todos los accesorios de fijación necesarios para empalmar una lámina, panel o rollo con el siguiente y para conectar el drenaje al colector y a la tubería de salida.

Para el canal de drenaje se deben usar materiales con polímeros sintéticos de cadenas largas compuestos por al menos 85% por peso de polipropileno, poliéster, poliamida y cloruro de polivinilo, poliolefino o poliestireno. Se construirá un canal central con láminas, paneles o rollos de resistencia adecuada para soportar los esfuerzos de instalación y las condiciones de carga a largo plazo. El canal central se formará por medio de columnas, conos, redes, filamentos rígidos u otras configuraciones.

Los drenes geocompuestos deben tener una resistencia mínima a compresión de 275 kilopascales, al ser ensayados de acuerdo con la norma ASTM D 1621, procedimiento A. Los accesorios de fijación y traslape y todos los conectores deben tener resistencia suficiente para mantener la integridad del sistema durante el manejo y su construcción sin impedir el flujo de agua y sin dañar el canal central.

Se protegerá el material del agua y de la radiación del sol mediante cubiertas protectoras, si se tiene que almacenar a la intemperie. Si se va a usar el geotextil en un proyecto permanente, no se permitirá que se exponga al sol por más de 10 días.

Los geocompuestos serán evaluados de acuerdo a la Sección 106.03. Las muestras del material deben ser de 1 metro por 1 metro de sección cuadrada, para material suministrado en láminas. Si se suministra en rollos, la muestra debe ser de un metro por todo el ancho del rollo. Se identificará la muestra con el número del lote de producción, fecha de muestreo, número de proyecto, número de rubro, fabricante y nombre del producto.

(a) Subdrenajes de geocompuestos. Los flujos horizontales y verticales de agua dentro del canal central deben estar interconectados para toda su altura. Este canal envuelto en geotextil debe proveer una tasa mínima de flujo de 1 litro por segundo por metro de ancho, según la norma ASTM D 4716, con las siguientes condiciones:

- (1) El espécimen debe tener 300 mm de longitud
- (2) La carga aplicada será de 69 kilopascales
- (3) La gradiente será de 0.1
- (4) El periodo de reposo será de 100 horas
- (5) Debe existir espuma de hule para cierre entre las plaquetas y el geocompuesto.

Se asegurará muy bien el geotextil al canal central, en tal forma que no aparezcan arrugas, dobleces o se facilite el movimiento al colocarlo o después de completar su instalación. Se usará un adhesivo no soluble en agua o un sistema en caliente para soldar, o los métodos que recomiende el fabricante.

No se usará el adhesivo en las zonas donde haya flujo de agua constante.

Si se usa soldadura en caliente, se tendrá cuidado de no debilitar el geotextil en sus propiedades de resistencia. Se extenderá el geotextil por debajo del canal central y con suficiente longitud para encapsular completamente la tubería del colector.

(b) Drenes de láminas de geocompuestos. Los flujos horizontales y verticales de agua en el drenaje laminar deben estar conectados con la altura completa del canal central. Este canal, con el geotextil laminado a un lado, debe proveer una tasa mínima de flujo de 1 litro por segundo por metro de ancho, cuando sea ensayado de acuerdo con ASTM, D 4716, bajo las condiciones (1 a 5) que se anotaron en (a). La gradiente debe ser de 1.0.

Si la construcción separa el canal de flujo en dos o más secciones, solamente se tomará en cuenta la tasa de flujo en la cara de entrada, para determinar la aceptabilidad del sistema.

Se asegurará muy bien el geotextil al canal central, en tal forma que no aparezcan arrugas, dobleces o que se facilite el movimiento al colocarlo o después de completar su instalación. Se usará un adhesivo no soluble en agua, o un sistema en caliente para soldar, o los métodos que recomiende el fabricante.

No se usará el adhesivo en las zonas donde haya flujo de agua constante.

Si se usa soldadura en caliente, se tendrá cuidado en no debilitar el geotextil en sus propiedades de resistencia. Se extenderá el geotextil por debajo del canal central y con suficiente longitud para encapsular completamente la tubería del colector.

(c) Drenajes geocompuestos de borde para pavimentos. El geotextil debe encapsular firme y ajustarse al drenaje geocompuesto de borde. Los drenes de borde deben permitir el flujo en ambos lados. El centro del drenaje, con su geotextil en sitio, debe permitir un flujo mínimo de 3 litros por segundo por metro de ancho, si se prueba con la norma ASTM, D 4716, bajo las condiciones (1) a (5) de la parte (a).

Si el geocompuesto principal separa el canal de flujo en dos o más secciones, se considerará solamente el flujo ensayado del canal contiguo al pavimento.

Todas las tuberías y accesorios usados para los desfuegos de los drenes de borde deben ser de tubería plástica no perforada, que cumpla con la Subsección 706.08.

El cemento solvente que se usa para la tubería de desfogue y los conectores, debe cumplir con la norma ASTM D, 2564. La composición del material para los conectores de desfogue debe ser compatible con soldadura solvente de PVC.

SECCIÓN 715.) PILOTES

715.01 Pilotes de madera sin tratar. Los pilotes de madera sin tratar deberán satisfacer los requisitos de AASHTO M 168. Deben suministrarse con las dimensiones especificadas en el contrato. Deben colocarse abrazaderas de acero cada 3 metros de longitud y las primeras 3 cada 75 mm de los extremos del pilote.

715.02 Pilotes de madera tratados. A no ser que estuviese especificado de otro modo, el pilotaje de madera tratada deberá ser de pino y deberán ser tratados con el preservativo que se exija en el pliego de licitación, en conformidad con los requisitos mostrados en los planos o en las disposiciones especiales. Los pilotes marinos, para su empleo en agua de mar, deberán ser tratados con creosota de acuerdo con las disposiciones especiales.

715.03 Pilotes de concreto. El concreto deberá satisfacer los requisitos de la Sección 552, y será de la Clase A (AE), a no ser que en los planos se indique otra cosa.

Las varillas de refuerzo, de acero de lingote y el de riel (relaminado), deberán satisfacer los requisitos de la Subsección 709.01. El acero para preesforzado deberá satisfacer los requisitos de la Subsección 709.03.

715.04 Cascos de acero. Los cascos de acero deberán tener suficiente resistencia y rigidez para permitir su hincadura y evitar la distorsión perjudicial causada por las presiones del terreno o por la hincadura de pilotes contiguos, mientras son rellenados con concreto. Los cascos deberán estar suficientemente apretados para que no penetre el agua durante la colocación del concreto. El diámetro de la punta no menor de 8 pulgadas (20.32 cm), y el diámetro del tope no deberá ser menor que el mostrado en los planos. Los cascos que tengan que ser hincados con mandril deberán estar equipados con puntas de hincamiento pesadas, de acero. Ni las puntas de hincamiento ni las soldaduras de conexión deberán sobresalir más allá del perímetro de las puntas de los pilotes.

Se deben suministrar pilotes cilíndricos o cónicos de acero soldado en espiral, de soldaduras rectas, o de acero sin soldadura. Se debe usar solamente un tipo de pilote de acero en toda la estructura y su espesor mínimo debe ser el siguiente:

Tipo de pilote	Espesor
Diámetro externo < 350 mm	6 mm
Diámetro externo ≥ 350 mm	10 mm
Pilote cónico	4.5 mm

(a) Conchas de acero hincadas sin usar un mandril. Se deben suministrar conchas segmentadas de acero de 300 mm de diámetro en su parte superior y 200 mm en la punta, para fabricar pilotes de concreto en sitio. Si se requiere construir pilotes de sección constante se debe suministrar una concha de 270 mm de diámetro nominal. Las conchas deben cumplir la norma ASTM, M183 M.

(b) Conchas de acero hincadas con un mandril. Se deben suministrar conchas de suficiente resistencia y espesor para resistir el proceso de hincadura y la presión del

suelo, una vez que se terminó el proceso. Las dimensiones de punta y parte superior del pilote se especifican en el contrato.

715.05 Tubos de acero. Se deben suministrar tubos de acero que cumplan lo siguiente:

(a) Tubo de acero para ser llenado de concreto	ASTM A 252 grado 2
(b) Placas de cierra para pilotes cerrados	AASHTO M 183M
(c) Puntos cónicos de refuerzo para cierre de punta	AASHTO M 103M
(d) Tubos no soldados y soldados sin relleno	ASTM A 252 grado 2

Ni las placas de taponamiento ni las soldaduras que las sujetan deberán sobresalir más allá del perímetro de las puntas de los pilotes.

715.06 Pilotes de acero estructural tipo H. Los pilotes de acero estructural deberán ser secciones de acero laminadas, del peso y forma indicados. Deberán de ser de acero estructural que satisfaga los requisitos de AASHTO M 183 (ASTM A36), con tal que, cuando las disposiciones especiales indiquen acero estructural cuprífero, contengan no menos de 0.20 por ciento ni más de 0.35 por ciento de cobre, con la excepción de que el acero, al ser colocado en las guías del martinete, no deberá exceder de la combadura y curvatura permitidas por la tolerancia del laminador. Los pilotes que se encuentren doblados o maltratados en alguna otra forma, serán rechazados.

715.07 Tablestacas. Las tablestacas de acero que se suministren deben cumplir con la norma AASHTO M 202M o M 223M. Para otros tipos de tablestaca, se deben cumplir las especificaciones particulares del material. Las juntas a construir entre paneles deben ser impermeables.

715.08 Zapatas de pilotes. Se deben suministrar zapatas de apoyo para los pilotes de madera hechas de acero colado y que cumplan la norma ASTM A 27M.

715.09 Traslapes. Los traslapes de pilotes de tubo de acero o de secciones "H" deben cumplir con la norma AASHTO M 183M.

SECCIÓN 716.) MATERIALES PARA ESTRUCTURAS DE MADERA

716.01 Maderamen y madera aserrada estructural. El maderamen estructural, la madera aserrada y el pilotaje, deberá satisfacer los requisitos de AASHTO M 168.

716.02 Herraje. Los pernos comunes, cabillas, y espigas, podrán ser de hierro forjado o de acero grado intermedio. Las arandelas deberán ser de hierro colado de segunda fusión o de fundición maleable, a no ser que en los planos se especifiquen arandelas cortadas de lámina de hierro forjado o de acero grado intermedio.

Los pernos deberán tener cabezas y tuercas cuadradas, a no ser que se estipule de otro modo. Los clavos deberán ser cortados o redondos, de forma estándar según lo especificado.

Todo el herraje deberá ser protegido adecuadamente contra la oxidación.

Los conectores de anillo o de plancha recortada para la madera deberán ser de diseño aprobado, que satisfagan los requisitos del artículo 16.2.6, de las *Especificaciones estándar para puentes en carreteras*, según AASHTO.

716.03 Madera tratada. La madera estructural, la aserrada, y el pilotaje que tenga que ser tratado deberán satisfacer los requisitos de AASHTO M 133. El tipo de tratamiento que se empleará será indicado en los planos o en las disposiciones especiales.

SECCIÓN 717.) METAL ESTRUCTURAL

717.01 Acero estructural

(a) **Acero estructural con carbono.** Se deberá suministrar acero con carbono que cumpla las siguientes normas:

- | | |
|---|---------------------------|
| (1) Miembros primarios para puentes | AASHTO M 270M grado 250T |
| (2) Miembros críticos a fractura en puentes | AASHTO M 270M grado 250 F |
| (3) Otras formas, placas y barras | AASHTO M 270M grado 250 |

(b) **Acero de alta resistencia y baja aleación (HSLA).** Se debe suministrar acero de alta resistencia que cumpla las siguientes normas:

- | | |
|--|-----------------------------------|
| (1) Miembros principales y soldados en puentes | AASHTO M 270M grado 345 T o 345WT |
| (2) Miembros críticos a fractura en puentes y miembros soldados críticos a la fractura | AASHTO M 270M grado 345F o 345WF |
| (3) Otras formas, placas y barras | AASHTO M 270M grado 345 o 345WF |

(c) **Acero enfriado y atemperado de alta resistencia (QT).** Se debe suministrar acero atemperado que cumpla las siguientes normas:

- | | |
|--|--|
| (1) Miembros primarios para puentes | AASHTO M 270M grado 485WT, 690T o 690W |
| (2) Miembros críticos a la fractura en puentes | AASHTO M 270M grado 485WF 690F o 690WF |
| (3) Otras formas, placas y barras | AASHTO M 270M grado 485W, 690 o 690W |

(d) **Pernos y tuercas.** Estos materiales deben cumplir la norma ASTM A 307

(e) **Pernos y tuercas de alta resistencia.** Deben cumplir con la norma AASHTO M 164M o AASHTO M 253M según lo especificado.

717.02 Forjados de acero. Deben cumplir con la AASHTO M 102 clases C, D, F y G.

717.03 Pines y rodillos. Se deben suministrar pines y rodillos de diámetro superior a 225 mm de forjado de acero con carbono enfriados lentamente que cumplan la norma AASHTO M 102 clase C.

717.04 Colados

- (a) Aceros colados.** Deben cumplir con la norma AASHTO M 192M clase 485
- (b) Aceros con aleación de cromo.** Deben cumplir con la norma AASHTO M 163M grado CA-15
- (c) Colados de hierro gris.** Deben suministrarse materiales que cumplan la norma AASHTO M 105 clase 30B, a menos que se especifique otra cosa. Los colados deben hacerse sin fallas, porosidad, grietas, burbujas u otros defectos que puedan afectar la resistencia y su servicio. La superficie del colado puede ser tratada con chorro abrasivo de arena o pulida para que se entregue lisa, limpia y uniforme.
- (d) Colados de hierro maleable.** Deben cumplir con la norma ASTM A 47M grado 35018, a menos que se especifique otra cosa. Aplique los mismos procedimientos constructivos que en el apartado anterior.

717.05 Conectores de cortante. Deben cumplir con la norma AASHTO M 169 y AASHTO Standard Specifications for Highway Bridges Division II, artículo 11.3.3, Conectores soldados de cortante.

717.06 Tubos de acero. Se deben suministrar tubos de acero galvanizado que cumplan con la norma ASTM A 3 Tipo F, de peso estándar para la designación especificada en el contrato.

717.07 Recubrimiento galvanizado. Se debe suministrar un recubrimiento galvanizado conforme a la norma AASHTO M 111 cuando sea especificado.

717.08 Plomo en láminas. Se debe suministrar plomo que no contenga plata que cumpla la norma ASTM B29. Las láminas deben entregarse con espesor uniforme de 6 mm • 1 mm, libre de grietas, costuras, desprendimientos u otros defectos.

717.09 Mallas de acero para piso. Estas mallas deben cumplir la norma AASHTO M 270M grado 250 o 345W. El acero deberá tener un contenido mínimo de cobre de 0.20 por ciento a menos que sea galvanizado. El acero debe ser galvanizado a menos que se especifique que debe ser pintado.

717.10 Almohadillas elastoméricas de apoyo. Deben cumplir con la norma AASHTO M 251.

717.11 Aleación de aluminio para uso estructural. Los materiales de aluminio estructural deberán satisfacer los requisitos que indiquen los planos del proyecto.

717.12 Rieles de aleación de aluminio para puentes. El material debe cumplir con las especificaciones aplicables de la Tabla 717-2.

717.13 Pernos y tuercas de aluminio. Debe cumplir con la norma ANSI B18.2.

717.14 Alambre de soldadura de aluminio. Debe cumplir con los requisitos que se presentan en la Tabla 717-1.

Tabla 717-1
Alambre para soldadura de aluminio

Serie de la aleación	Especificación	Alambre
3xxx y 6xxx	AWS 5.10	ER 4043
3xxx, 5xxx, y 6xxx	AWS 5.10	ER 5356
5xxx y 6xxx	AWS 5.10	ER 5556 o ER 5183

717.15 Sellos elastoméricos de juntas de compresión. Se deben suministrar sellos que cumplan la norma AASHTO M 220.

Tabla 717-2
Aleaciones de aluminio para barandas de puentes

Componentes de la baranda	Designación ASTM y Asociación de aleaciones de aluminio								
	Planchas y láminas	Tubos estirados sin forma	Barras y alambre	Barras, varillas, perfiles y tubos troquelados,	Tubería	Perfiles estructurales	Remaches y alambres para encabezamiento en frío	Piezas fundidas en arena	Piezas fundidas en moldes permanentes
Especificación ASTM	B 209	B210	B211	B 221	B 241	B 308	B 316	B 26	B 108
Postes y bases para postes. Estructural, forjados Fundidos				6061-T6	6061-T6 6063-T6	6061-T6			A444.0-T4
Postes ornamentales Forjados Fundidos				6063-T6	6063-T6			356.0-T6 356.0-T6	A356.0-T6 A356.0-T6
Rieles Estructurales Forjados		6061-T6 6063-T6		6061-T6 6063-T6 6351-T5	6061-T6 6063-T6	6061-T6			
Pernos y tornillos ^{(2),(3)} Aluminio Acero inoxidable Acero galvanizado Acero aluminizado			2024-T4 ⁽⁴⁾ 6061-T6 ⁽⁵⁾						
Tuercas ⁽⁶⁾ 6 mm e inferiores ⁽³⁾ 5mm y superiores			2024-T4 6061-T6 6262-T9	6061-T6	(7)				

Nota general : La designación "F" aplican para productos que adquieren algún estado o carácter diferente en el proceso de fabricación.

Tabla 717-2 (continuación)
Aleaciones de aluminio para barandas de puentes

Componentes de la baranda	Designación ASTM y Asociación de aleaciones de aluminio								
	Planchas y láminas	Tubos estirados sin forma	Barras y alambre	Barras, varillas, perfiles y tubos troquelados,	Tubería	Perfiles estructurales	Remaches y alambres para encabezamiento en frío	Piezas fundidas en arena	Piezas fundidas en moldes permanentes
Especificación ASTM	B 209	B210	B211	B 221	B 241	B 308	B 316	B 26	B 108
Arandelas planas ⁽⁶⁾									
Forjados	Alclad 2020-T4 Alclad 2024-T3 ⁽⁸⁾								
Arandelas de rosca ⁽⁶⁾									
Forjados			7075-T6						
Remaches									
Forjados				6061-T6			6061-T6 6061-T4 ⁽¹⁾⁽¹⁰⁾		
Ajustadores o niveladores									
Forjados	1100-0			6063-F	(1)			443.0-F	
Fundidos									
Relleno para soldadura									
Forjados						5356			
Chapas o tapones									
Forjados	6061-T6			6061-T6				356.0-T6 356.0-F 443.0-F	
Fundidos									

Nota específicas :

- (1) Sólo composición química
- (2) Usar tuercas y arandelas compatibles inoxidables y con recubrimiento. No usar aluminio para anclar los pernos.
- (3) Recubrimiento con aleación 2024-T4 con 5 micrómetros mínimo de espesor
- (4) Usar aleación 2024-T4 para pernos sometidos a esfuerzo
- (5) Usar aleación 6061-T6 como material alternativo para pernos menores
- (6) Usar con pernos y tornillos de aluminio. No usar aluminio para anclar pernos y arandelas
- (7) B 211 es una alternativa aceptable
- (8) Usar tipo T3 para espesores menores de 6 milímetros y usar T4 para espesores mayores de 6 milímetros
- (9) Usar para remaches en frío
- (10) Usar para remaches entre 530 a 565 °C.

SECCIÓN 718.) MATERIAL PARA SEÑALAMIENTO Y DEMARCACIÓN

718.01 Material laminado retroreflectivo. Se deberá ajustar a la norma ASTM D 4956, excepto que los coeficientes mínimos de retroreflexión para laminado café del Tipo L mostrados en la ASTM D 4956, Cuadro 1, serán modificados como sigue: 2.0 candelas por lux (metro-bujía) por metro cuadrado a un ángulo de observación de 0.2 grados y a -4 grados de ángulo de entrada, 1.0 candela por lux por metro cuadrado a un ángulo de observación de 0.2 grados y + 30 grados de ángulo de entrada y a un ángulo de observación de 0.5 grados y -4 grados de ángulo de entrada, y 0.5 candela por lux por metro cuadrado a un ángulo de observación de 0.5 grados y + 30 grados de ángulo de observación.

Deberá cumplir con los Requisitos Suplementarios (S1) de la norma ASTM D 4956 sobre resistencia a los hongos, si está especificado en los planos, CEC o especificaciones especiales del Contrato. Para laminado retroreflectivo rebotable, se deberá cumplir con la norma ASTM D 4956, incluyendo los Requisitos Suplementarios (S2), requisitos para laminado rebotable.

Los tipos de laminado retroreflectivo son los siguientes :

- (a) **Tipo I**, Laminado de intensidad media, con lente de botones de vidrio encerrado.
- (b) **Tipo II**, Laminado de intensidad media-alta, con lente de botones de vidrio encerrado.
- (c) **Tipo III**, Laminado de alta intensidad, con botones de vidrio o material prismático encapsulado.
- (d) **Tipo IV**, Laminado de alta intensidad, con elementos microprismáticos no metalizados.
- (e) **Tipo V**, Laminado de intensidad super-alta, con elementos microprismáticos metalizados.
- (f) **Tipo VI**, Laminado elastomérico de alta intensidad, con material microprismático de vinil.

Cuando se use un adhesivo, se deberá usar un respaldo que cumpla con la norma ASTM D 4956 Clase 1, 2 ó 3.

718.02 Procedimientos de ensayo. Se deberá cumplir con la norma ASTM D 4956, excepto que los Requisitos Suplementarios (SI), resistencia a los hongos, son enmendados en la forma siguiente: Los cultivos de *Aspergillus niger* en la materia prima ATCC No. 6275, pueden ser mantenidos por no más de 4 meses en un refrigerador a una temperatura de 3° a 10°C. Se usarán subcultivos incubados a 28° a 30°C de diez a catorce días en la preparación del inóculo.

718.03 Tableros de plywood. Se usará plywood, para forro de tipo B-B de alta densidad para uso exterior o mejor, de acuerdo con las especificaciones PS-1 del NIST para

construcción o uso industrial. Para tableros con un área frontal de 0.4 m² o menos, y la dimensión horizontal no mayor que la vertical, úsese plywood de 13 mm de espesor; para tableros mayores, se usará plywood de 19 mm de espesor.

718.04 Tableros de acero. Se usará acero comercial en láminas. Para rótulos pequeños (hasta de 61 cm en su dimensión mayor), se podrá usar, como mínimo, el calibre 18, y para rótulos grandes, el calibre 16. Las láminas serán galvanizadas por medio de una capa continua que llenará los requisitos de la ASTM A 525. El recubrimiento de zinc será el designado como G 90 y, además, toda la lámina será fosfatada en fábrica en un espesor de 1.1 ± 0.5 gramos/m² de superficie.

718.05 Tableros de aluminio. Las láminas llenarán los requisitos de la Norma ASTM B 209 M, aleación 6061-T ó 5052 H-38. Las láminas tendrán un recubrimiento superficial que provea una base satisfactoria para el material laminado o pintura reflectiva, que será aplicada después. Ese tratamiento químico de conversión impartirá, además, resistencia contra la corrosión. Dicho recubrimiento se ajustará a la Norma ASTM B449-67, Clase 2 (12-30 Mgs/M²). Los tableros con tamaño de 750 x 750 mm o menores, deberán ser de láminas de aluminio de 2 mm de espesor; para tamaños mayores, se usará lámina de 3 mm de espesor.

718.06 Tableros de plástico

(a) Plástico. Se debe suministrar material luminoso, flexible, de alto impacto y material químico ultravioleta resistente de policarbonato, al que se le pueda aplicar material adhesivo, recubrimientos y material retroreflexivo laminado.

Los tableros deberán ser planos y libres de cualquier defecto en su superficie.

(b) Plástico de fibra de vidrio reforzado. Se suministrará material de fibra de vidrio reforzado de poliéster acrílico modificado laminado. Los tableros de señales deberán aceptar materiales adhesivos, recubrimientos y material retroreflexivo laminado según sea recomendado.

718.07 Tableros de aluminio extruído. Se usarán tableros conforme a AASHTO B 221 M de aleación de aluminio 6063-T6. La máxima desviación permisible para la superficie plana o cara del tablero será de 4 milímetros por metro.

718.08 Postes. Los postes serán de madera, acero o aluminio, según esté especificado en los planos.

(a) Postes de madera. Los postes serán de madera seca y dura que cumpla los requerimientos de AASHTO M 168.

(b) Postes de acero. Estos llenarán los requisitos de la Norma ASTM A499, galvanizados de acuerdo con ASTM A 123. El peso mínimo por metro lineal de poste o el calibre, será el indicado en los planos.

Los agujeros de 10 mm, serán perforados o punzonados antes de ser galvanizados.

(c) Postes de aluminio. Estos serán hechos de los perfiles laminados estándar especificados de aleación de aluminio 6061-T6, 6351-T5, 6063-T6 ó 6005-T5, de acuerdo con ASTM B 221 M.

718.09 Postes indicadores de objetos y postes delineadores. Los postes serán de madera, acero, aluminio o plástico, según lo indiquen los planos.

(a) Postes de madera. Tendrán sección de 100 mm x 100 mm y se ajustarán a lo requerido en la Subsección 718.08.

(b) Postes de acero. Estos serán de acero de brida en U (Canal) que pesen no menos de 3 Kg/m y cumplan con ASTM A 36M. Serán galvanizados de acuerdo con ASTM A 123.

(c) Postes de aluminio. Estos serán de perfil estándar de 3mm, de espesor, que cumplan con la norma ASTM B 221M, aleación 356.0-T6.

(d) Postes de plástico. Estos serán postes delineadores flexibles hechos de material polimérico altamente resistente al impacto.

718.10 Accesorios. Los pernos corrientes, pernos de ensanche y las clavijas pueden ser de acero medio. Se usarán arandelas de fundición de hierro gris o hierro maleable, a menos que se hayan especificado arandelas estructurales.

Se deberá usar pernos y tuercas de cabeza cuadrada, un tipo comercial estándar de clavo cortado o redondeado y tirafondos cortados, redondeados o del tipo para botes, según sea especificado.

Se deberá galvanizar todos los accesorios de acuerdo con ASTM A 153.

Se usarán conectores de madera de argolla o platina de cizalle conforme a las "Especificaciones para Puentes de Carreteras, División II, artículo 16.2.6, Conectores para Madera" de la AASHTO.

Para pernos, arandelas y tuercas de aleación de aluminio se ajustarán a lo establecido en las Subsecciones 717.13 y 717.14.

718.11 Letras, números, flechas, símbolos y bordes. Las letras, números, flechas, símbolos y bordes, y otras características o detalles del mensaje de la señal, serán del tipo, tamaño, series y colores mostrados en los planos u ordenados por el Contratante.

Los colores cumplirán con lo especificado en Subsección 718.01. Las letras, números y demás elementos del mensaje, serán dibujados con una línea continua de ancho uniforme y bordes suaves y tendrán una superficie plana libre de alabeo, ampollas, arrugas, rebabas y astillas. Los elementos del mensaje de la señal del tipo mostrado en los planos deberán llenar los siguientes requisitos.

(a) Tipo L-1: Proceso de malla serigráfica aplicada. Las letras, números, flechas, símbolos y bordes serán aplicados sobre la lámina retroreflectiva o fondo opaco de la señal por medio de un proceso de malla serigráfica, directo o inverso. Los mensajes y bordes de un color más oscuro que el fondo, serán aplicados a la pintura o a la lámina retroreflectiva por un proceso directo. Los mensajes y bordes de un color más claro que el fondo serán puestos por el proceso inverso de malla serigráfica.

Los colores, tintas y pinturas opacos y transparentes usados en el proceso de malla serigráfica serán del tipo y calidad recomendados por el fabricante de la lámina reflectiva.

La aplicación del color por medio de la malla será hecha de una manera que el color y el tono queden uniformes, con las orillas de la leyenda y el borde bien definidos, sin que se produzcan en el fondo de la señal ampollas que afecten el uso que se le va a dar.

Las señales, después de la puesta de la leyenda, borde y símbolos por medio de la malla, serán secadas al aire o al horno, según lo recomiende el fabricante, a fin de darles un acabado duro y liso. Las señales que desarrollen ampollas durante el proceso de secado, serán rechazadas.

(b)Tipo L-3: Caracteres directamente aplicados. Las letras, números, símbolos, bordes y demás elementos del mensaje de la señal serán recortados de láminas retroreflectivas (Subsección 718.01) de lentes embebidos o lentes encapsulados, del color especificado en los planos, y aplicadas a la lámina retroreflectiva de la cara de la señal de acuerdo a las instrucciones del fabricante de la lámina.

La lámina retroreflectiva deberá tener un coeficiente de retroreflexión (Ra) de acuerdo con la norma ASTM D 4956.

(c) Tipo L-2: Caracteres desmontables. Las letras, números, símbolos, bordes y demás elementos del mensaje de la señal, serán hechos de lámina retroreflectiva aplicada a planchas planas de aluminio, con el equipo y de la manera recomendada por el fabricante. Las letras, números, símbolos, y bordes serán de plancha de aluminio de aleación 3003-H14, ASTM B209 y espesor de 0.81 mm. El espaciamiento de los agujeros de montaje para tornillos, pernos o remaches será determinado por la naturaleza, tamaño y forma de la señal, pero, en ningún caso quedarán a más de 203 mm, de centro a centro. Cada elemento del mensaje será asegurado a la señal por medio de tornillos, pernos o remaches resistentes a la corrosión y que no se tuerzan una vez colocados.

718.12 Pintura y objetos de demarcación retroreflectores. Se usará retroreflectores del tipo 1 o tipo 2 que se encuentren listos para el montaje.

(a) Tipo I: Lentes de plástico acrílico. Se usarán lentes de plástico acrílico de 4500 milímetros cuadrados, con elementos ópticos prismáticos con una apariencia lisa, clara y transparente. Se fabricará la parte posterior con un material similar y se unirá con los lentes alrededor de todo el perímetro para formar una unidad homogénea. Se sellarán todas las unidades para protegerlas contra el polvo, agua o aire. En la Tabla 718-1 se presentan los ángulos de orientación:

Tabla 718-1
Coeficientes (Retroreflectivos) de intensidad luminosa (R) mínimos
Candelas per lux

Angulo de observación (°)	Angulo de entrada (°)	Blanco ⁽¹⁾	Amarillo	Rojo
0.1	0	10.7	6.5	2.8
0.1	20	4.2	2.3	1.1

(1) Para la designación de este color es aceptable también cristal o material transparente.

(b) Tipo 2: Láminas retroreflectivas. Se usarán láminas retroreflectivas resistente a hongos tipo III, IV o V con material adhesivo clase 1 ó 2 conforme a ASTM D 4956. Estas láminas se colocarán unidas a tablero de soporte de aluminio o plástico de tamaño y dimensiones según sea especificado.

718.13 Pintura para señalamiento horizontal. Se usará una pintura preparada especial para usar en pavimentos de concreto asfáltico o de concreto con cemento Portland conforme a la norma FSS TT-P-115F.

718.14 Pintura a base de agua para señalamiento horizontal. Se usará una pintura a base de agua acrílica especial para usar en pavimentos de concreto asfáltico o de concreto con cemento Portland.

718.15 Demarcación con epóxicos. Se usarán dos componentes, 100% sólidos aplicables con un sistema de rociado en caliente.

718.16 Demarcación con poliéster. Se usará un sistema de dos componentes considerando la dirección reflectante de los colores a usar (blanco o amarillo) conforme a la norma FTMS 141, método 6121.

718.17 Demarcación termoplástica. Conforme a AASHTO M 249.

718.18 Demarcación con plástico preformado. Conforme a ASTM D 4505 tipo I, V, VI o VII, grado A, B, C, D o E.

718.19 Esferas de vidrio. Conforme a AASHTO M 247 para el tipo especificado. En la Tabla 718-2 se presenta la granulometría recomendada para las esferas

de vidrio. Estas esferas de vidrio serán tratadas con un recubrimiento adhesivo según recomendación del fabricante.

**Tabla 718-2
Granulometría para esferas de vidrio**

Tamaño de malla	Porcentaje por peso que pasa la malla designada (ASTM D 1214)		
	Granulometría designada		
	Tipo 3	Tipo 4	Tipo 5
2.36 mm			100
2.0 mm		100	95-100
1.7 mm	100	95-100	80-95
1.4 mm	95-100	80-95	0-5
1.18 mm	80-95	10-40	0-2
1.0 mm	10-40	0-5	
850 μ m	0-5	0-2	
710 μ m	0-2		

718.20 Demarcación elevada. Se usará demarcación retroreflectiva con un coeficiente mínimo de intensidad luminosa según se recomienda en la Tabla 718-3.

**Tabla 718-3
Coeficientes (Retroreflectivos) de intensidad luminosa (R) mínimos
Milicandelas per lux**

Angulo de observación (°)	Angulo de entrada (°)	Blanco ⁽¹⁾	Amarillo	Rojo
0.2	0	279	167	70
0.2	20	112	67	28

(1) Para la designación de este color es aceptable también cristal o material transparente.

La desviación con respecto a la superficie plana no deberá exceder 1 milímetro.

718.21 Demarcación temporal.

(a) Cinta retroreflectiva. Se usará una cinta retroreflectiva con un ancho de 100 milímetros conforme a ASTM D 4592, tipo I (removible).

(b) Demarcación elevada. Se usará demarcación en forma de L de polieuretano con cinta retroreflectiva en ambas caras de la sección vertical, capaz de retroreflectar la luz en direcciones opuestas, y con material adhesivo en la base. Se deberá proveer un coeficiente mínimo de retroreflexión de 1200 candelas por lux por metro cuadrado con un ángulo de observación de 0.1° y un ángulo de entrada de -4° .

718.22 Señales de advertencia y control del tránsito temporales. Se usarán señales de advertencia y control del tránsito tales como barricadas, conos, demarcación tubular, tableros verticales barandas portátiles, luces de advertencia, tableros con flechas de advertencia, señales de control de tránsito, etc., cuyos diseños y configuraciones sean las especificadas. No se deberán usar unidades de demarcación de otros proyectos sin la debida aprobación.

718.23 Resinas epóxicas adhesivas. Se usarán resinas epóxicas adhesivas para unión en la demarcación de tránsito que se adhieran fácil y resistentemente a superficies de pavimento de concreto asfáltico o de cemento Portland conforme a AASHTO M 237.

SECCIÓN 719.) RESERVADA

SECCIÓN 720.) MATERIALES PARA MUROS ESTRUCTURALES Y TERRAPLENES ESTABILIZADOS

720.01 Materiales para muros.

(a) Revestimiento con paneles de concreto. Conforme a la Sección 552 y a lo siguiente:

(1) Se usará concreto de cemento Portland clase A (AE) con resistencia mínima a la compresión uniaxial de 30 Mpa, a los 28 días.

(2) El encofrado y la obra falsa deberán soportar plenamente las cargas hasta que el concreto alcance, como mínimo, una resistencia a la compresión de 7 Mpa, conforme la Subsección 562.11. Las unidades podrán retirarse cuando el concreto alcance como mínimo una resistencia a la compresión de 24 Mpa.

(3) El acabado de la cara frontal del panel debe ser de Clase 1, de acuerdo a la Subsección 552.16 y su parte trasera se debe codalear para eliminar distorsiones que excedan 6 mm. Los paneles deberán colarse sobre un área plana. No se colocarán dispositivos de conexión o sujetadores galvanizados al acero de refuerzo de los paneles de revestimiento.

(4) Con un punzón trazador, se anotará claramente sobre una cara no expuesta del panel, la fecha de fabricación, el lote de producción y la marca propia de la pieza.

(5) Se deberán manipular, transportar y almacenar todas las unidades, de tal manera que se eliminen los peligros de desastillamiento, decoloración, agrietamiento, fractura y los esfuerzos excesivos de pandeo. Los paneles deberán almacenarse apoyados en superficies firmes, a fin de proteger los dispositivos de conexión y el acabado exterior del panel.

(6) Las unidades deberán fabricarse dentro de las siguientes tolerancias:

(a) *Dimensiones del panel.* Posición de los dispositivos de conexión del panel, dentro de los 25 mm. Todas las otras dimensiones, dentro de los 5 mm.

(b) *Escuadría del panel.* La escuadría, determinada por la diferencia entre dos diagonales, no deberá exceder 13 mm.

(c) *Acabado superficial del panel.* Los defectos en superficies lisas de 1,5 metros de longitud o más, no excederán de 3 mm. Los defectos

en superficies con acabado texturado de 1.5 metros de longitud o más, no excederán de 8 mm.

Serán rechazados los paneles de concreto que muestren los siguientes defectos:

- Indicaciones de moldeo imperfecto.
- Indicaciones de hormigueros.
- Grietas y roturas.
- Variación de color en su cara frontal debido a exceso de aceite en los moldes o a otras razones.

(b) Revestimiento con malla de alambre. La malla deberá fabricarse con alambre soldado MW 40 x MW 15, de acuerdo con AASHTO M 55 M, excepto que el valor del cortante promedio no será menor de 450 kilopascales. Después de fabricado el alambre será galvanizado de acuerdo con AASHTO M 111.

(c) Colchón de respaldo. Deberá fabricarse con tela de alambre soldado MW10 x MW10 mínimo, que cumpla con AASHTO M 55M. Después de fabricado, será galvanizado de acuerdo con AASHTO M 111.

(d) Grilletes o conectores de abrazadera. Serán fabricados con alambre de acero laminado o extruído en frío que cumpla con AASHTO M 32M y soldado de acuerdo con AASHTO M 55M. Después de fabricado, será galvanizado de acuerdo con AASHTO M 111.

(e) Barras conectoras. Serán fabricadas de alambre de acero laminado o extruído en frío, que cumpla con AASHTO M 32. Después de fabricado, será galvanizado de acuerdo con AASHTO M 111.

(f) Pernos fijadores o sujetadores. Los pernos tendrán 13 milímetros de diámetro, cabeza hexagonal, tuercas, y arandelas que cumplan con AASHTO M 164M. Serán galvanizados de acuerdo a AASHTO M 232.

(g) Malla de acero. Será fabricada con tela de alambre de acero galvanizado, tejida o soldada, con aberturas cuadradas de malla de 7 milímetros máximo, que cumplan con ASTM A 740.

(h) Malla de refuerzo. Será fabricada con alambre de acero laminado o extruído en frío, que cumpla con AASHTO M 32. Se soldará al alambre de malla y terminada de acuerdo con AASHTO M 55M. Después de fabricada, el alambre será galvanizado de acuerdo con AASHTO M 111.

Se debe reparar todo daño en el revestimiento galvanizado, antes de ser instalado.

(i) Cintas o tiras de refuerzo. Serán fabricadas con acero estructural de alta resistencia, de aleación pobre que cumpla con AASHTO M 223M de grado 450, tipo 3. Después de fabricado, el acero será galvanizado de acuerdo con AASHTO M 111.

(j) Cintas o tiras de amarre. Serán fabricadas de acero laminado en caliente, que cumpla con ASTM A 570 M, grado 50. Después de fabricado, el acero será galvanizado de acuerdo con AASHTO M 111.

720.02 Gaviones y colchonetas.

(a) Malla para canastas. Se retorcerá o soldará la malla fabricada con alambre de acero galvanizado que cumpla con ASTM A 641 M, clase 3 ó con alambre de acero aluminizado que cumpla con ASTM A 809. Se usará alambre que tenga una resistencia mínima a la tensión de 415 Mpa, cuando se le ensaya de acuerdo con ASTM A 370. La galvanización o la aluminización podrá aplicarse después de fabricada la canasta. Las aberturas de las mallas serán de una dimensión máxima menor de 120 mm y un área menor de 7000 mm² y de un tamaño menor que la roca con que se rellenarán la canasta, gavión o colchoneta.

(1) Canasta de gavión con dimensión vertical de 30 cm o más.

Se fabricará la canasta con malla de alambre galvanizado o revestido con aluminio, de 3 mm de diámetro nominal o más. Las mallas para canastas revestidas con PVC, serán de alambre de 2.7 mm de diámetro nominal o más.

(a) Mallas con alambre retorcido. Se formará la malla según un patrón hexagonal uniforme, doblemente retorcida para que no se deshilen los bordes. Para canastas galvanizadas o revestidas con aluminio se amarrará el borde del perímetro de cada panel, con alambre de 3.9 mm de diámetro o mayor. Para canastas revestidas con PVC, se atarán los bordes del perímetro de la malla a cada panel con alambre de 3.4 mm de diámetro. El alambre para orillas, deberá ser del mismo tipo del material usado en la malla y de la misma resistencia.

(b) Malla de alambre soldado. Para canastas galvanizadas o recubiertas con aluminio, se soldará cada conexión de tal manera que se obtenga como mínimo una resistencia promedio al cortante en la soldadura de 2600 N, sin que haya valores de menos de 2000 N. Para canastas revestidas con PVC, se soldará cada conexión en tal forma que se obtenga una resistencia mínima promedio al cortante en la soldadura de 2100 N, sin que haya valores de menos de 1600 N.

Las canastas de los gaviones se fabricarán de las dimensiones requeridas, con una tolerancia, de $\pm 5\%$. Cuando la longitud de la canasta exceda 1.5 veces su ancho, se dividirá en celdas de igual largo, igual o menor que el ancho de la canasta, usando diafragmas de malla del mismo material y del mismo tipo y tamaño que el de los paneles de la canasta. Cada canasta deberá ser prefabricada con los paneles y diafragmas necesarios, asegurados de tal manera que puedan rotar en su lugar.

(2) Canasta de gavión con dimensión vertical menor de 30 cm. La malla será fabricada con alambre de diámetro nominal no menor de 2.2 mm.

(a) Mallas de Alambre Retorcido. Se formará la malla según un patrón hexagonal uniforme doblemente retorcida para que no se deshilachen los bordes. Para canastas galvanizadas o revestidas con aluminio amárrese el borde del perímetro de cada panel, con alambre de 3.9 mm de diámetro o mayor. Para canastas revestidas con PVC, se atarán los bordes del perímetro de la malla a cada panel con alambre de 3.4 mm de diámetro. El alambre para orillas, deberá ser del mismo tipo del material usado en la malla y de la misma resistencia.

(b) Malla de Alambre Soldado. Para canastas galvanizadas o recubiertas con aluminio. Se soldará cada conexión de tal manera que se obtenga como mínimo una resistencia promedio al cortante en la soldadura de 1300 N, sin que haya valores de menos de 1000 N.

Las canastas de los gaviones se fabricarán con las dimensiones requeridas, con una tolerancia en dichas dimensiones de $\pm 5\%$, en la longitud y el ancho, y $\pm 10\%$ en la altura. Cuando la longitud de la canasta exceda 0.5 veces su ancho, se dividirá en partes iguales formando celdas iguales o menores que el ancho de la canasta, usando diafragmas de malla del mismo material del mismo tipo y tamaño que los de los paneles de la canasta. Cada canasta deberá ser prefabricada con los paneles y diafragmas necesarios, asegurados de tal manera que roten en su lugar.

(3) Canastas revestidas con PVC. Se deberá usar un revestimiento ligado a fusión o extruído para revestir la malla galvanizada o recubierta con aluminio.

El revestimiento deberá cumplir con lo siguiente:

<i>(a) Color</i>	negro o gris
<i>(b) Espesor</i>	0.38 mm mín.
<i>(c) Gravedad específica, ASTM D 792</i>	1.20 a 1.40

(d) Resistencia a la tensión, ASTM D 638 M	15.7 MPa mín.
(e) Módulo de elasticidad, ASTM D 638 M	13.7 Mpa mín. a
100 de fatiga	
(f) Dureza – ademe “A” ASTM D 2240	75 mín.
(g) Temperatura de fragilidad ASTM D 746	- 9 ° C máx.
(h) Resistencia al desgaste ASTM D 1242, Método B a 200 ciclos, CSI-A, faja desgastadora lija, grano 80.	12 % máx. pérdida de peso
(i) Rociado con sal ASTM B 117 y exposición a la luz ultra violeta (ASTM D 1499 y G 23 usando aparato tipo E) y 63 ° C por 3000 horas	sin efecto visual (c) $\Delta < 6 \%$ (d) $\Delta < 25 \%$ (e) $\Delta < 25 \%$ (h) $\Delta < 10 \%$
(j) Doblado al mandril, 360 ° a – 18 ° C, alrededor de un mandril, 10 veces el diámetro del alambre.	No se producen quiebres ni grietas en el revestimiento

(b) Sujetadores permanentes.

(1) Alambre para amarre. Se debe suministrar alambre de diámetro nominal de 2.2 mm del mismo tipo, resistencia y revestimiento que el de la malla de la canasta.

(2) Amarre en espiral. Se debe suministrar alambre del mismo diámetro, tipo, resistencia y revestimiento que el de la malla de la canasta.

(3) Sujetadores alternos. Los sujetadores deben guardar las mismas características y especificaciones de fabricación de las canastas, asegurando que cuando los cierres sean sometidos a una fuerza de tensión de 2600 N, cuando confinan la estructura del gavión o colchoneta. El Contratista suministrará los resultados de las pruebas de los sujetadores.

(c) Alambres internos de conexión. Se suministrará alambre de acuerdo a lo especificado en el inciso “ b, 1”, antes descrito, o de textura alterna, de acuerdo a lo especificado por el fabricante de la canasta.

720.03 Muros de cajas metálicas tipo cribas. Las piezas serán fabricadas del tipo y clase de material especificados en los planos y especificaciones especiales, ajustándose a las siguientes normas o especificaciones.

(a) Láminas de acero galvanizado	AASHTO M 218
(b) Láminas de aluminio	AASHTO M 197 M

(c) Láminas de fibra de acero aglutinada	Subsección 707.09
(d) Láminas de acero con revestimiento de aluminio	AASHTO M 274
(e) Pernos y tuercas	ASTM A 307, grado A

Se deben suministrar cabezas y tuercas hexagonales sin arandelas o con dos arandelas planas. Las arandelas deben fabricarse de láminas planas en forma circular, de 3.3 mm de grueso, incluyendo el recubrimiento, con agujeros de diámetro de 1,6 mm más grandes que el diámetro del perno. Los pernos, tuercas y arandelas deberán ser galvanizadas de acuerdo con AASHTO M 232.

SECCIÓN 721.) MATERIAL ELÉCTRICO Y DE ALUMBRADO

721.01 Material eléctrico. El material de los sistemas eléctricos debe cumplir con las siguientes especificaciones.

(a) Tubería conduit. Debe cumplir con las siguientes normas según el tipo de tubería o lo que especifique el contrato.

(1) Tubería y ductos de PVC. La tubería conduit de PVC rígido se usará para instalaciones subterráneas o aéreas sin recubrimiento de concreto. Debe cumplir con la norma UL-651. El cemento o pegamento de tubería debe cumplir con la norma ASTM D 2564.

(2) Tubería metálica. Se debe suministrar tubería rígida galvanizada que cumpla con la norma UL-6. Los acoples también deben ser rígidos y galvanizados. Esta tubería se debe recubrir con una capa de mastique asfáltico o de PVC de 0.5 mm de espesor.

(3) Tubería flexible. Se deben suministrar tuberías metálicas flexibles que sean herméticas al agua y que cumplan la norma UL 360. También deben ser aceptables para polarizar a tierra los equipos. Los acoples también serán impermeables, galvanizados y aislados.

(4) Cajas y conectores. Deben ser piezas galvanizadas e impermeables conforme a la norma UL 514B.

(b) Cajas y cubiertas. Las cajas formadas dentro del concreto se fabricarán con acero de 5 mm mínimo. Las cajas estarán galvanizadas por ambas caras conforme al AASHTO M 232.

(c) Cable y alambre. Se deben suministrar conductores de cobre tejidos de 600 voltios, aisladores y abrazaderas. Se debe usar un código de colores para identificar cada tipo de cable y alambre.

(d) Tableros de interruptores. Los interruptores termomagnéticos deben cumplir con las normas UL 489 y UL 67.

(e) Interruptores de seguridad. Se debe suministrar interruptores de seguridad de alto rendimiento que cumplan la norma UL 98.

(f) Conexión a tierra. Se debe suministrar una varilla de cobre de 16 mm de diámetro y 2.5 metros de longitud con sus accesorios que sea conforme a la norma UL 467.

(g) Contactores, transformadores, pararrayos, postes de servicio, medidores y cabinas de control. Deben satisfacer las exigencias o normas de la compañía local de servicio eléctrico o lo que determine el contrato.

721.02 Material para alumbrado. Este material debe cumplir lo siguiente:

(a) Postes. Los postes deben ser de concreto o de metal especialmente diseñados para el trabajo de soporte de las líneas y accesorios eléctricos. Deben cumplir con las siguientes cargas de trabajo.

(1) Una carga horizontal de 2.2 Kilonewtons aplicada 450 mm de su parte superior en cualquier dirección sin que se produzca falla ni una deflexión superior a 7.5 por ciento de la longitud.

(2) Una carga horizontal de 220 Newtons aplicada en el punto de fijación de las luces en conjunto con una carga vertical de 130 Newtons sobre el brazo de soporte de las luces para una deflexión máxima de 10% de la longitud del brazo.

(3) Una carga vertical de 440 Newtons aplicada en el punto de fijación de las luces con una deflexión máxima de 5.5% de la longitud horizontal.

(4) Una carga vertical de 1.1 Kilonewtons aplicada en el punto de fijación de las luces sin que se produzca ningún tipo de ruptura o deterioro en la estructura.

(5) El peso del poste y de las luces debe tener una deflexión máxima permisible de uno por ciento de la longitud de deflexión vertical desde su parte superior. Los postes se deben proteger interna y externamente con pintura apropiada.

(b) Brazos de soporte para luces

(1) Material. Se deben suministrar brazos de acero o de aluminio. Debe usarse el mismo material del que está hecho el poste.

(2) Tipo. Los brazos pueden ser de tipo armadura, de abrazadera o simples. El diámetro mínimo de la tubería de soporte será de 50 milímetros.

(3) Conexión. La conexión del brazo al poste debe ser resistente al deslizamiento y a la intemperie. El Contratista debe suministrar todos los accesorios para las conexiones.

(c) Bases de anclaje. Se deben suministrar bases dimensionadas para el soporte estructural del poste con sistemas de fijación empernados. El material de las bases será igual al de los postes y debe cumplir con las siguientes normas:

- (1) Aceros AASHTO M 103M grado 450-240
- (2) Placas de acero AASHTO M 183M
- (3) Colados de aluminio ASTM B 26M aleación SG70A-T6 (356-T6)

(d) Pernos, tuercas y arandelas. Estos accesorios deben ser adecuados para el material del poste y cumplirán las normas AASHTO M 183M.

(e) Cubiertas de anclajes. Se deben suministrar cubiertas de acero inoxidable para los pernos y tuercas de fijación.

(f) Lámparas. Se deben suministrar lámparas de los siguientes tipos:

(1) Lámparas convencionales. Se deben suministrar lámparas de 100 voltios y 250 vatios de vapor de sodio y todos sus accesorios para instalación. El vidrio debe ser reflectivo y resistente al impacto térmico y el reflector metálico debe ser adecuado y resistente. Se deben suministrar también los empaques adecuados para el conjunto.

(2) Lámparas para iluminación de señales. Se deben suministrar lámparas blancas de mercurio de 250 vatios con una vida prevista de 24000 horas. Se debe suministrar todo el material y accesorios para su instalación completa. El vidrio será reflectivo y resistente al impacto térmico.

SECCIÓN 722.) MATERIAL PARA ANCLAJE

722.01 Anclajes para post-tensión. Se deben suministrar anclajes de post-tensión que sean capaces de mantener al acero de preesfuerzo con la carga producida por el esfuerzo de no menos que 95% del esfuerzo de tensión mínimo garantizado para el acero de preesfuerzo.

Se debe usar una placa de acero para distribución de los esfuerzos de compresión del dispositivo de anclaje hacia el concreto. Se deben suministrar dos dispositivos de anclaje (con placas de ensamblaje) para cada lado y tipo a ser utilizado.

722.02 Anclajes. Deben suministrarse materiales que cumplan las siguientes normas.

(a) Tendones. Deben cumplir las disposiciones de las normas AASHTO M 203M, AASHTO M 275M y ASTM A 779 según el tipo de tendón.

(b) Acopladores. Deben suministrarse acopladores que tengan capacidad mínima de desarrollar el 95% de la resistencia última especificada para el tendón.

(c) Forros laminares. Se deben suministrar tubos de polietileno, de polipropileno extruído, de polietileno extruído, de acero, de plástico, de cloruro de polivinil o de epóxico según las especificaciones ASTM y AASHTO establecidas en el contrato.

(d) Grasa. La grasa a usar debe evitar la corrosión y brindar suficiente lubricación. Debe ser conforme con las normas establecidas en el contrato.

(e) Lechada. Se debe suministrar una mezcla bombeable de cemento Portland, arena, agua y aditivos preparado conforme a la Subsección 725.22. Se debe usar cemento tipo I, II y III que cumpla con la Subsección 701.01. Se pueden usar aditivos químicos siempre que cumplan con la Subsección 711.03 y se mezclen conforme lo recomienda el fabricante. La lechada suministrada debe ser capaz de alcanzar una resistencia en cubos de 25 Mpa en 7 días (AASHTO T106). Los cubos se prepararán de batidas de lechada seleccionadas al azar.

(f) Espaciadores. Se deben suministrar espaciadores de tendones y alambres que no produzcan deterioro del acero de post-tensión.

(g) Dispositivos de anclaje. Deben cumplir las normas AASHTO M 183M y AASHTO M 222M y las recomendaciones del Manual del Instituto de Postensión de Los Estados Unidos de América.

SECCIÓN 723.) RESERVADA

SECCIÓN 724.) RESERVADA

SECCIÓN 725.) MATERIALES DIVERSOS

725.01 Agua. El agua se suministrará de acuerdo a lo siguiente:

(a) Agua para usar en la mezcla o curado del concreto y del mortero. Deberá estar de acuerdo a AASHTO M 157. Se deberá usar agua potable de calidad conocida, que esté de acuerdo con la norma AASHTO T 26. El agua potable es segura para el consumo humano, como está definida en la normativa estatal.

(b) Agua para el plantado o cuidado de vegetación. Suministrar agua que esté libre de sustancias peligrosas para la vida de las plantas, como: aceites, ácidos, álcalis, o sales.

(c) Agua para el movimiento de tierra, pavimentación y control de polvo. Se suministrará agua libre de sustancias que causen detrimentos en el trabajo.

725.02 Cloruro de calcio y cloruro de magnesio

(a) Cloruro de calcio para el control de polvo. Deberá estar de acuerdo con AASHTO M 144 tipo S para el grado y clase especificada.

(b) Cloruro de magnesio. Deberá usarse de acuerdo a lo siguiente:

Cloruro de magnesio por peso	28 al 35%
Agua por peso	65 al 72%
Gravedad específica, ASTM D 1298	1.290 a 1.330

725.03 Limo

(a) Limo para mampostería. Se suministrará limo hidratado de acuerdo con ASTM C 207 tipo N.

(b) Limo para estabilización del suelo y pavimentación. Deberá usarse de acuerdo a AASHTO M – 216.

725.04 Puzolanas. Deberán estar de acuerdo a lo siguiente:

(a) Cenizas finas	AASHTO M 295
(b) Acero de tierra	AASHTO M 302 grado 100 o 200
(c) Humos de silicio (microsilíce)	AASHTO M 307

725.05 Relleno mineral. Debe estar de acuerdo con AASHTO M 17.

725.06 Concreto prefabricado. Debe estar de acuerdo con lo siguiente:

- | | |
|--------------------------|-------------------|
| (a) Concreto | Sección 601 |
| (b) Acero de re refuerzo | Subsección 709.01 |

725.07 Ladrillos de arcilla y lajas. Debe estar de acuerdo con lo siguiente:

- | | |
|------------------------------|-----------------------|
| (a) Ladrillo | AASHTO M 91 grado SM |
| (b) Ladrillo de construcción | AASHTO M 114 grado SW |

725.08 Ladrillos de concreto. Debe estar de acuerdo con ASTM C 55 grado N-1

725.09 Bloques de mampostería de concreto. Se suministrarán bloques de concreto de mampostería. Debe estar de acuerdo con lo siguiente:

- | | |
|-------------------------------------|------------|
| (a) Bloques sólidos de soporte | ASTM C 139 |
| (b) Bloques de soporte con agujeros | ASTM C 90 |
| (c) Bloques sin soporte | ASTM C 129 |

725.10 Bloques celulares de concreto. Debe estar de acuerdo con ASTM C 90 grado N-I o N-II, pesos normales, excepto al usar el concreto de acuerdo con la Sección 601.

725.11 Unidades de concreto prefabricado. Debe estar de acuerdo con lo siguiente:

- | | |
|---|------------|
| (a) Esfuerzo a 28 días, AASHTO T 22 | 25 Mpa mín |
| (b) Contenido de aire por volumen, cuando se requiera | |
| (1) 9.5 mm como tamaño máximo de agregado | 5% mín |
| (2) > 9.5 mm como tamaño máximo de agregado | 4% mín |

Se curarán las unidades de acuerdo con AASHTO M 170 M.

Se colará una cantidad suficiente de cilindros de concreto para cada unidad, de forma que se permitan ensayos a la compresión a 7, 14 y 28 días. Se deberá preparar 3 cilindros para cada ensayo. Si los requerimientos para el esfuerzo son para 7 o 14 días, se deberá certificar la edad de los cilindros a los 14 días del colado.

No usar unidades de concreto prefabricado cuando:

- un número representativo de los cilindros no cumple el esfuerzo requerido a los 28 días

- hay grietas o agujeros en áreas superiores a 0.02 metros cuadrados.

El concreto prefabricado reforzado deberá estar de acuerdo con AASHTO M 199M.

725.12 Armaduras, rejillas, cobertores y escaleras. Se fabricarán escaleras de metal. Deberán estar de acuerdo a lo siguiente:

(a) Encofrados de acero	AASHTO M 105
(b) Encofrados de carbón	AASHTO M 103M
(c) Acero estructural	AASHTO M 183M
(d) Galvanizado	AASHTO M 111
(e) Encofrados de acero maleable	AASHTO A 47M
(f) Escaleras de aluminio	ASTM B 221M 6061 – T6
(g) Encofrados de aluminio	ASTM B 26M 356.0 – T6
(h) Barniz de asfalto	FSS TT - V-51

725.13 Unidades de metal corrugado. Las unidades de metal corrugado deberán estar de acuerdo con AASHTO M 36M. Las unidades de aluminio corrugado, deberán estar de acuerdo con AASHTO M 196M. En el caso de los recubrimientos, deberán estar de acuerdo a lo siguiente:

(a) Unidades de cobertor asfáltico	AASHTO M 190 tipo A
(b) Unidades de polímero	AASHTO M 245M grado 250/250
(c) Unidades de fibra	Subsección 707.09

725.14 Recubrimientos de protección del concreto. Debe estar de acuerdo con lo siguiente:

(a) Aceite	ASTM D 260 tipo I o II
(b) Petróleo	ASTM D235

725.15 Tuberías de cloruro polivinilo (PVC) para sistemas de distribución de aguas. Debe estar de acuerdo con lo siguiente:

(a) Tubería de PVC	ASTM D 1785
(b) Cemento como solvente en tubería	ASTM D 2564

725.16 Tubería de polietileno (PE) para sistemas de distribución de aguas. Debe estar de acuerdo con ASTM D 2447 para las medidas de diseño y esfuerzos esperados.

725.17 Tubería de acero. Debe estar de acuerdo con ASTM A 74 clase SV.

725.18 Tubería de cobre. Debe estar de acuerdo con ASTM V 88 m tipo L

725.19 Revestimiento de plástico. Se suministrará una película que tenga un espesor de 175 ± 25 micrómetros y de acuerdo con una de las siguientes opciones:

- | | |
|---|------------------------|
| (a) Película de plástico de cloruro polivinil | ASTM D 1593 tipo II |
| (b) Película de plástico de polietileno | ASTM D 2103 tipo 02000 |

725.20 Revestimiento sulfonado. Se suministrará una solución acuosa a base del catión amonio, calcio o sodio. Deberá estar de acuerdo con lo siguiente:

- | | |
|-------------------------|---------|
| (a) Sólidos | 50 % |
| (b) Gravedad específica | 1.25 |
| (c) pH, AASHTO T 210 | 4.5 min |

725.21 Adhesivos epóxicos de resina. De acuerdo AASHTO M 235

725.22 Mortero. Se suministrarán morteros de acuerdo con los siguientes tipos o las especificaciones del contrato.

(a) Mortero de cemento hidráulico. Se suministrará una mezcla de cemento Portland, agregado fino, agua, aditivo de expansión, y/o cenizas volantes de acuerdo con lo siguiente:

- | | |
|---|-----------|
| (1) Esfuerzo de compresión a los 7 días, AASHTO T 106 | 4 Mpa min |
| (2) Flujo (FLH T 502 o ASTM C 939) | 16 a 26 s |

Se suministrará la siguiente información con la certificación del producto:

- Certificaciones del fabricante del cemento
- Análisis químico y físico de las puzolanas
- Ensayos de laboratorio (1 día, 3 días, y 7 días para los esfuerzos, tiempos de flujo, encogimiento y expansión observada, y tiempo de fragua)

(b) Mortero de polímero. Se suministrará un polímero y agregado fino mezclados en las proporciones recomendadas por el fabricante del polímero

con un esfuerzo a la compresión mínimo de 25 Megapascales a las 4 horas de su elaboración.

(c) Mortero no-compresible. Conforme a ASTM C 1107

(d) Mezcla de yeso (mortero). Conforme a lo siguiente:

- | | |
|---|---|
| (1) Esfuerzo adhesivo, 28 días | 2 MPa mín |
| (2) Resistencia al congelamiento
ASTM C 666, método B, 300 ciclos | Sin aparición de grietas |
| (3) Intemperismo acelerado, 5000 horas | Sin defectos visibles |
| (4) Resistencia al rociado | Sin deteriorarse y sin
pérdida de adhesión |
| (5) Absorción, ASTM C 67 | 3.5% máximo |
| (6) Esfuerzo de flexión, ASTM C 348, 28 días | 6.8 Mpa mín |
| (7) Esfuerzo a la compresión, AASHTO T 106, 28 días | 27.5 Mpa mín |

(e) Mortero de cemento Portland. Se suministrará una mezcla con 1 porción de cemento Portland por 3 de arena. Cuidadosamente se mezclarán con agua para producir un mortero.

725.23 Reservada

725.24 Color del recubrimiento. Se suministrará un cartucho que contenga las resinas que se van a usar, solventes y los pigmentos del tono del color suspendidos en una solución por un agente de suspensión químico. Los pigmentos deben consistir de silicatos laminares, dióxido de titanio y óxidos inorgánicos. Deberán estar de acuerdo con lo siguiente:

- | | |
|--|--|
| (a) Peso por litro o galón, ASTM D 147 | 38 kg mín |
| (b) Sólidos por peso, ASTM D 2369 | 30% mín |
| (c) Sólidos por volumen | 21% mín |
| (d) Tiempo de secado, ASTM D 1640 | 30 minutos a 21 °C
y 50% de humedad
máxima |
| (e) Cambio de color, ASTM D 822, 1000 h | Sin cambios
apreciables |
| (f) Resistencia a los ácidos, álcalis, gasolina | ASTM D 543 |
| (g) Transmisión de vapor de agua en el interior
del concreto, ASTM D 1653 | capaz de transmitir |
| (h) Absorción de humedad exterior dentro de los
poros de la superficie del concreto FSS TT-C-555 | Taza reducida |
| (i) Oxidación en el tiempo | Ninguna |

725.25 Explosivos y accesorios de voladura. Sólo se usarán explosivos y accesorios con menos de un año de antigüedad.

725.26 Lechadas minerales. Se suministrará bentonita de sodio de origen comercial. Usar tamaños de granos minerales que permanezcan en suspensión con una viscosidad suficiente y características de gel en la mezcla.

725.27 Encofrados . Se suministrará un producto de alta calidad con elementos de unión fáciles de manipular. Las formaletas que se usarán no compresionarán el concreto más de 6 mm a una tasa de 3650 kilogramos por metro cuadrado.

725.28 Masilla de aluminio impregnado. Conforme a FSS TT-C-598 grado 1.

**MANUAL CENTROAMERICANO DE ESPECIFICACIONES
PARA LA CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS Y PUENTES REGIONALES**
fue editado en la Ciudad de Guatemala,
en Abril de 2001 por _____

**Prohibida su reproducción parcial o total,
para la venta al público.**