



MINISTERIO DE TRANSPORTE E INFRAESTRUCTURA  
REPUBLICA DE NICARAGUA



# ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE CAMINOS, CALLES y PUENTES

(NIC 2019)

**TOMO I**





MINISTERIO DE TRANSPORTE E INFRAESTRUCTURA  
REPUBLICA DE NICARAGUA



# ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE **CAMINOS, CALLES y PUENTES**

**(NIC 2019)**

**TOMO I**





# PRESENTACIÓN

EL MINISTERIO DE TRANSPORTE E INFRAESTRUCTURA se complace en presentar al pueblo de Nicaragua en general, y en especial a la Comunidad Académica y al Sector de Infraestructura y Construcción, la presente actualización de las Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos, Calles y Puentes, conocidas como NIC-2019, que nace como una iniciativa de la Dirección General de Normas de Construcción y Desarrollo Urbano y se logra concretar con el financiamiento del Banco Interamericano de Desarrollo (BID).

La actualización del NIC-2019, fue acompañada de un intenso y amplio proceso de consultas con la comunidad de ingenieros y arquitectos, así como de universidades, asociaciones gremiales e instituciones públicas y privadas dedicadas a la construcción. Se efectuaron presentaciones técnicas especializadas, donde participaron más de ciento cincuenta ingenieros civiles y arquitectos, cuyos valiosos aportes están considerados e incorporados en este documento.

El NIC-2019 contiene aspectos generales que permitirán administrar de forma más efectiva los proyectos de carreteras, caminos y puentes, apoyándose en la ley y reglamento de contrataciones que se encuentren vigentes en el país. La parte técnica se ha actualizado en lo que respecta a nuevos materiales y técnicas de construcción, especialmente en lo que se refiere a pavimentos, tanto flexibles como rígidos. También presenta especificaciones actualizadas para la construcción de puentes y el control del tráfico y seguridad vial. La normativa ambiental ha sido también motivo de amplia discusión y ha incorporado especificaciones, reglamentos y leyes vigentes nacionales que tienen que ver con la protección del medio ambiente. Todo el NIC-2019 incorpora aspectos relacionados con el cambio climático de forma transversal, es decir tanto en la parte contractual, como en las especificaciones técnicas y procesos constructivos, especialmente en lo que corresponde a movimiento de tierra, geotecnia, construcción de la estructura de la carpeta y los sistemas de drenaje.

El Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI), agradece a las Instituciones y a los profesionales por su colaboración y aporte en la actualización de estos temas que forman parte del NIC-2019, de singular importancia para el desarrollo social y económico de la sociedad nicaragüense.



**General (R) Oscar Mojica Obregón**  
**Ministro**  
**Ministerio de Transporte e Infraestructura**



# TOMO I

## CONTENIDO

### »» DIVISION I

#### ASPECTOS GENERALES

**SUBDIVISION 100:**  
**Aspectos Generales**  
*(Pág. 9)*

### »» DIVISIÓN II

#### ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

**SUBDIVISIÓN 200:**  
**Movimiento de Tierras**  
*(Pág. 65)*

**SUBDIVISIÓN 300:**  
**Capas Superficiales Estructura  
de la plataforma vial**  
*(Pág. 137)*

**SUBDIVISIÓN 400:**  
**Pavimentos flexibles y Tratamientos  
superficiales**  
*(Pág. 187)*

**SUBDIVISIÓN 500:**  
**Pavimentos Rígidos y Semirígidos**  
*(Pág. 313)*

**SUBDIVISIÓN 600:**  
**Puentes y Estructuras**  
*(Pág. 423)*



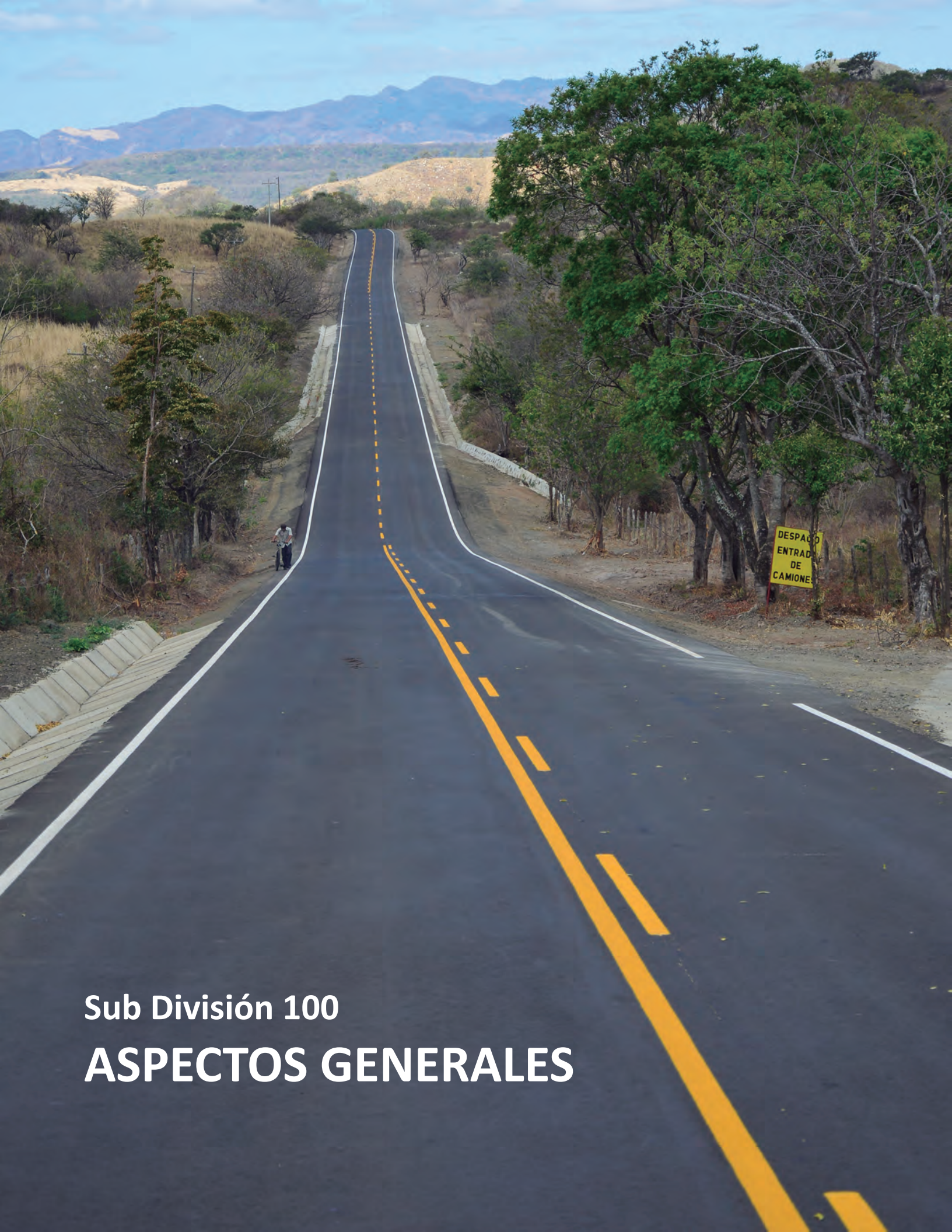
**DIVISIÓN I**

# **ASPECTOS GENERALES**









Sub División 100

# ASPECTOS GENERALES



## **SUBDIVISION 100** **ASPECTOS GENERALES**

### ■ **SECCIÓN 100**

#### **ASPECTOS GENERALES**

- 100.1 Abreviaturas / Pág. 13
- 100.2 Definiciones / Pág. 15
- 100.3 Derecho supletorio / Pág. 29

### ■ **SECCIÓN 101**

#### **OBLIGACIONES DEL CONTRATISTA**

- 101.1 Conocimiento de las leyes, reglamentos y demás normas / Pág. 24
- 101.2 Impuestos, derechos, gravámenes y cotizaciones / Pág. 24
- Arbitraje / Pág. 25
- 101.4 Monedas y tasas de cambio. Proposiciones de monedas / Pág. 26
- 101.5 Permisos / Pág. 26
- 101.6 Uso de dispositivos, materiales y procesos patentados / Pág. 27
- 101.7 Certificación sobre honorarios condicionales / Pág. 27
- 101.8 Traspaso de derechos / Pág.27
- 101.9 Participación de funcionarios públicos / Pág. 27
- 101.10 Empleo de trabajadores convictos/Pág. 27
- 101.11 Idioma contractual / Pág. 27
- 101.12 Uso de personal nicaragüense y extranjero / Pág. 27
- 101.13 Discriminación en el empleo / Pág. 28
- 101.14 Disposiciones sobre sanidad y salubridad / Pág. 28
- 101.15 Conveniencia y seguridad públicas / Pág.28
- 101.16 Protección y restauración de la propiedad y del paisaje / Pág. 30
- 101.17 Uso de explosivos / Pág. 31
- 101.18 responsabilidad del contratista con respecto a la obra / Pág.31
- 101.19 Responsabilidad del contratista con respecto a los servicios públicos / Pág. 32

- 101.20 Suministro del derecho de vía / Pág. 32
- 101.21 Responsabilidad personal de los funcionarios públicos en proyectos del sector público / Pág. 32
- 101.22 Estadísticas sobre el personal, el equipo y las transacciones nóminas de pago / Pág. 32
- 101.23 Pago de mano de obra / Pág. 33
- 101.24 Alojamiento y comida / Pág. 33
- 101.25 Reclamos a favor de terceras personas / Pág. 34
- 101.26 Cambios en las leyes y reglamentos / Pág. 34

### ■ **Sección 102**

#### **CONTROL GENERAL DE LOS CONTRATOS**

- 102.1 Objeto del contrato / Pág. 35
- 102.2 Cambios, condiciones físicas diferentes en el lugar de la obra. Variaciones en las cantidades de obra / Pág. 35
- 102.3 Trabajos extras / Pág. 37
- 102.4 Otros trabajos públicos / Pág. 38
- 102.5 Cambios propuestos por el contratista / Pág. 38
- 102.6 Mantenimiento del tráfico / Pág.40
- 102.7 Disposiciones sobre control del tráfico/Pág. 41
- 102.8 Mantenimiento del agua en sistemas de irrigación / Pág.43
- 102.9 Derecho a usar materiales encontrados dentro de los límites del proyecto / Pág.43
- 102.10 Derechos sobre materiales de valor cultural o de carácter bélico / Pág. 43
- 102.11 Autoridad del ingeniero / Pág. 44
- 102.12 Planos y dibujos de trabajo / pág. 44
- 102.13 Conformidad con los planos y especificaciones / pág. 45
- 102.14 Documentos constitutivos del contrato / pág. 45
- 102.15 Acceso a la oficina del contratista. Cooperación del contratista. Superintendencia del trabajo/ pág. 46

- 102.16 Cooperación con las empresas o instituciones a cargo de servicios públicos / pág. 47
- 102.17 Cooperación entre contratistas / pág. 47
- 102.18 Replanteo y medición de la obra / pág. 48
- 102.19 Designación del ingeniero / pág. 45
- 102.20 Autoridad y obligaciones de los inspectores / pág. 49
- 102.21 Inspección del trabajo / pág.49
- 102.22 Remoción de obras inaceptables o no autorizadas / pág. 54
- 102.23 Restricciones sobre las cargas y dimensiones de los vehículos / pág. 54
- 102.24 Mantenimiento de la obra durante la construcción / pág. 54
- 102.25 Falta de mantenimiento de la vía o de las estructuras / pág.56
- 102.26 Aceptación de la obra / pág. 56
- 102.27 Limpieza final del lugar de la obra / pág. 60

**100.1 ABREVIATURAS**

En las Especificaciones, en los planos u otros documentos de licitación, de obra y contractuales a las siguientes abreviaturas, se les dará la siguiente significación:

**101.1(a) AUTORIDADES E INSTITUCIONES ESTATALES REGULADORAS DE NICARAGUA**

- ALCALDÍAS MUNICIPALES
- COMUNIDADES INDÍGENAS Y GOBIERNOS REGIONALES
- DGBN Dirección General de Bomberos de Nicaragua (Órgano del MINGOB).
- DGV Dirección General de Vialidad del MTI.
- DISNORTE – DISSUR
- DLC Documentos de Licitación y Contratación
- ENACAL Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillado.
- ENATREL Empresa Nacional de Transmisión Eléctrica.
- ENEL Empresa Nicaragüense de Electricidad.
- ENITEL Empresa Nicaragüense de Telecomunicaciones.
- FOMAV Fondo de Mantenimiento Vial de Nicaragua
- INETER Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales.
- INIFOM Instituto Nicaragüense de Fomento Municipal
- MAG-FOR Ministerio Agropecuario y Forestal.
- MARENA Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales.
- MINGOB Ministerio de Gobernación.
- MINSA Ministerio de Salud.
- MHCP Ministerio de Hacienda y Crédito Público
- MITRAB Ministerio del Trabajo.
- MTI Ministerio de Transporte e Infraestructura.
- NUEVO FISE Fondo de Inversión Social de Emergencia
- UCR Unidad Coordinadora de Recursos (de la Institución Contratante).
- UE Unidad Ejecutora del Proyecto (de la Institución Contratante).
- PGR Procuraduría General de la Republica / Intendencia de la Propiedad

**101.1 (b) INSTITUCIONES INTERNACIONALES DE NORMALIZACIÓN TÉCNICA**

- AA “Aluminium Association” (Asociación para la Normalización del Aluminio de EE.UU.)
- AAN “American Association of Nurserymen” (Asociación de Horticultores de EE.UU).
- AAR “Association of American Railroads” (Asociación de Ferrocarriles de EE.UU).
- AASHTO “American Association of State Highway and Transportation Officials” (Asociación de Autoridades Estatales de Carreteras y Transporte de (EE.UU).
- ACI “American Concrete Institute” (Instituto para el Concreto de EE.UU).
- ACPA “American Concrete Pavement Association” (Asociación para Pavimentos de Concreto de EE.UU).
- AGC “Associated General Contractors of America” (Asociación de Contratistas Generales de EE.UU).
- AI “The Asphalt Institute” (El Instituto del Asfalto de EE.UU).
- AIA “American Institute of Architects” (Instituto de Arquitectos de EE.UU).
- ALSC “American Lumber Standards Committee” (Comité de Normas para la Madera de EE.UU).

- AISC “American Institute of Steel Construction” (Instituto para las Construcciones de Acero de EE.UU).
- AISI “American Iron and Steel Institute” (Instituto para el Hierro y el Acero de EE.UU).
- ANSI “American National Standards Institute (Instituto Nacional de Normas de EE.UU).
- APWA “American Public Works Association” (Asociación para las Obras Públicas de EE.UU).
- ARA “American Railway Association” (Asociación Ferroviaria de EE.UU)
- AREA “American Railway Engineering Association” (Asociación de Ingeniería Ferroviaria de EE.UU).
- ARTBA “American Road and Transportation Builders Association” (Asociación de Constructores de Caminos y de Transporte de EE.UU).
- ASCE “American Society of Civil Engineers” (Asociación de Ingenieros Civiles de EE.UU).
- ASLA “American Society of Landscape Architects” (Asociación de Arquitectos Paisajistas de EE.UU).
- ASME “American Society of Mechanical Engineers” (Asociación de Ingenieros Mecánicos de EE.UU).
- ASTM “American Society for Testing and Materials” (Asociación para Ensayos y Materiales de EE.UU).
- ATSSA “American Traffic Safety Services Association” (Asociación para Servicios de Seguridad de Tráfico de EE.UU).
- AWPA “American Wood-Preservers Association” (Asociación de Preservadores de Madera de EE.UU).
- AWS “American Welding Society” (Sociedad para la Soldadura de EE.UU).
- AWWA “American Water Works Association” (Asociación para Instalación de Abastecimientos de Agua Potable de EE.UU).
- CFR “Code of Federal Regulations” (Código de Regulaciones Federales de EE.UU).
- CRSI “Concrete Reinforcing Steel Institute” (Instituto para el Acero de Refuerzo del Concreto de EE.UU).
- FLH “Federal Lands Highways” (Carreteras en Terrenos Federales de EE.UU).
- EPA “Environmental Protection Agency” (Agencia para la Protección Ambiental de EE.UU).
- FHWA “Federal Highway Administration” (Administración de Carreteras Federales de EE.UU.)
- FSS “Federal Specifications and Standards” (Especificaciones y Normas Federales de EE.UU)
- FTMS “Federal Test Method Standard” (Norma Federal del Método de Prueba de EE.UU)
- GRI “Geosynthetic Research Institute” (Instituto para la Investigación de Geosintéticos de EE.UU).
- IMSA “International Municipal Signal Association” (Asociación Internacional de Semaforización Municipal).
- INCOTERMS Normas Internacionales de Comercio.
- ISO “International Standardization Organization” (Organización Internacional para la Normalización).
- ISSA “International Slurry Seal Association” (Asociación Internacional para el Sellado de Pavimentos con Lechada Asfáltica).
- ITE “Institute of Transportation Engineers” (Instituto de Ingenieros de Transporte de EE.UU).
- MCDCT “Manual Centroamericano de Dispositivos para Control de Tráfico.
- MIDCT Manual Interamericano de Dispositivos para el Control del Tránsito en Calles y Carreteras.
- MIL “Military Specifications” (Especificaciones Militares de EE.UU).
- MUTCD “Manual on Uniform Traffic Control Devices” (Manual de Dispositivos Uniformes para el Control de Tráfico) (EE.UU).
- NBS “National Bureau of Standards” (Buró Nacional de Normas de EE.UU).
- NEC “National Electrical Code” (Código Nacional de Electricidad de EE.UU).
- NEMA “National Electrical Manufacturers Association” (Asociación Nacional de Manufactureros Eléctricos de EE.UU)
- NFPA National Forest Products Association (Asociación Nacional de Productos Forestales de EE.UU)
- NIST “National Institute of Standards and Technology” (Instituto Nacional de Normas y Tecnología de EE.UU).
- OSHA “Occupational Safety and Health Administration” (Administración de Seguridad y Salud Ocupacional de EE.UU).
- PCA “Portland Cement Association” (Asociación del Cemento Portland de EE.UU).

- PCI “Prestressed Concrete Institute” (Instituto para el Concreto Presforzado de EE.UU).
- PTI “Post-tensioning Institute” (Instituto para el Postensado de EE.UU).
- SAE “Society of Automotive Engineers” (Sociedad de Ingenieros de Automotores de EE.UU).
- SI Sistema Internacional de Unidades.
- SIECA Secretaria de Integración Económica Centroamericana
- SSPC “Steel Structures Printing Council” (Consejo Editorial para las Estructuras de Acero de EE.UU).
- UL “Underwriters Laboratory” (Laboratorio de los Reaseguradores de EE.UU).
- USC “United States Code” (Código de Normas de EE.UU).
- USCOE “U.S. Corps of Engineers” (Cuerpo de Ingenieros del Ejército de EE.UU). (También se le abrevia como COE).

## 100.2 DEFINICIONES

En las Especificaciones, en los planos y otros documentos de licitación y contractuales cuando se empleen los siguientes términos, serán interpretados de la siguiente manera:

- **Acera (o Andén):** Parte lateral de la calle, más elevada que la calzada, y reservada a la circulación de los peatones.
- **Acuerdo Suplementario:** Acuerdo suscrito, entre el Contratante y el Contratista, mediante el cual se legaliza las modificaciones hechas al contrato originalmente celebrado
- **Adendum:** Nota adicional a los Documentos de Licitación y Contrato, durante el proceso de licitación, después de la impresión y entrega de los DLC. mediante el Adendum el Contratante aclara, modifica o enmienda el contenido de los DLC, incluyendo los planos, las especificaciones, los términos o las condiciones contenidas en ellos. Para el plural se usará el término Adendum. También se utilizan los términos Adendum o Adenda
- **Adjudicación:** Nota de aceptación, por escrito, por parte del Contratante de la oferta evaluada como la más favorable en la licitación.
- **Alcaldía:** Es el Gobierno Municipal, unidad base de la división político administrativa del país, son Personas Jurídicas de Derecho Público, con plena capacidad para adquirir derechos y contraer obligaciones.
- **Alcantarilla:** Termino genérico con que se denomina a aquellas estructuras, que no sean clasificadas como puentes o cajas, que sirven para dar paso a cursos de agua por debajo de las vías. Incluye tubería y cualquier estructura así designada en los planos.
- **Aletón:** Muro lateral colocado, a continuación del cabezal, a la entrada y salida de las alcantarillas, para proteger los taludes y encauzar las aguas.
- **Ancho de Vía de Puente:** Ancho libre de la superficie de rodadura de la vía, medido en ángulo recto con la línea central de la misma entre los pies de cunetas o, si no tiene cunetas, entre las caras internas de los parapetos o barandales del puente.
- **Área de Reserva o Zona de Retiro:** Área o superficie de terreno adyacente a cada lado del Derecho de Vía y comprendida entre el límite de propiedad frente a la vía pública y la línea de construcción. Mientras la Ley no lo disponga de otra manera, actualmente solo es aplicable a las calles.
- **Aviso de Licitación:** Aviso publicado en los diarios invitando a Contratistas a presentar ofertas para ejecutar trabajos o para suministrar materiales, equipo o prestar servicios.



- **Base:** La capa o capas de material colocado sobre la sub-base o subrasante para soportar la capa superficial de un pavimento.
- **Cabezal:** Muro central construido a la entrada y/o a la salida de las alcantarillas para sostener y proteger los taludes y para encauzar las aguas.
- **Capa Superficial:** La capa o capas superiores de la estructura de un pavimento diseñadas para resistir la carga del tráfico, de las cuales la capa superior resiste el deslizamiento y desgaste del tráfico y los efectos desintegradores del clima. A la capa superior se le conoce también como “Capa de Desgaste”.
- **Carretera, Calle o Camino:** Vía de comunicación entre poblaciones, debidamente acondicionada a la circulación de vehículos. Términos genéricos que designan una vía terrestre para fines de circulación de vehículos y que incluye la extensión total comprendida dentro del Derecho de Vía.
- **Carril:** Banda longitudinal de la superficie de rodadura que tenga el ancho suficiente destinada al tránsito de una sola fila de vehículos.
- **Concepto de Obra o Rubro de Contrato o de Pago:** Unidad de trabajo específicamente descrita para la cual se ha establecido un precio en el Contrato.
- **Conceptos Mayores y Menores del Contrato:** Concepto Mayor del Contrato es el monto total en el Pliego de Licitaciones. Este monto será por lo menos igual al 10% del monto total original del Contrato. De presentarse posteriormente una modificación del Contrato será igual o mayor al 10% del Monto del Contrato. Todos los otros conceptos del contrato serán denominados conceptos menores.
- **Condiciones Especiales del Contrato (CEC):** Son las adiciones, supresiones y modificaciones a las Especificaciones Generales y Especificaciones Suplementarias con el fin de cubrir las condiciones propias de un proyecto individual.
- **Condiciones Generales del Contrato (CGC):** Conjunto de disposiciones generales de carácter legal, administrativo y ambiental que regulan la ejecución del Contrato.
- **Conformidad Sustancial:** Se entenderá por Conformidad Sustancial la diferencia aceptable en ciertas magnitudes, y/o datos topográficos.

El Ingeniero Supervisor aplicará a su completo y absoluto juicio, dentro de las especificaciones contractuales, la aceptación de las Tolerancias establecidas. Estas Tolerancias no deberán afectar el valor, calidad y la utilidad de la obra, ni a los intereses del Contratante. Se delimita las tolerancias:

*a.* Cuando las tolerancias de trabajo no estén especificadas, significará el cumplimiento sustancial con las tolerancias acostumbradas en la manufactura y en la industria de la construcción.

*b.* Cuando las tolerancias de trabajo estén especificadas, significará el cumplimiento con tales tolerancias.

- **Contracuneta:** Zanja lateral existente a cada lado de la vía, destinada a recoger las aguas que drenan hacia los taludes de la vía. Es construida generalmente en la parte superior de las laderas de corte o en la parte superior de las laderas donde se apoyen los taludes de terraplén, y su dirección es paralela a la línea central de la vía.
- **Contratante:** Es la entidad, organismo o empresa que convoca a la licitación y firma el contrato respectivo.

- **Contratista:** La persona, compañía, empresa colectiva, sociedad mercantil o cualquier combinación aceptable de éstas, que haya celebrado con el Contratante un Contrato para la ejecución de una obra o la prestación de servicios conexos.
- **Contrato:** El documento jurídico y técnico oficial escrito, firmado por el Contratante y el Contratista, en el que se establecen las obligaciones de las partes y comprende, entre otras, la ejecución del trabajo, el suministro de la mano de obra, materiales y equipo y su administración. También contiene las bases de pago.  
El Contrato comprende todos los documentos y cuestionarios mencionados en los Documentos de Licitación y Contratación (DLC). También incluye otros documentos expedidos posteriormente con el objeto de proveer lo necesario para la terminación del trabajo en una forma aceptable. Todo lo anterior según la ley de la materia.
- **Convocatoria:** Es el documento mediante el cual, el Contratante convoca o invita públicamente a los contratistas a presentar ofertas para la construcción de obras o el suministro de materiales o la prestación de servicios conexos y, además, amplía los detalles contenidos en el Aviso de Licitación acerca de la naturaleza y alcance del trabajo, así como de los términos y condiciones que regirán el Contrato.
- **Corte:** Es la excavación que se realiza en el terreno para conformar la estructura de la vía y elementos auxiliares de conformidad con las líneas y niveles mostrados en los planos u ordenados por el Ingeniero.
- **Cuestionarios de Calificación:** Los cuestionarios especificados en los cuales un posible Proponente debe suministrar la información requerida sobre su capacidad técnica y financiera para ejecutar el trabajo que incluyen: Cuestionario de Experiencia, Cuestionario de Maquinaria y Estados Financieros. Estos cuestionarios suelen ser incluidos como anexos a los documentos de Precalificación. Cuando la calificación y la licitación se hacen como parte de un mismo trámite, denominado co-calificación, entonces, los cuestionarios van incluidos en los DLC.
- **Cuneta:** Zanja lateral paralela al eje de una carretera, camino o calle construida inmediatamente después del borde de los hombros. En calles pavimentadas con aceras se entiende por cuneta la estructura acanalada que permite el escurrimiento del agua y, a la vez, sirve de barrera entre la calzada y la acera.
- **Delantal o Zampeado:** Piso de concreto hidráulico, mampostería o enrocamiento construido en la entrada y salida de alcantarillas y cajas para evitar la erosión y socavación.
- **Derecho de Vía:** Área o superficie de terreno, propiedad del Estado, destinada al uso de una vía pública, con zonas adyacentes como previsión para ampliaciones futuras o utilizadas para todas las instalaciones y obras complementarias al servicio de los usuarios de la vía.
- **Desperdicio o Extra:** Es el volumen de material proveniente de los cortes dentro del trazo de la carretera, camino o calle, que no se utiliza en la formación de rellenos o terraplenes; a ser descargado en buzones de despojo dentro de las previsiones ambientales y dentro del marco de los requerimientos establecidos por efecto del cambio climático.
- **Día Calendario:** Cada día que aparece en el calendario incluyendo sábados, domingos, días feriados o festivos y períodos de suspensión ordenados o autorizados por el Ingeniero Supervisor.
- **Día de Trabajo, o Día Laborable, relativo al plazo del Contrato:** Cualquier día calendario, excluyendo domingos y días de fiesta oficiales, en que, a criterio del Ingeniero Supervisor, las condiciones del clima, del suelo y otras condiciones fuera del control del Contratista, permitan realizar eficientemente las operaciones de construcción por un período mínimo de 6 horas comprendidas entre las 6:00 y las 18:00 horas, utilizando la cantidad de obreros y maquinaria programados normalmente en la ejecución de las partes de la obra que estuviesen siendo desarrolladas en esa oportunidad.

- **Día Hábil:** Los Plazos establecidos en “días” o “días hábiles”, se computarán de Lunes a Viernes, no tomando en cuenta para dicho cómputo los días Sábado y Domingo, así como tampoco los días de asueto o feriados.
- **Directiva:** Una orden escrita expedida por el Ingeniero Supervisor al Contratista, requiriendo que sean ejecutados determinados trabajos, de acuerdo con el Contrato. Puede contener cambios que no impliquen ajustes en la base de pago. Las órdenes de iniciar, suspender y reanudar el trabajo, así como las órdenes de ejecutar trabajos bajo el concepto de pago por trabajos de carácter eventual, es decir, los Trabajos por Administración que estuvieren considerados en el Contrato, son dadas por medio de Directivas.
- **Director:** El Director General de Obras del Contratante o su representante debidamente autorizado de acuerdo a los términos del Contrato.
- **Disnorte-Dissur:** Empresas que prestan el servicio de distribución de energía eléctrica a la empresa de transmisión para los clientes.
- **Documentos de Licitación y Contratación (DLC) :** Estos son el conjunto de documentos emitidos por el Contratante, que especifican detalladamente las obras, bienes o servicios cuya ejecución o adquisición desea contratar mediante el procedimiento de selección de contratistas conocido como Licitación, describen el trámite a seguir en dicho proceso y en la adjudicación y formalización del contrato, así como las condiciones que regirán en la ejecución de las obras o el suministro de los bienes o servicios contratados.
- **Duración del Contrato:** Tiempo de ejecución del contrato, plazo o tiempo contractual.
- **Enatrel:** Empresa Nacional de Transmisión Eléctrica de conformidad con la Ley Creadora de Enatrel y sus reformas.
- **Equipo:** Toda la maquinaria y equipo, junto con los suministros necesarios para su reparación y mantenimiento. También se incluye bajo este vocablo las herramientas y aparatos necesarios para la construcción y acabado aceptable del trabajo.
- **Especificaciones:** En general, se denomina con este nombre a la compilación de estipulaciones y requisitos detallados para la construcción de las obras de un proyecto o el suministro de bienes o servicios.
- **Especificaciones Especiales:** Son adiciones y revisiones a las especificaciones generales y a las suplementarias para cubrir condiciones peculiares de un proyecto. Estas no pasan necesariamente a formar parte de las Especificaciones Generales en el futuro.
- **Especificaciones Generales:** Se le llama así a este manual, que contiene especificaciones aprobadas de aplicación general y de uso repetitivo.
- **Especificaciones Suplementarias:** Son adiciones, modificaciones o correcciones a las Especificaciones Generales, o bien especificaciones nuevas, adoptadas como norma después de la publicación de aquéllas, y que el Contratante incluye como parte del Contrato. En caso de conflicto, las Especificaciones Suplementarias prevalecerán sobre las Especificaciones Generales. Las Especificaciones Suplementarias son corrientemente publicadas en forma separada mientras se hace una nueva revisión y publicación de las Especificaciones Generales, ocasión en las que pasan a ser parte integral de estas.
- **Estación:** Este vocablo, usado como unidad de medida, significa una distancia de 20 metros lineales a lo largo del eje de la vía. Cuando se use para identificar a determinado lugar de la vía en construcción, significará la distancia acumulada en kilómetros y fracción de kilómetro medida a lo largo del eje de la vía a partir del punto de comienzo del proyecto.

- **Estructuras:** Puentes, alcantarillas, tragantes, sumideros, pozos de visita, muros de retención, cabezales, edificios, albañales, tuberías de servicio, subdrenes y obras similares.
- **Fiador o Garante:** Es un individuo, institución financiera o afianzadora, compañía de seguros, etc., sus sucesores o cesionarios, que contrae una obligación con el Contratante a favor del Proponente, mediante la rendición de una fianza o garantía firmada.
- **Fianza o Garantía de Mantenimiento de Oferta:** Esta también es llamada “de seriedad”, tiene por objeto asegurar al Contratante que el Oferente mantendrá su oferta durante los plazos estipulados en los DLC y que firmará el contrato y rendirá las fianzas o garantías requeridas. Su monto es fijado en las CEC. En concordancia con la Ley vigente que regula la materia.
- **Fianza o Garantía de Cumplimiento:** Esta también es conocida como “de ejecución” o “de fiel cumplimiento. Es la fianza o garantía que debe rendir al Contratante el adjudicatario de una licitación para resarcirle las posibles pérdidas, daños y perjuicios resultantes de la falta de cumplimiento o falla del Contratista de las obras o suministro de bienes y servicios conexos objeto de la licitación, de conformidad con los términos y condiciones del respectivo contrato. Su monto es fijado en las CEC.
- **Fianza o Garantía de Anticipo:** Esta es la fianza o garantía que rinde el Contratista al Contratante para asegurarle la debida amortización del total de la suma recibida como anticipo, de acuerdo con el Contrato.
- **Fianza o Garantía de Pago:** Es la fianza o garantía que rinde el Contratista al Contratante para asegurar que pagará, con la debida puntualidad y en su totalidad a todas las personas que le suministren mano de obra, materiales, equipo y servicios conexos, así como el pago de impuestos de ley y otros pagos obligatorios relacionados con el Contrato todos debidamente soportados. Su monto es fijado en las CEC.
- **Fianza o Garantía de Calidad:** Ésta, conocida también como “de Vicios Ocultos”, es la que rinde el Contratista al Contratante para asegurar la reparación o reconstrucción de cualquier parte de la obra que resultare defectuosa por causa de vicios ocultos dentro del plazo fijado en las CEC; entra en vigencia a partir de la fecha de aceptación provisional de la obra. Su monto es fijado en las CEC.
- **Gobierno:** El Gobierno de la República de Nicaragua, representado por la dependencia del Gobierno Central con atinencia directa, permanente o circunstancial en la ejecución del Proyecto, en el ejercicio de su autoridad y en defensa de los intereses del país.
- **Hombro:** Área o superficie adyacente a ambos lados de la superficie de rodamiento, cuya finalidad es la de dar soporte lateral al pavimento, servir para la circulación de los peatones, (si no hay andenes) proporcionar espacio para las emergencias del tráfico, para el aparcado de vehículos y para dar al tráfico vehicular más seguridad.
- **Ingeniero (Ingeniero Supervisor):** El representante del Contratante, debidamente autorizado para llevar a efecto la inspección y supervisión de la construcción de las obras de conformidad con el Contrato.
- **Inspector:** El representante autorizado del Ingeniero Supervisor para llevar a efecto la inspección detallada de la ejecución de las obras bajo contrato.
- **Instrucciones Generales a los Oferentes (IGO) y/o Proponentes:** Éstas proveen la información necesaria para que los Oferentes puedan preparar sus ofertas. También proveen información sobre la presentación, apertura y evaluación de las ofertas y sobre la adjudicación del Contrato.

- **Instrucciones Especiales a los Oferentes (IEO) y/o Proponentes:** Éstas contienen las disposiciones que son propias de cada licitación y que complementan la información o los requisitos indicados en las IGO. Estas van incluidas en los DLC.
- **Laboratorio:** Lugar dispuesto para realizar ensayos y pruebas de control de materiales y productos de los mismos, autorizado por el Contratante.
- **Lados del Camino:** Vocablo general para designar a aquellas áreas pertenecientes al Derecho de Vía que quedan fuera de la plataforma o corona de la vía.
- **Largo del Puente:** La mayor dimensión de una estructura medida a lo largo del centro de la vía entre las caras traseras de los estribos o entre los extremos del piso del puente.
- **Libro de Bitácora (Libro de Órdenes):** Libro con sus páginas numeradas que debe permanecer en la oficina de campo del Ingeniero Supervisor. Cada página debe tener copias para el Contratante y sus asesores técnicos (si los tuviera) y para la Supervisión. Sirve para la comunicación de instrucciones y otros aspectos relacionados a la obra entre el Contratista y el Ingeniero Supervisor, sin perjuicio de las comunicaciones escritas cruzadas entre ambos.
- **Ley No.219 de Normalización Técnica y Calidad:** Del 9 de Mayo de 1996. Publicada en La Gaceta No. 123 de 2 de Julio de 1996.
- **Ley No.225 “Ley sobre Metrología” :** Del 19 de Junio de 1996. Publicada en La Gaceta No. 135 del 18 de Julio de 1996.
- **Normas Ambientales Básicas para la Construcción Vial (NABCV):** Anexo a los DLC (Sección correspondiente de los Términos de Referencia), que son de cumplimiento obligatorio.
- **Normas Técnicas Obligatoria Nicaragüenses (NTON):**

CODIGO	TITULO
NTON 12 001 - 00	Norma de Evaluación y Autorización de Obras y Terrenos
NTON 12 002 - 00	Regulación de las Superficies Limitadoras de Obstáculos para Aeródromos
NTON 12 003 - 00	Regulación del Señalamiento Visual y Luminosos de Objetos
NTON 12 006 - 11	Normas Técnica Uso y Manejo del Cemento.
NTON. 12 008-16	Materiales de construcción. Bloque hueco y sólido a base de cemento y agregados pétreos. Requisitos y evaluación de la conformidad.
NTON 12 009 – 10	Adoquines de Concreto. Requisitos
NTON 12 010 - 11	Parte 1. Diseño Arquitectónico. Generalidades
NTON 12 010- 11	Parte 2 Diseño Arquitectónico. Diseño Accesible.
NTON 12 010- 11	Parte 3 Diseño Arquitectónico. Criterios De Diseño Arquitectónico
NTON 12 011 – 13	Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense. Accesibilidad al Medio Físico
NTON 12 014 – 17	Materiales de Construcción. Barras y Alambres de acero de refuerzo para el Concreto. Especificaciones y Evaluación de la Conformidad

- **Nueva adquisición de Derecho de Vía:** Son los espacios topográficos que se requieren adquirir y fuera del establecido en el Derecho de vía, para la construcción de obras en la red vial nacional.
- **Oferente/ Proponente:** Un individuo, sociedad empresa colectiva, sociedad mercantil o cualquier combinación aceptable de ellas, que presenta una oferta para ejecutar el trabajo licitado. Es sinónimo de licitante, licitador y postor.

- **Material:** Cualquier sustancia que esté especificada para su uso en la construcción del Proyecto.
- Titular:** El Ministro o Director de la Institución o Empresa Contratante.
- **Notificar:** Dirigir una de las partes a la otra una Notificación Escrita, es decir, una comunicación escrita en lenguaje corriente, para registrar instrucciones u observaciones a la otra parte. Para evitar repeticiones, en estas especificaciones se sobreentiende que los vocablos notificar y notificación se refieren a comunicaciones escritas de carácter oficial.
- **Ministerio de Fomento, Industria y Comercio (MIFIC):** Conforme Ley 290, es el encargado de Organizar, dirigir y supervisar los sistemas nacionales de normalización y metrología (inciso b) del Artículo 22 de dicha Ley).
- **Oferta evaluada como la más favorable:** Es la oferta que, aplicándole los criterios de evaluación indicados en los DLC, resulta ser la más favorable a los intereses del dueño. Para proyectos con calificación previa sólo se usará como criterio de adjudicación el monto y el plazo ofertado. En concordancia con la Ley vigente que regula la materia.
- **Orden de Cambio:** Una orden escrita dada al Contratista por el Ingeniero Supervisor para efectuar cambios comprendidos dentro del alcance del Contrato y estableciendo la descripción del trabajo, las bases de pago y el ajuste de tiempo por el trabajo afectado por los cambios.
- **Orden de Inicio:** Comunicación escrita que el Contratante dirige al Contratista para que inicie los trabajos bajo Contrato; incluye la fecha en que comenzará a contar el tiempo contractual.
- **Pavimento:** Es el conjunto de subbase, base y superficie de rodamiento colocado sobre la subrasante, cuya función es la de soportar los esfuerzos que le imponen las cargas directas del tráfico, distribuirlos a la subrasante y, a la vez, resistir al desgaste y proveer una superficie que permita una circulación cómoda y segura.
- **Planos:** Los planos contractuales entregados por el Contratante, que muestran el lugar, el carácter y las dimensiones de la obra descrita, incluyendo la ubicación de las obras, perfiles, secciones transversales y otros detalles debidamente firmados y sellados por el contratante.
- **Planos Típicos o Estándar:** Dibujos aprobados para uso repetitivo y que muestran detalles que se pueden usar donde sea apropiado.
- **Planos o Dibujos de Trabajo:** Hojas suplementarias de diseño o con datos similares que el Contratista tiene que someter a la aprobación del Ingeniero tales como diagramas de esfuerzos, dibujos de taller, planos de montaje, planos de obra falsa, planos de armazón, planos de ataguías y diagramas de dobleces para acero de refuerzo.
- **Plataforma o Corona:** Área o superficie de la vía que comprende la superficie de rodamiento y los hombros o aceras.
- **Plazo de Ejecución o Plazo Contractual:** Es el plazo fijado en los DLC para la completa terminación de la obra comprendida en el Contrato.
- **Pliego de Bases y Condiciones de la Licitación:** Pliego de Bases y Condiciones son toda la información necesaria suministrada por el Dueño, para que el oferente pueda formular y presentar válidamente su oferta. De conformidad con la Ley vigente que regula la materia.
- **Pliego de Licitación:** Es la parte de los DLC que contiene la lista de los conceptos de pago, sus unidades de medida y las cantidades estimadas respectivas, para los cuales el Contratante requiere que el Oferente proponga un precio unitario o global, según corresponda.

- **Préstamo:** Es el volumen de suelo adecuado proveniente de excavaciones hechas fuera del prisma de la carretera, camino o calle, requerido generalmente para completar la construcción de terraplenes o rellenos.
- **Propuesta u Oferta:** Oferta de un Oferente o Proponente de construir las obras y suministrar la mano de obra, equipo y materiales y su administración, a los precios cotizados en la misma para celebrar un contrato. Esta oferta debe cumplir con lo estipulado en la Licitación del Proyecto u Obra.
- **Protesta:** Es todo reclamo, objeción, impugnación, rechazo u otra manifestación de disconformidad presentado por escrito por un Oferente o Proponente durante cualquier etapa del proceso de licitación, ya sea ante alguna autoridad competente del país o directamente ante la institución financiera o banco que financia total o parcialmente la adquisición u obra. En obras del Sector Privado será dirigida al Contratante o instancia señalada en las CEC.
- **Proyecto:** La sección específica de la carretera, camino, calle o puente, junto con todas las obras que serán construidas por contrato.
- **Puente:** Estructura capaz de soportar cargas dinámicas. Incluye los soportes sobre los que esta erigido por encima de una depresión o una obstrucción, como río, carretera, calle o ferrocarril y que cuente, por lo menos, con un carril para circulación del tráfico u otras cargas rodantes y que tenga un claro, medido a lo largo del centro de la vía, que exceda de 6.00 metros entre los apoyos en los estribos o entre arranques de los arcos, o los extremos de las aberturas exteriores en cajas múltiples. Excepto en el caso del cruce de ríos a hondonadas (en que el cruce es por encima), los puentes pueden entrecruzarse por encima o por debajo.
- **Rasante:** Es el nivel final de la superficie de rodamiento de una carretera, camino o calle. También se llama así a la traza de un plano vertical que intersecta a la superficie antes mencionada, usualmente a lo largo de la línea central de la vía. El término puede referirse tanto a la elevación como a la pendiente de dicha traza según el contexto.
- **Red Vial Nacional:** La red vial es un patrimonio nacional, el cual es necesario: proteger, conservar, aumentar y mejorar; para apoyar el desarrollo socioeconómico de nuestro país.
- **Registro:** Registro de Contratistas de Obras y Servicios, llevado por el MTI como regulador nacional de la construcción, encargado de evaluar la capacidad de los Contratistas de Obras y Servicios, y de extender la Licencia de Operación. Cada institución estatal puede llevar su propio registro, pero sólo el MTI puede emitir Licencias de Operación.
- **Relleno o Terraplén:** Son estructuras de material compactado que se conforman sobre el terreno, solos o en combinación con los cortes, hasta formar la estructura de la vía y elementos auxiliares, de conformidad con las líneas y niveles mostrados en los planos u ordenados por el Ingeniero Supervisor.
- **Remoción:** Consiste en la acción de remover o reubicar un poste de tendido eléctrico, u otro tipo de cableado, del lugar existente a un nuevo lugar, conservando las mismas estructuras originales llámense postes, crucetas, alambrado y demás misceláneos, en este caso en particular fuera del espacio del derecho de vía.
- **Retranqueo:** Consiste en la acción de remover o reubicar un poste de tendido eléctrico, u otro tipo de cableado, del lugar existente a un nuevo lugar, debiendo realizar un cambio de la infraestructura existente (postes, alambres, crucetas, misceláneos) debido a un cambio en el diseño de la red, o por circunstancias externas, llámense de clima, naturaleza o topografía de la zona que requiera de nuevas estructuras para conservar las propiedades de la red existente, en este caso particular fuera del espacio del derecho de vía.

- **Servicios Conexos:** Corresponde a los servicios relacionados con las adquisiciones de bienes o construcción de obras y sus accesorios. Su realización se justifica solamente por la adquisición de bienes o construcción de obras. El procedimiento a aplicar para la contratación de estos será el de bienes o el de obras según corresponda y no debe confundirse con servicios de consultoría, para los que rigen otros procedimientos.
- **Servidumbre de Paso:** Es un derecho real que limita la propiedad de una finca para obligarla a dar camino y paso de entrada o salida a favor de otra predominante.
- **Sub-base:** La capa o capas de material colocado sobre una subrasante para soportar la base.
- **Subcontratista:** Es la persona o empresa que ejecuta parte de la obra por delegación y bajo la responsabilidad directa y única del Contratista.
- **Subestructura:** La parte del puente que queda debajo de los apoyos de claros simples o continuos, impostas de arcos y parte superior de las fundaciones de marcos rígidos incluyendo muros de respaldo, aletones y barandales de protección en aletones.
- **Subrasante:** Es el nivel del terreno sobre el cual se asientan las capas de sub-base, base y carpeta del pavimento. Corresponde al nivel de lo que se conoce como “terracería”.
- **Superestructura:** El puente, exceptuando la subestructura.
- **Superficie de Rodamiento:** Área o superficie de la vía destinada a la circulación de vehículos. También recibe el nombre de “calzada”.
- **Superintendente:** El representante autorizado del Contratista, residente en el sitio de las obras y que está a cargo de la dirección de la obra; y asume total responsabilidad en lo concerniente a la obra y del personal que está a su cargo en la obra.
- **Trabajo u Obra:** Objeto del Contrato, lo que implica mano de obra, los materiales, los equipos necesarios para la satisfactoria ejecución del proyecto, el cumplimiento con el pago de todas las deudas y la satisfacción de todas las obligaciones escritas en el Contrato.

A fin de evitar repeticiones de vocablos y expresiones, fastidiosas y confusas, en estas especificaciones queda estipulado que cuando algo es requerido, determinado, indicado, especificado, autorizado, ordenado, dado, designado, considerado o juzgado necesario, permitido, reservado, suspendido, establecido, aprobado, desaprobado, aceptable, no aceptable, adecuado, aceptado, satisfactorio, insatisfactorio, suficiente, insuficiente, rechazado o prohibido, deberá entenderse como si la expresión fuera seguida por las palabras “por el Ingeniero Supervisor (o Contratante)”, o “para el Ingeniero Supervisor (o Contratante)”.

### 100.3 DERECHO SUPLETORIO

Toda situación que no se encuentre expresamente regulada por las presentes Normas, será regida por la Ley vigente de la materia.



## **SECCIÓN 101** **OBLIGACIONES DEL CONTRATISTA**

### **101.1 CONOCIMIENTO DE LAS LEYES, REGLAMENTOS Y DEMÁS NORMAS**

Es entendido que el Oferente o Proponente tiene conocimiento de todas las leyes y reglamentos de la República de Nicaragua, tratados y demás normas que sean aplicables al Proceso de Contratación hasta el Contrato. El Contratante considerará que este conocimiento es un hecho y, por consiguiente, los Oferentes o Proponentes no podrán alegar ignorancia en ningún caso. Aunque el Contratante sea una entidad gubernamental, habrá otras dependencias del Gobierno que tendrán relación con el Contrato, especialmente en la concesión de licencias, exenciones, permisos, etc. El Contratista deberá conocer y cumplir con los trámites y regulaciones establecidas en cada una de estas dependencias. Las excusas de malos entendidos o ignorancia de parte del Contratista, no servirán en modo alguno para modificar las condiciones del Contrato.

El Contratista deberá conocer, obedecer y cumplir con todas las leyes de la República de Nicaragua, tratados internacionales, códigos, reglamentos sobre seguridad, sobre protección del medio ambiente, ordenanzas y regulaciones gubernamentales y municipales, y con todas las órdenes y decretos emanados de autoridades que tengan jurisdicción en el Proyecto y que en alguna forma afecten al personal que trabajará en la obra, a los materiales y al equipo que será usado. El Contratista deberá proteger e indemnizar al Contratante y a sus Representantes contra cualquier reclamación o responsabilidad originada por la violación de cualquiera de tales leyes, códigos o reglamentos antes mencionados, cometida por él mismo o por sus empleados durante la ejecución de las obras bajo contrato. Es por ello obligatorio que el Contratista esté respaldado por un Seguro de Responsabilidad Civil.

Asimismo, se da como un hecho que el contratista conoce todas las leyes y regulaciones de la institución crediticia o donante que esté financiando la obra, si fuera el caso.

### **101.2 IMPUESTOS, DERECHOS, GRAVÁMENES Y COTIZACIONES**

**(a)** El Precio del Contrato incluirá los impuestos, derechos, gravámenes y cotizaciones de toda índole exigibles fuera del país, en relación con la realización de los trabajos objeto del Contrato, en particular los correspondientes a fabricación, venta y transporte de suministros y equipos que vayan o no a ser incorporados en las obras, así como los correspondientes a todos los servicios suministrados, cualquiera que sea su naturaleza.

**(b)** Salvo disposición contraria en las CGC y en las CEC, el Precio del Contrato comprenderá igualmente, todos los impuestos, derechos, gravámenes y cotizaciones de toda índole exigibles en el país, los cuales se calcularán teniendo en cuenta las modalidades de base tributaria y de tasas fiscales vigentes 28 días calendario antes de la fecha límite para la presentación de las ofertas.

**(c)** Los precios comprenderán también los impuestos, derechos y gravámenes exigibles en el momento de la importación, tanto definitiva como temporal, de los suministros, materiales y equipos necesarios para la realización de las obras. Comprenderán igualmente el conjunto de impuestos, derechos y gravámenes exigibles al personal del Contratista y a sus proveedores, abastecedores o Subcontratistas.

**(d)** Cuando la reglamentación del país lo establezca, el Contratista pagará las cotizaciones; impuestos, derechos y gravámenes que adeude directamente a los organismos competentes del país y presentará al Contratante, en caso de que sea requerido, la evidencia de los pagos correspondientes.

(e) Las CEC describen con mayor amplitud los principales impuestos, derechos, gravámenes y cotizaciones vigentes en el país, veintiocho (28) días calendario antes de la fecha límite para la presentación de las ofertas, a cargo del Contratista, sus proveedores, abastecedores y Subcontratistas.

(f) En caso de que el Contratante obtenga de la autoridad aduanera un régimen de exoneración o de suspensión no previsto originalmente para los impuestos, derechos y gravámenes exigibles en el momento del ingreso definitivo o temporal de los suministros, materiales y equipos, se efectuará una disminución igual al valor exonerado deducible la parte pagadera en moneda nacional, y dicha disminución se hará constar en una Orden de Cambio. En el caso de que, para obtener tal ventaja, deba presentarse a la autoridad fiscal y aduanera una fianza o garantía, el costo de la misma será por cuenta del Contratante.

(g) En caso de modificaciones en la reglamentación fiscal, aduanera o social con respecto a la reglamentación aplicable veintiocho (28) días calendario antes de la fecha límite para la presentación de las ofertas, cuyo efecto sea un aumento de los costos del Contratista, éste último tendrá derecho a un aumento correspondiente del Precio del Contrato. Con este fin, el Contratista notificará al Ingeniero, dentro de los dos (2) meses siguientes a cualquier modificación, las consecuencias de la misma. Dentro del plazo de un (1) mes después de recibida la notificación, el Ingeniero, propondrá al Contratante la redacción de una Orden de Cambio en la que se preverá, en cualquier caso, un pago en moneda nacional.

### **101.3 RECLAMOS POR AJUSTES-CONTROVERSIAS. ARBITRAJE**

En caso que el Contratista y el Contratante no lleguen a un acuerdo sobre los términos de la Orden de Cambio un (1) mes después de la notificación del Ingeniero al Contratante, se aplicará el procedimiento de arreglo de diferencias, según lo siguiente:

#### **101.3.1 Reclamos por Ajustes**

Si el Contratista cree que el Contratante le debe compensación adicional por obras, materiales o cambios en los precios que, en su criterio, no están debidamente cubiertos por el Contrato o que no fueron previamente ordenados por el Ingeniero Supervisor como Trabajo Extra, entonces, antes de iniciar los trabajos sujetos a controversia deberá notificar por escrito al Ingeniero Supervisor, sobre su intención de presentar un reclamo. Si no media tal notificación y si no da al Ingeniero Supervisor facilidades necesarias para llevar un control estricto de los costos de ejecución del trabajo, se entenderá que el Contratista renuncia a cualquier reclamo por compensación adicional. Por otra parte, el hecho de que el Contratista notifique su reclamo y de que el Ingeniero Supervisor haya llevado la cuenta de los costos reclamados, de ninguna manera deberá ser considerado como prueba substancial de la validez del reclamo. No aplicará bajo ninguna circunstancia, errores u omisiones en los costos del Contratista, al momento de la presentación de su oferta en el proceso de licitación o adjudicación directa de las obras.

En caso que el Contratista y el Contratante no lleguen a un acuerdo sobre los términos de la Orden de Cambio un (1) mes después de la notificación del Ingeniero al Contratante, se aplicará el procedimiento de arreglo de diferencias, conforme lo establecido en la Ley de la materia.

Nada de lo establecido en este Artículo, deberá ser considerado como contradictorio a lo establecido en el Artículo 102.2.

#### **101.3.2 Controversias**

En caso de controversias entre el Contratista y el Ingeniero Supervisor respecto a cualquier disposición del Contrato, se aplicarán y prevalecerán las siguientes regulaciones:

**a) *Caso de Proyectos del Gobierno Central, Entes Descentralizados o Autónomos y Municipalidades***

Exceptuando lo dispuesto en otra forma en el Contrato, cualquier controversia relacionada con un asunto de hecho que surgiere bajo sus disposiciones y sobre el cual no se alcance un acuerdo en el campo directamente con el Ingeniero, será resuelta por el Director de la Unidad Ejecutora o Coordinadora del Programa correspondiente al Proyecto de la Institución Contratante; el Director decidirá por escrito, con prontitud razonable y su decisión la enviará al Contratista por correo o le suministrará en cualquier otra forma, una copia de la misma.

Si lo solicita el Contratista, la decisión del Director de la Unidad Ejecutora o Coordinadora será revisada por el Director de la instancia inmediatamente superior, quien emitirá su resolución por escrito dentro de los QUINCE (15) días siguientes a la solicitud del Contratista para que se revisara el caso. Si el Contratista no quedara satisfecho con esta decisión, podrá apelar ante la máxima autoridad de la Institución Contratante, quien emitirá su resolución dentro de los TREINTA (30) días siguientes y la comunicará por escrito al Contratista. Si éste no quedare aún satisfecho con la decisión, podrá invocar y acogerse a las disposiciones de este artículo en nota dirigida a la máxima autoridad del Contratante, solicitando el arbitramento de la controversia. La institución Contratante designará en las CEC, las instancias ante las cuales podrá apelar el Contratista.

**b) *Caso de Instituciones no Incluidas en el Gobierno Central***

Cada institución establecerá sus propias reglas para dirimir controversias, pero ajustándose a las Leyes de la República, si no adopta el procedimiento propuesto en las CGC. El procedimiento a seguir lo establecerá el Contratante en las CEC.

**c) *Caso del Sector Privado***

Las empresas o instituciones del sector privado, tales como Concesionarios, Organizaciones no Gubernamentales y otras, pueden seguir el procedimiento propuesto en las CGC o establecer un procedimiento propio, siempre que se ajuste a la Ley de la materia.

### **101.3.3 Arbitraje**

El procedimiento de Mediación y Arbitraje será regulado de conformidad a las leyes vigentes en la materia.

## **101.4 MONEDAS Y TASAS DE CAMBIO. PROPOSICIONES DE MONEDAS**

Cuando en los IOE especifiquen que la oferta se cotizará en moneda nacional, el pago se puede hacer según la Ley Monetaria Vigente o ley de la materia.

## **101.5 PERMISOS**

A menos que se dispusiera de otra manera en las CEC, el Contratante, deberá obtener las licencias y permisos requeridos por leyes y decretos de la República, de los Municipios, etc., que tengan jurisdicción, para proceder a ejecutar los trabajos de conformidad con el Contrato. Ejemplos de tales licencias y permisos son, entre otros, los siguientes: los Permisos Ambientales Especiales, los permisos de construcción. El Contratista obtendrá las licencias y permisos de las placas de circulación de los vehículos, derecho de uso de acera, revisado mecánico de vehículos y permisos de permanencia de personal extranjero.

### **101.6 USO DE DISPOSITIVOS, MATERIALES Y PROCESOS PATENTADOS**

Al aceptar y firmar el Contrato, el Contratista acepta en liberar al Contratante de toda responsabilidad sobre quejas y reclamos por daños y perjuicios resultantes del uso por parte del Contratista de cualquier diseño, dispositivo, material o proceso que esté respaldado por una patente, derechos de autor o marca registrada. Cuando fuere necesario, el Contratista obtendrá las autorizaciones o permisos necesarios de los dueños de tales patentes, derechos de autor o marcas de fábrica y pagará la compensación, impuesto o indemnización por daños y perjuicios a que estuviere sujeto de acuerdo con la ley. La evidencia del cumplimiento con esta disposición deberá el Contratista entregarla por escrito al Ingeniero.

Si un tercero demandara al Contratante por causa del uso ilegal por parte del Contratista de diseños, dispositivos, materiales o procesos sujetos a patentes o derechos de autor, el Contratista será responsable por el pago de las costas, daños y perjuicios legales involucrados.

### **101.7 CERTIFICACIÓN SOBRE HONORARIOS CONDICIONALES**

El Contratista deberá certificar que no ha recurrido a ninguna persona o agencia promotora de negocios para obtener la adjudicación del Contrato, mediante el pago de una comisión, porcentaje, corretaje u otro tipo de remuneración condicional. Este requerimiento no será aplicable a los casos de empleados permanentes del Contratista o de agencias de buena fe establecidas por él con el objeto de promover sus negocios.

La violación de esta disposición dará al Contratante el derecho de rescindir el Contrato, sin que por ello tenga el Contratista derecho a reclamo por la vía judicial.

### **101.8 TRASPASO DE DERECHOS**

El Contratista no podrá transferir, traspasar, subcontratar, cambiar o modificar el Contrato sin la aprobación previa y por escrito del Contratante.

### **101.9 PARTICIPACIÓN DE FUNCIONARIOS PÚBLICOS**

La participación de funcionarios públicos en el suministro de bienes y servicios relacionados con la construcción de las obras bajo contrato, estará limitada por las disposiciones de la Constitución de la República y la Ley de la materia.

### **101.10 EMPLEO DE TRABAJADORES CONVICTOS**

Para la ejecución de los trabajos contemplados en este Contrato, el Contratista no podrá emplear a ninguna persona que esté bajo auto de formal prisión.

### **101.11 IDIOMA CONTRACTUAL**

El Contrato será redactado en idioma español, así como toda la documentación contractual, incluyendo los Certificados de Pago, Directivas, Órdenes de Cambio y correspondencia relativa a la obra.

### **101.12 USO DE PERSONAL NICARAGÜENSE Y EXTRANJERO**

A menos que el Contratista demuestre ante las autoridades laborales competentes la inexistencia o escasez de personal nicaragüense idóneo, para los trabajos de construcción previstos en este Contrato, podrá emplear no

más del 10% de personal extranjero en cada una de las siguientes clasificaciones:

- 1) De Ingeniería (Ingenieros, Topógrafos, Dibujantes, etc).
- 2) Oficinistas, digitadores o equivalentes.
- 3) Especializados.
- 4) Semi-Especializados.
- 5) Trabajadores no Especializados.

Por lo menos, un 25% del personal directivo y profesional será de nacionalidad nicaragüense aceptable al Contratante. Dichos funcionarios deberán tener acceso y participación en las decisiones de carácter técnico y administrativo relacionadas con la ejecución de la obra.

La disposición anterior exceptúa a firmas extranjeras contratadas con fondos internacionales, regidas según el tratado respectivo.

### **101.13 DISCRIMINACIÓN EN EL EMPLEO**

Al emplear trabajadores para las obras objeto del Contrato, el Contratista no discriminará a ninguna persona por motivos de raza, color, sexo, nacionalidad, ancestro ni creencias políticas o religiosas, excepto en lo que se refiere a las estipulaciones del Artículo 101.12 Uso de Personal Nicaragüense y Extranjero. La violación de esta disposición, que es de orden constitucional, será puesta en conocimiento de las autoridades laborales competentes por el Contratante y expondrá al Contratista a las sanciones consideradas por las leyes.

### **101.14 DISPOSICIONES SOBRE SANIDAD Y SALUBRIDAD**

El Contratista deberá proveer y mantener en condiciones sanitarias aceptables los servicios necesarios para uso de sus empleados y de los empleados del Contratante. La localización de tales instalaciones, en campamentos o en otro lugar, así como su condición estará sujeta a la aprobación del Ingeniero y deberá llenar los requisitos exigidos en las Normas Ministeriales MITRAB, del Código del Trabajo sobre el particular y las NABCV.

### **101.15 CONVENIENCIA Y SEGURIDAD PÚBLICAS**

El Contratista deberá conducir sus operaciones constructivas permanentemente en tal forma que se eviten los riesgos de accidentes y se garanticen la conveniencia, seguridad y salud del público en general y la de los residentes aledaños a la vía en construcción o mejoramiento, asegurando la protección de las personas y de la propiedad.

#### **101.15.1 Medidas de Seguridad Contra Accidentes en el Sitio de la Obra**

**1.1)** El Contratista deberá conocer, antes de iniciar sus operaciones, todos los lugares que propone establecer como sitios de trabajo y tener bien definidas las entradas y salidas a tales sitios. El Contratista deberá observar todas las regulaciones e instrucciones del Contratante y las autoridades municipales o locales con jurisdicción en los lugares en que se lleva a efecto el trabajo, en relación con las molestias, los riesgos de accidentes de tráfico y de trabajo, así como con el resguardo de la propiedad. Todos los procedimientos puestos en práctica por el Contratista para resguardar la seguridad de sus trabajadores y del público estarán sujetos a la aprobación del Ingeniero;

**1.2)** El Contratista deberá llevar un registro minucioso de todos los accidentes ocurridos a sus trabajadores y al público durante el curso de las obras bajo contrato, especificando si han sido mortales o han dejado a personas incapacitadas para trabajar o con lesiones que requieren atención médica y ocasionen pérdidas de horas de trabajo. Todo accidente de trabajo deberá ser informado inmediatamente ante las autoridades laborales con jurisdicción. Los accidentes de tráfico deberán ser reportados, además, ante las autoridades de tráfico más cercanas;

**1.3)** El Contratista se abstendrá de importar, vender, dar, intercambiar o de cualquier otra manera hacer llegar a manos de otros, bebidas alcohólicas o licores, fuera de las disposiciones de las leyes o reglamentos nacionales y locales. Esta prohibición será igualmente aplicable a subcontratistas, empleados y trabajadores;

**1.4)** El Contratista se abstendrá de dar, intercambiar o de otro modo hacer pasar a manos de alguna otra persona, armas o municiones de cualquier clase que sean, ni tolerar tales transacciones a subcontratistas, empleados y trabajadores. Para fines de vigilancia con uso de armas, deberá cumplir con las disposiciones de las leyes y reglamentos nacionales y locales que regulen estas actividades.

### **101.15.2 Medidas de Seguridad Nacional**

Si la Convocatoria o las CEC expresaran que el trabajo objeto del Contrato tiene aspectos que pueden afectar a la seguridad pública o la defensa nacional, se aplicarán las siguientes disposiciones:

**2.1)** Cuando sea necesario al interés nacional y, para proteger la seguridad de la obra, el Ingeniero tendrá la autoridad de ordenar al Contratista la suspensión del trabajo y retirar a todo su personal del sitio de la obra. El Contratante asumirá la responsabilidad por las consecuencias de esta orden; las compensaciones serán las siguientes:

#### ■ *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; actos de enemigos públicos, acciones de guerra, rebelión, insurrección, motines, asonadas, huelgas, embargos de carga, epidemias, restricciones por cuarentenas, suspensiones del transporte de materiales o del personal, condiciones climatológicas excepcionalmente rigurosas, y acciones del Gobierno en el ejercicio de su soberanía o en el de su capacidad contractual y las demoras que sufra el Contratista en el progreso del trabajo como resultado de tales eventos.

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 Supervisor hará las investigaciones y contestará por escrito informando al Contratista si el Contratante está de acuerdo o no sobre la existencia de condiciones de fuerza mayor.

Si el Contratante no está de acuerdo en que se han presentado 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 en la presente División mientras duren dichas condiciones, excepto que:

*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 su descuido o falta de supervisión y control adecuados;*

*c) El Contratista quedará libre de la responsabilidad del mantenimiento de la Obra, prescrito en el Numeral 101.18 (Responsabilidad del Contratista con Respecto a la Obra), mientras duren las condiciones mencionadas.*

**2.2)** Si el Contratista detectara alguna acción que está causando o amenazando causar daños a la obra, deberá notificar en el plazo de 10 días establecido en el contrato al Ingeniero. El no hacerlo podría dar lugar a acciones judiciales en contra suya, a la cancelación del Contrato, o a ambas.

**2.3)** Si después de recibir un informe de esa naturaleza, el Ingeniero determina que se necesitan medidas especiales de seguridad, el Ingeniero las ordenará como trabajo adicional, El Contratista pondrá en efecto tales medidas.

**2.4)** El Contratista será responsable de notificar las estipulaciones contenidas en los incisos (2.1), (2.2) y (2.3) que anteceden a subcontratistas y a su personal de supervisión en el sitio de la obra.

**2.5)** Resguardo del Sigilo;

2.5.1) Cuando el Contrato tenga carácter de confidencial, en su totalidad o en parte, o cuando el trabajo vaya a ser llevado a efecto en lugares en donde haya que tomar medidas preventivas especiales para asegurar el sigilo o de cualquiera otra manera proteger el interés nacional, el Gobierno, según la Ley vigente que regula la materia, para estos casos, a través de la dependencia que corresponda, invitará a las compañías privadas calificadas para proyectos conectados con la defensa nacional a presentarse a las oficinas correspondientes a recibir instrucciones relativas al sigilo. Cada Oferente o Proponente así instruido estará considerado como plenamente informado acerca de tales instrucciones;

2.5.2) Al ser adjudicado el contrato o contratos, el Contratante hará del conocimiento de los Contratistas cualquier medida o medidas preventivas especiales que deban ser tomadas;

2.5.3) El Contratista y sus subcontratistas deberán hacer uso de todo medio legal para salvaguardar y proteger cualquier material clasificado como de tipo confidencial que les fuera confiado y notificarán inmediatamente al Ingeniero Supervisor sobre cualquier pérdida o incidente inesperado que pudiera ocurrir. Todas las partes involucradas deberán mantener en secreto toda información de tipo militar que llegue a su conocimiento durante la ejecución del trabajo;

2.5.4) El Contratista será responsable por la observancia de las instrucciones relativas al control de su personal y al resguardo del sigilo contenidas en órdenes recibidas para la puesta en práctica de medidas preventivas. Igualmente será responsable por las acciones de sus subcontratistas en este particular;

2.5.5) El Contratista no tendrá derecho a compensación adicional por los costos en que pudiera incurrir en relación con la protección del sigilo. Tales costos serán considerados como incluidos en los precios unitarios y globales correspondientes a los conceptos de pago del Contrato;

2.5.6) Si el Contratista, o cualquiera de sus subcontratistas, no cumpliera con las disposiciones relativas a la protección del sigilo, se considerará que ha violado el Contrato, en cuyo caso el Contratante entablará las acciones pertinentes contenidas en las CGC. El Contratista, en este caso particular, quedará sujeto, además a ser demandado criminalmente de acuerdo con la Ley.

## **101.16 PROTECCIÓN Y RESTAURACIÓN DE LA PROPIEDAD Y DEL PAISAJE**

El Contratista será el único responsable por todo daño, pérdida o inconveniencias ocasionadas en las propiedades, pública o privada, y por todas las demandas, acciones o reclamos de cualquier carácter entablados por causa de daños que pudieran resultar de su manera de conducir el trabajo. Cuando resulten daños o perjuicios, directos o indirectos, en las propiedades, pública o privada, por causa de cualquier acto, omisión, descuido o mala dirección en la ejecución del trabajo por parte del Contratista, éste será responsable de restaurar dichas propiedades, a sus expensas, hasta dejarlas en una condición similar a la existente antes de producirse el daño.

Cuando el sitio de la obra esté adyacente o dentro de la propiedad de ferrocarriles, puertos, aeropuertos, carreteras, sistemas telefónicos, eléctricos, semafóricos, de agua potable, y de aguas negras y de estructuras subterráneas, árboles, sembrados, cercas u otras propiedades e instalaciones de uso público, el Diseñador deberá incluir en los planos toda la información necesaria relativa a tales propiedades o sistemas y dará aviso por escrito a los propietarios o a la autoridad correspondiente, con no menos de SIETE (7) días de anticipación al comienzo de sus operaciones. Él deberá proceder con el trabajo hasta que haya tomado las medidas de protección con la aprobación y bajo la autoridad de los dueños o instituciones involucradas.

Los mojones, monumentos, puntos de control y demás referencias fijadas por el INETER, el Contratante o por personas privadas, deberán ser cuidadosamente protegidos por el Contratista y no serán removidos o perturbados de ninguna manera, excepto siguiendo las instrucciones de los dueños de dichas marcas y bajo la supervisión de ellos. El Contratante hará las gestiones y convenios necesarios con las instituciones respectivas para la remoción de las instalaciones de servicios públicos y otras propiedades que interfieran con las operaciones del Contratista. Este deberá cooperar con estas instituciones a fin de facilitar un progreso continuo en su trabajo y evitar interrupciones en la operación de los servicios públicos. Si ocurriera una interrupción en los sistemas de servicios públicos, el Contratista deberá notificar inmediatamente a la institución respectiva y cooperar de lleno para que las reparaciones necesarias sean realizadas en el menor tiempo posible.

Cuando se informe al Ingeniero Supervisor sobre cualquier daño sufrido por la propiedad pública o privada, que no sea en los sistemas de servicio público, éste hará una inspección para determinar si el daño ha sido causado por cualquier acto del Contratista en la conducción del trabajo. Si encuentra que tal es el caso, el Ingeniero Supervisor notificará al Contratista por escrito. Dentro de las cuarenta y ocho (48) horas de haber recibido tal notificación, el Contratista deberá mostrar al Ingeniero, evidencia concluyente de que ha hecho los arreglos para reparar los daños a satisfacción del propietario. Si no cumpliera el Contratista dentro de ese plazo, el Ingeniero Supervisor podrá llevar a cabo las reparaciones a satisfacción del propietario y podrá deducir los costos resultantes de sumas que se le deban o se le lleguen a deber al Contratista. Si tales costos excedieran al monto de los pagos pendientes o a los que se le lleguen a deber al Contratista, éste pagará la diferencia dentro de un plazo de siete (7) días después de recibido el cobro.

### **101.17 USO DE EXPLOSIVOS**

Se debe ajustar a lo estipulado en la ley 510 por la DAEM (Dirección de Registro y control de Armas de Fuego, Municiones, Explosivos y Materiales Relacionados) , normas de la materia y en la NACV.

### **101.18 RESPONSABILIDAD DEL CONTRATISTA CON RESPECTO A LA OBRA**

Si el Ingeniero Supervisor no notifica por escrito al Contratista que el trabajo ha sido aceptado, excepto por lo dispuesto en el artículo 101.3 (Reclamos por Ajustes-Controversias.- Arbitraje), el Contratista, lo tendrá a su cargo y cuidado y deberá tomar todas las precauciones contra daños y perjuicios que pueda producir en él la acción de los elementos o toda otra causa originada por la ejecución de la obra o la no realización de la misma. El Contratista, por su propia cuenta, y antes de la aceptación final, deberá reparar o restaurar todos los daños en cualquier parte de la obra producidos por causas como las aquí mencionadas, excepto los debidos a Fuerza Mayor.

Durante toda suspensión de los trabajos, que no sea motivada por incumplimiento del Contratista, el Contratista será responsable por la integridad del Proyecto y deberá tomar las precauciones que sean necesarias para evitarle daños, proveer el drenaje normal y levantar o colocar las estructuras provisionales, rótulos u otras medidas preventivas o de protección, a expensas del Contratante. Durante tal período de suspensión de los trabajos el Contratista mantendrá, adecuada y continuamente, en aceptables condiciones de crecimiento, toda cubierta vegetal viva (engramado, enzacatado, setos vivos, etc.) que haya sido plantada bajo el Contrato y deberá hacer todo lo necesario



para protegerla contra daños. Todos los costos en que incurra el Contratista como resultado de la suspensión de las obras serán pagados por el Contratante al Contratista según lo dispuesto en el artículo 101.3 (Reclamos por Ajustes-Controversias- Arbitraje).

#### **101.19 RESPONSABILIDAD DEL CONTRATISTA CON RESPECTO A LOS SERVICIOS PÚBLICOS**

Cuando las operaciones del Contratista tengan lugar en terrenos cercanos a instalaciones de empresas de teléfonos, energía eléctrica y otros en las que un perjuicio podría redundar en gastos considerables, pérdidas o molestias, la obra deberá ser iniciada hasta que hayan sido hechos todos los arreglos necesarios para la protección de tales instalaciones. El Contratista deberá cooperar con los propietarios de toda línea de transmisión, subterránea o aérea, en las operaciones de remoción y reinstalación, con el fin de que esas operaciones puedan avanzar de una manera razonable y que la duración del trabajo de reinstalación pueda ser reducida a un mínimo, sin que los servicios que prestan tales empresas lleguen a ser interrumpidos innecesariamente. En el caso de interrupción en los servicios públicos, como resultado de alguna rotura accidental o de quedar la tubería al descubierto o sin apoyo, el Contratista deberá notificar, sin demora, a la empresa respectiva y también cooperar con ella en el restablecimiento del servicio.

En caso de que fuesen interrumpidos servicios públicos, el trabajo de reparación será continuo hasta que se restablezca el servicio. No se emprenderá ninguna obra alrededor de hidrantes contra incendios, hasta que hayan sido aprobadas por el Cuerpo de Bomberos las medidas tomadas para mantener la continuidad del servicio.

Los daños inevitables causados sin descuido por parte del Contratista a servicios públicos subterráneos que no figuren en los planos, deberán ser reparados, si lo ordena el Ingeniero, y el pago correspondiente será hecho de acuerdo con el Artículo de las CGC.

#### **101.20 SUMINISTRO DEL DERECHO DE VÍA**

El Contratante tendrá la responsabilidad de conseguir, con anticipación razonable al comienzo de la obra, el Derecho de Vía necesario para el emplazamiento de la obra. El Contratante garantizará la liberación de obstáculos en los espacios del derecho de vía, así como las servidumbres de paso.

#### **101.21 RESPONSABILIDAD PERSONAL DE LOS FUNCIONARIOS PÚBLICOS EN PROYECTOS DEL SECTOR PÚBLICO**

Al requerir el cumplimiento de lo estipulado en las CGC, o en el ejercicio del poder o autoridad delegada en ellos por el Contrato o dentro de sus alcances, no recaerá ninguna responsabilidad ni como personas ni como funcionarios oficiales del Contratante, sobre el Contratante o el Ingeniero, ni sobre sus representantes autorizados, siendo entendido que en tales asuntos actúan únicamente como agentes y representantes del Gobierno.

#### **101.22 ESTADÍSTICAS SOBRE EL PERSONAL, EL EQUIPO Y LAS TRANSACCIONES NÓMINAS DE PAGO**

1.- El Contratista deberá mantener durante el curso del trabajo y conservar según la ley de la materia, registros de todo el personal que trabaja en el sitio de la obra. Tales registros deberán contener el nombre, dirección de cada empleado, su nacionalidad, su clasificación correcta y su salario, el detalle de las reservas para prestaciones sociales, así como de las prestaciones sociales hechas efectivas a cada uno. Estos Registros de Personal deberán estar disponibles para su inspección por representantes autorizados del Contratante, a quienes será también permitido entrevistar a los trabajadores en horas hábiles de trabajo.

2.- A más tardar una semana después de cada pago, cuando el contrato así lo requiera, el Contratista enviará al Ingeniero Supervisor una copia certificada de todas las Nóminas de Pago. El Contratista principal será responsable

del envío de las copias certificadas de las Nóminas de Pago de todos los subcontratistas, si los hubiere. La certificación afirmará que las Nóminas son correctas y completas.

**3.-** Cuando el contrato así lo requiera, el Contratista reportará diariamente al Ingeniero Supervisor el número de horas trabajadas por cada una de sus unidades de equipo y las horas que dicho equipo no ha trabajado, indicando si el paro ha sido debido a reparación, mantenimiento u otras causas.

**4.-** El Contratista deberá establecer una contabilidad independiente y específica para el Proyecto, cuyos libros y registros serán llevados y mantenidos de conformidad con sanas prácticas de contabilidad generalmente aceptadas. Estos libros y registros deberán contener todas las transacciones hechas o relacionadas con el Contrato. El Contratante se reserva el derecho de auditarlos regularmente de conformidad con normas de auditoría establecidas y con la frecuencia que estime conveniente. Estos documentos serán mantenidos bajo resguardo por el término que la ley de la materia establece.

### **101.23 PAGO DE MANO DE OBRA**

Las Nóminas de Pago del personal del Contratista y los subcontratistas estarán igualmente disponibles en cualquier momento para inspección del Contratante.

El salario de los obreros y empleados será pagado en moneda legal de la República de Nicaragua. La forma de pago de los salarios se regirá por lo estipulado en el Código del Trabajo.

Ni el Contratista ni ninguno de sus agentes o representantes cobrará o aceptará remuneración de ninguna persona como condición para conseguir empleo en el Proyecto.

El Contratista no deberá exigir a sus empleados el suministro o costo de las herramientas usadas en la ejecución de su trabajo, excepto por pérdidas o daños razonablemente evitables.

Ninguna persona podrá ser empleada para trabajar en las obras bajo este Contrato, si no es con base en un salario, pero esto no impedirá el alquiler de bestias de carga, camiones y otros equipos. Ningún convenio de alquiler de esta naturaleza o gastos por alimentación, combustible, suministros o reparaciones a cuenta del mismo, dará lugar a deducciones en los salarios acumulados de cualquier empleado, excepto en la forma autorizada por las regulaciones antes citadas.

### **101.24 ALOJAMIENTO Y COMIDA**

El Contratista deberá suplir el alojamiento y facilidades donde pueda obtener alimentación todo personal del Proyecto que no sea de la localidad. A los trabajadores que vivan en la localidad, el Contratista no estará obligado a suplirles estos servicios, pero sí a proveerles el transporte desde sus casas hasta el centro de trabajo y regreso.

Se consideran trabajadores de la localidad, a los que vivan dentro de un radio de 10 kilómetros de distancia del centro de operaciones del Contratista.

Cualquier empleado de los trabajos previstos en el Contrato podrá alojarse, alimentarse y comprar o negociar donde y con quien él elija. Ni el Contratista ni sus agentes ni sus empleados, podrán establecer, directa o indirectamente, como condición para trabajar, que el trabajador deba alojarse, alimentarse, comprar o negociar en un lugar o con una persona determinada.

Ni el Contratista ni sus agentes cobrarán a los empleados de su compañía por cualquier servicio de transporte que les suministraren.

El Contratista conviene en incluir estas condiciones en todos sus subcontratos.

#### **101.25 RECLAMOS A FAVOR DE TERCERAS PERSONAS**

Queda específicamente convenido entre las partes contratantes, que no hay intención en ninguna parte del Contrato de constituir al público ni a ningún miembro de éste en tercera parte que se beneficie de sus disposiciones, como tampoco de autorizar a nadie que no sea una de las partes signatarias del Contrato, a presentar y enderezar un reclamo por lesiones personales o por daños en propiedad ajena, de acuerdo con las condiciones o estipulaciones en él contenidas.

#### **101.26 CAMBIOS EN LAS LEYES Y REGLAMENTOS**

**(a)** A excepción de los cambios en las leyes o reglamentos que pudieran alterar fundamentalmente la equidad del Contrato y ocasionar una pérdida manifiesta para el Contratista, imprevisible en la fecha de envío de la oferta, solamente los cambios en la legislación o reglamentación del país podrán tomarse en cuenta para modificar las condiciones financieras del Contrato.

**(b)** Se tomarán en cuenta casos de modificaciones de cualquier ley, decreto, reglamento o circular de la República que sea de carácter obligatorio previo (exceptuadas las modificaciones a las leyes fiscales o similares que se rigen por el Artículo 101.2 Impuestos, derechos, gravámenes y cotizaciones) y que causen para el Contratista un aumento o una reducción del costo de ejecución de los trabajos no tomados en cuenta en las demás disposiciones del Contrato, que sea igual por lo menos al uno (1) por ciento del valor del Contrato sólo por esta causa. En tales casos, se convendrá un Acuerdo Suplementario entre las partes, a fin de formalizar el aumento o disminución, según fuere el caso, del valor del Contrato. En caso de que las partes no puedan ponerse de acuerdo acerca de los términos del Acuerdo Suplementario en un plazo de treinta (30) días calendario, contados a partir de la fecha de la propuesta de Acuerdo enviada por una de las partes a la otra, se aplicarán las disposiciones del *Artículo 101.3 (Reclamos por Ajustes-Controversias Arbitraje)*.

## SECCIÓN 102

### CONTROL GENERAL DE LOS CONTRATOS

#### 102.1 OBJETO DEL CONTRATO

La intención del Contrato es que el Contratista provea todo lo necesario para construir y completar en todos sus detalles la obra descrita en los planos, en las especificaciones técnicas, en las CGC, en las CEC, en la Oferta y en el Contrato. El Contratista deberá proporcionar toda la mano de obra, los materiales, la maquinaria, las herramientas, el transporte, los suministros, los imprevistos y la administración que sean necesarios para completar la obra de acuerdo con los términos del Contrato. Los precios unitarios y los pagados a suma global incluyen también las utilidades.

Deberá quedar entendido que el trabajo a ser efectuado mediante el Contrato podrá ser extendido más allá de los límites del Derecho de Vía, cuando sea requerido. El Contratista deberá ejecutar dicho trabajo a los precios unitarios del Contrato y todas las responsabilidades y riesgos asumidos por él bajo los términos del Contrato, serán también aplicables a dicho trabajo siempre que sea necesario para la ejecución de trabajos, a criterio del Ingeniero, el Contratante deberá obtener los permisos que fueran necesarios para entrar y hacer uso de la propiedad privada.

#### 102.2 CAMBIOS, CONDICIONES FÍSICAS DIFERENTES EN EL LUGAR DE LA OBRA. VARIACIONES EN LAS CANTIDADES DE OBRA

##### 102.2.1 Cambios

Queda convenido que es inherente a la naturaleza de la construcción de caminos, calles y puentes, la posibilidad de introducir alteraciones, desviaciones, adiciones y supresiones en los documentos contractuales posteriormente a la adjudicación y firma del Contrato, a fin de construir la obra en la forma más adecuada, técnica y económicamente, y de acuerdo con las conveniencias del Contratante, factores varían frecuentemente durante el curso de las operaciones constructivas, tanto por criterios técnicos o económicos como por el hallazgo de condiciones físicas desconocidas previamente u ocultas en el lugar de las obras, diferentes a las consideradas en el Contrato. Por lo tanto, es natural y esencial en el Contrato considerar un margen normal y razonable de cambios con relación a lo indicado en los documentos contractuales originales sin que por ello quede invalidado el Contrato.

En consecuencia:

**1.1)** El Contratante se reserva el derecho de, en cualquier oportunidad y sin necesidad de avisar al Garante, por medio de una orden escrita denominada Orden de Cambio, para hacer cualquier cambio en la obra, que esté dentro del objetivo general del Contrato, incluyendo, aunque sin limitarse a:

- 1.1.1) *Cambios en las especificaciones, incluyendo planos y dibujos de trabajo;*
- 1.1.2) *Cambios en el método o manera de ejecutar los trabajos;*
- 1.1.3) *Cambios en las facilidades, equipo, materiales, servicios, Derecho de Vía y servidumbres que hubiera ofrecido suministrar el Contratante dentro de las condiciones de la licitación;*
- 1.1.4) *Cambios en el avance programado para construir el total o parte de las obras.*

**1.2)** Cualquier otra orden, escrita o verbal, emitida por el Contratante, que cause cualquier cambio de los mencionados en el inciso 1.1 de este artículo, deberá ser entendida como una Orden de Cambio, según los términos de este artículo, a condición de que el Contratista entregue al Contratante y al Ingeniero una nota escrita en un plazo máximo de 15 días después de recibida la orden escrita o verbal, en que además de especificar la fecha, circunstancias y origen de la orden, concuerde en que se trata de una Orden de Cambio. El vocablo orden, tal como se le deberá interpretar en este inciso, se refiere a dirección, instrucción, interpretación o determinación del Contratante.

**1.3)** Fuera de lo dispuesto en los incisos 1.1 y 1.2 que anteceden, respecto a la calificación de lo que constituye una Orden de Cambio, ninguna orden, declaración o conducta del Contratante podrá ser interpretada como “cambio”, en el sentido indicado en esos incisos, o dará derecho al Contratista para reclamar un ajuste equitativo de conformidad con los términos del inciso 1.4 que sigue.

**1.4)** Si cualquier “cambio” de la índole señalada en los incisos anteriores causa un aumento o disminución en el costo del Contratista para ejecutar cualquier parte de la obra contratada o en el plazo de ejecución o en ambos, aun en el caso de que no hubiese sido ordenado por el Contratante, éste hará un ajuste equitativo, en el costo o en el plazo de ejecución o en ambos, introduciendo la modificación pertinente en el Contrato, bajo el entendido de que, exceptuando el caso de reclamos basados en especificaciones defectuosas, no se hará ajuste alguno en costos en que hubiera incurrido el Contratista si no cumple con entregar la nota de que se hace mención en el inciso 1.2 y, además, en el caso de reclamos por especificaciones defectuosas por las cuales es responsable el Contratante, el ajuste equitativo compense, exclusivamente, el incremento que el Contratista haya experimentado en sus costos en su intento de cumplir con dichas especificaciones defectuosas.

**1.5)** Si el Contratista tiene el propósito de reclamar un ajuste equitativo de los mencionados en el inciso anterior, deberá entregar por escrito al Contratante una PROTESTA, dentro de un plazo de QUINCE (15) días después de recibir por escrito una orden para efectuar cambios como los descritos en el inciso (1.1) de este artículo o de una orden de la naturaleza indicada en el inciso (1.2) del mismo; en dicha PROTESTA el Contratista dará a conocer al Contratante los fundamentos de su desacuerdo, citando condiciones contractuales, especificaciones, referencias, circunstancias, cantidades y posible monto del ajuste en dinero, extensión en el plazo o en ambos. El plazo para la entrega de esta protesta podría ser ampliado por el Contratante si hubiera justificación para ello, pero también podrá ser anexada a la nota a que se refiere el inciso (1.2) de este artículo.

**1.6)** El Contratante no considerará ningún ajuste equitativo del tipo mencionado en el inciso 1.4 que sea presentado por el Contratista después de efectuado el pago final del Contrato de conformidad con las CGC.

### **102.2.2 Condiciones Diferentes en el Lugar de las Obras**

**2.1)** Si en el curso de las operaciones constructivas el Contratista encontrara en cualquier lugar del Proyecto:

2.1.1) Condiciones físicas subterráneas u ocultas que difieran considerablemente de las indicadas en el Contrato, o.

2.1.2) Condiciones físicas desconocidas, de naturaleza extraña y que difieran considerablemente de las que son generalmente reconocidas como inherentes a los trabajos de la índole de los amparados por este Contrato, deberá notificar sin demora al Ingeniero, antes de alterar las condiciones encontradas en el sitio. Al recibo de esta notificación, el Ingeniero investigará con toda prontitud las mencionadas condiciones y, si encuentra que, efectivamente, difieren considerablemente de las condiciones normales y que causarán un aumento o disminución en los costos del Contratista para construir cualquier parte de la obra bajo Contrato, en el tiempo requerido para ello o en ambos, se hagan o no cambios en los planos o especificaciones como

resultado de tales condiciones, se hará un ajuste equitativo, para lo cual el Contrato será modificado por escrito, de conformidad con los hechos.

**2.2)** El Contratante no considerará ningún reclamo de la naturaleza mencionada en el inciso (2.1) si:

a) El Contratista no notifica al Ingeniero en la forma allí indicada, aunque, si hay justificación para ello, el Contratante podrá extender el plazo prescrito.

b) El reclamo es presentado después de efectuado el pago final del Contrato de conformidad con las CGC.

### **102.2.3 Variaciones en las Cantidades de las Obras**

De conformidad con las estipulaciones contenidas en los artículos 102.2.1 y 102.2.2 ha quedado establecido que durante el curso de la construcción de las obras bajo Contrato, por su misma naturaleza, o bien, por condiciones desconocidas y extrañas del terreno, es posible que el Ingeniero se vea obligado a introducir cambios, y que, aun sin que el Ingeniero introduzca cambio alguno en los documentos contractuales, en la medición final de las obras ya concluidas, se encuentren variaciones en las cantidades de obras realizadas y que éstas sean mayores o menores que las originalmente estimadas durante el diseño y que sirvieron de base para la contratación.

En consecuencia, el Contratante ha establecido que ninguna de las partes tiene derecho a reclamar ajustes en el precio contractual de los conceptos afectados, si el margen de aumento o disminución en las cantidades finales de los Conceptos Mayores del Contrato o en los que se conviertan por cambios posteriores en mayores, está en un rango de un 25% con relación a las cantidades originales mostradas en el Pliego de Licitación.

El pago por el aumento o disminución de las cantidades de obra será efectuado de conformidad con lo establecido en las CGC. Si la magnitud de las variaciones es tal que justifiquen una extensión en el plazo contractual, el ajuste de éste será determinado de conformidad con lo establecido en las CGC. Los ajustes considerados en esta Cláusula 3 se refieren exclusivamente a cantidades de obra. Cualquier ajuste equitativo por cambios en la naturaleza de los trabajos será efectuado de conformidad el artículo 102.2.2.

### **102.3 TRABAJOS EXTRAS**

El Contratante se reserva el derecho de ordenar al Contratista, la ejecución de trabajos nuevos o no previstos en el Contrato original, dentro de márgenes razonables, ya sea para completar más adecuadamente las obras bajo contrato o bien, por motivos de conveniencia o necesidad pública (incluyendo los casos de emergencia nacional), sean trabajos dentro o fuera del Derecho de Vía o más allá de los límites establecidos para el Proyecto. Los trabajos de esta índole serán considerados como trabajo extra, si el Ingeniero determina que no hay en el Contrato ningún concepto o combinación de conceptos de pago para compensar su ejecución. En el caso de que parte de tales trabajos estuviera amparada por un concepto o combinación de conceptos de pago existentes en el Contrato, la parte restante de dichos trabajos será la clasificada como trabajo extra. También será considerado como extra, todo trabajo específicamente designado como tal en los planos o especificaciones.

El Contratista procederá a ejecutar todo trabajo extra y a suministrar la mano de obra, materiales, equipo, administración e imprevistos requeridos para completarlo, si ha recibido y aceptado una Orden de Cambio o cualquier orden escrita del Ingeniero; de no existir las órdenes mencionadas, el Contratista no tendrá derecho a reclamar compensación alguna por el trabajo extra que haya efectuado.

En el caso de que una Orden de Cambio no haya sido aceptada o, en el caso de que el Ingeniero y el Contratista no estén de acuerdo sobre los precios, el pago por trabajo extra ordenado de conformidad con este artículo, será efectuado de conformidad con las CGC.

## **102.4 OTROS TRABAJOS PÚBLICOS**

Si en el área de un proyecto del Gobierno Central, hubiera otros trabajos públicos, que estuvieran siendo ejecutados directamente por el Gobierno Central (incluyendo sus Entes Descentralizados o Autónomos) o Municipalidades, por contrato con el mismo o con otros contratistas, que requirieran que el Contratista suministrara materiales de construcción tales como roca natural o procesada, arena, tierra, madera, etc., o servicios de transporte para los mismos, o el alquiler de maquinaria de construcción, entonces, el Contratista podrá suministrar tales materiales o servicios, sin causar atrasos o de otra manera afectar desfavorablemente a las obras incluidas en el Contrato, si el Ingeniero lo aprueba u ordena por escrito, sin que tales trabajos adicionales sean interpretados como base para reclamar ajustes en los precios o en el plazo del Contrato.

## **102.5 CAMBIOS PROPUESTOS POR EL CONTRATISTA**

### **102.5.1 Definición**

Es posible que el Contratista, por su experiencia, recursos y otros factores, encuentre y proponga al Contratante una manera de construir una obra, de iguales o mejores características que la propuesta en el Contrato, a un costo total más bajo que el estimado por el Contratante, introduciendo cambios en los documentos contractuales originales, bajo la condición de compartir con el Contratante las utilidades adicionales a obtener. Es este el tipo de "CAMBIOS" a que se refiere el presente artículo y sólo serán considerados por el Contratante si la solicitud del Contratista se acoge a las disposiciones específicas aquí contenidas y no deberán ser confundidos con otros tipos de cambios menores que estén considerados en cualquier otra parte de estas CGC.

### **102.5.2 Información Requerida**

El Contratista deberá adjuntar a su propuesta, como mínimo, la siguiente información:

- 2.1) Una descripción de la diferencia entre los requerimientos del Contrato y los del cambio propuesto, así como de las ventajas y desventajas de unos y otros;
- 2.2) Una enumeración detallada de los requerimientos del Contrato que deberían ser cambiados al ser aceptada la propuesta, y una recomendación sobre la manera de efectuar cada uno de dichos cambios en el mismo, o sea, sugerir la redacción de los cambios;
- 2.3) Una estimación de la reducción en los costos totales de ejecución que sería obtenida al adoptar la propuesta, tomando en consideración los costos del Contratista en la preparación de los cambios en los planos, las especificaciones o en ambos y en las condiciones, y en la puesta en obra de los mismos, incluyendo cualquier suma atribuible a subcontratos a que se refiere la Cláusula 5 de este mismo artículo, así como los fundamentos del estimado de costos;
- 2.4) Un pronóstico sobre cualesquier efectos que el cambio tendría en los costos colaterales que recaerían sobre el Contratante, los costos de conceptos involucrados, en el Impacto Ambiental y costo de mitigación, y en los costos de mantenimiento y operación;
- 2.5) Una exposición sobre la fecha aproximada en que debería ser emitida la Orden de Cambio pertinente en que se adoptaría la propuesta, con el objeto de obtener la máxima reducción en el costo a través de lo que falte para concluir todas las obras bajo Contrato, haciendo notar cualquier efecto que se produciría en el plazo contractual o programa de entrega;
- 2.6) Las fechas de similares propuestas hechas en otras oportunidades o simultáneamente, al Contratante (si acaso las hubiera hecho), los números de los contratos con el Contratante en que dichas propuestas fueron presentadas, y las acciones tomadas por el Contratante, en esas oportunidades, si es que le son conocidas.

### **102.5.3 Tramitación de las Propuestas.**

**3.1)** Las propuestas de cambios para reducción de costos presentadas por el Contratista al amparo de este artículo, serán tramitadas con la debida premura; sin embargo, el Contratante no será responsable por cualquier demora que se produjera durante el proceso de su tramitación. El Contratista tendrá el derecho de retirar, en su totalidad o en parte, cualquier propuesta de esta naturaleza que no haya sido aceptada y aprobada por el Contratante, dentro del plazo especificado en ella. La decisión del Contratante en cuanto a aceptar o no esta clase de propuestas será definitiva y terminante y no estará sujeta a las disposiciones del CGC.

**3.2)** Antes de que las obras incluidas en el Contrato hayan sido totalmente concluidas, el Contratante podrá aceptar, en su totalidad o en parte, cualquier propuesta para reducción de costos, que haya sido sometida por el Contratista al amparo de las disposiciones de este artículo y que no hubiere sido retirada por él de acuerdo con el inciso 3.1 que antecede, dando al Contratista una notificación por escrito de su aceptación. Esta notificación podrá ser hecha simplemente emitiendo la Orden de Cambio respectiva en la cual se modifique el Contrato Original al amparo de las disposiciones de este artículo. A menos que hubiera sido aprobada por el Contratante una Orden de Cambio u otro tipo de modificación al Contrato Original (Acuerdo Suplementario, por ejemplo), relativas a cambios propuestos para lograr rebajas en el costo, objeto de este artículo, el Contratista estará obligado a ejecutar las obras de conformidad con el Contrato Original;

**3.3)** Cualquier documento de respaldo a una modificación introducida en el Contrato Original, que haya sido aceptada por el Contratante al amparo de las disposiciones de este artículo, deberá especificarlo así clara y explícitamente.

### **102.5.4 Procedimiento de Valuación de las Rebajas**

Si el Contratante acepta y aprueba una propuesta de cambios hecha por el Contratista con el propósito de rebajar los costos de la obra, se hará un ajuste equitativo en el valor original del Contrato y en cualesquier otras disposiciones contractuales que resultaren afectadas, de conformidad con lo estipulado en este y otros artículos del Contrato que sean aplicables. El ajuste equitativo será calculado determinando el efecto de la propuesta en los costos totales del Contratista para ejecutarla, tomando en consideración los costos en que incurrirá en la investigación y desarrollo de la propuesta, siempre que estos costos sean directamente causados por el cambio y no estén reembolsados en otra forma bajo este Contrato, y los costos de ejecución de las obras sujetas al cambio, incluyendo cualquier suma atribuible a subcontratistas, según lo dispone la Cláusula siguiente. El valor original del Contrato será entonces reducido en un monto que será determinado así: A la disminución total estimada en el costo del Contratista se le restará el cincuenta por ciento (50%) de la diferencia entre el monto de dicha disminución total estimada y cualquier aumento neto en los costos colaterales determinables en que pudiera haber razonablemente incurrido el Contratante como resultado de la aplicación de la mencionada propuesta al Contrato.

### **102.5.5 Subcontratos**

El Contratista deberá realizar sus mejores esfuerzos para incluir arreglos adecuados y consecuentes con los objetivos del cambio propuesto, de obtener una disminución en el costo, en cualquier subcontrato que, a su juicio, sea de tal naturaleza y magnitud que se preste razonablemente a esta clase de rebajas. Con el propósito de calcular un ajuste equitativo en el valor original del Contrato, de conformidad con la Cláusula anterior, se considerará que el costo del Contratista por el desarrollo y puesta en obra de una propuesta de cambios de esta naturaleza, que sea aceptada y aprobada por el Contratante, incluye cualesquier costos de desarrollo y ejecución de los subcontratistas, más el costo de los incentivos hechos efectivos a los mismos o la participación de los subcontratistas en la rebaja en costos claramente involucrados en la propuesta y en los que se incurra o sean pagados o se acumulen en virtud de la realización de un subcontrato según los términos de este Contrato.



### **102.5.6 Restricciones**

El Contratista podrá restringir el derecho del Contratante de hacer uso de cualquier pliego de una propuesta de cambios presentada por el Contratista de acuerdo con las disposiciones de este artículo, o de la información que le sirve de soporte, si aparece claramente marcada o impresa sobre dicho pliego u hoja de información, la siguiente constancia:

“Estos datos suministrados de conformidad con el Artículo sobre Cambios Propuestos por el Contratista del Contrato No. \_\_\_\_\_, no serán dados a conocer a nadie fuera del Contratante ni copiados ni usados ni revelados, total o parcialmente, con ningún otro propósito que el de evaluar la propuesta sometida ante el Contratante al amparo del artículo antedicho. Esta restricción no pretende limitar el derecho del Contratante de usar información contenida en esos documentos, si es o ha sido obtenida del Contratista o de otra manera puesta a su disposición por éste y obtenida de otra fuente, sin limitaciones. Si dicha propuesta es aceptada por el Contratante de acuerdo a los términos del antedicho Contrato, después de haber hecho uso de esta documentación en la mencionada evaluación, el Contratante tendrá el derecho a reproducir, copiar, usar y revelar cualquier parte de la documentación que sea razonablemente necesaria para la plena utilización de la propuesta, tal como ha sido aceptada, de cualquier manera y con el propósito que fuere, y ordenar que otros lo hagan”.

En el caso de que una propuesta de esta naturaleza sea aceptada, queda aquí entendido que el Contratista cede al Contratante todos los derechos para usar, reproducir, copiar o revelar, en su totalidad o en parte, de cualquier manera y con el propósito que fuere, y ordenar o permitir que otros lo hagan, cualquier documento que sea razonablemente necesario para utilizar plenamente dicha propuesta.

### **102.5.7 Modificaciones a la Propuesta**

Cualquier modificación de una propuesta para rebajar costos, por medio de la cual sean aumentadas o disminuidas las cantidades de obra posteriormente a su aceptación y formalización por parte del Contratante, deberá estar condicionada a un ajuste equitativo en el costo, de conformidad con lo estipulado en Artículo 102.5.4.

### **102.5.8 Aclaración de Términos**

Para los fines de este artículo, se entenderá como desarrollo de una propuesta de cambios para reducción de costos, a las investigaciones, estudios de campo y oficina, cálculos, rediseño y preparación de planos, modificaciones a las especificaciones técnicas y a las condiciones contractuales originales, para su presentación al Contratante con fines de evaluación y aceptación o rechazo.

Por **ejecución o puesta en obra** se entenderá la construcción de las obras de conformidad con la propuesta, si ésta es aceptada y formalizada por el Contratante.

## **102.6 MANTENIMIENTO DEL TRÁFICO**

### **102.6.1 Condiciones Generales**

Toda vía pública de circulación existente dentro de cualquier parte del Proyecto, deberá permanecer abierta al tráfico -por cuenta del Contratista- y en condiciones aceptables todo el tiempo. El Contratista, además, proveerá y mantendrá en buenas condiciones de circulación, dentro de los límites del Derecho de Vía del Proyecto, desvíos temporales adecuados alrededor del emplazamiento de estructuras y otras obras a través de las cuales no pueda haber tráfico.

Se entiende que son adecuadas cuando permiten el paso seguro de los vehículos que normalmente usan la vía.

El costo del mantenimiento del tráfico deberá ser incluido dentro de los precios unitarios para los varios conceptos de pago del Contrato, excepto cuando hay casos de Mantenimiento Especial ordenado por el Ingeniero y cuando exista en el Contrato un concepto de pago para Desvíos Especiales y para los abanderados y carros pilotos a que se hace referencia más adelante.

### **102.6.2 Desvíos Especiales**

Si el Contrato contiene el concepto de pago, por Desvíos Especiales, se entenderá que éste cubrirá todos los costos de construcción, mantenimiento y remoción de tales desvíos, incluyendo la construcción y remoción de eventuales estructuras de drenaje y sus obras accesorias.

El Derecho de Vía para los Desvíos Especiales será obtenido por el Contratante. Cualquier parte o el total de cualquier estructura existente que sea utilizable, podrá ser aprovechada en la construcción de los desvíos. Cualquier modificación de una estructura existente, o la construcción de una estructura provisional, requerirá la aprobación del Ingeniero antes de proceder con el trabajo.

Si el Contrato contiene un concepto de pago para Puentes Provisionales, dichos puentes y sus accesos deberán llenar los requerimientos y serán compensados de acuerdo con la subdivisión 600.

### **102.6.3 Construcción de la Vía por Bandas (Carriles)**

Especialmente en los casos de pavimentación o repavimentación, el Contratista podrá, si lo aprueba el Ingeniero, proceder a trabajar por bandas, dejando libre un ancho de vía suficiente para la circulación segura y cómoda del tráfico y controlando por medio de abanderados o carros pilotos, las corrientes vehiculares opuestas.

### **102.6.4 Mantenimiento del Tráfico Durante las Suspensiones Temporales del Trabajo**

Antes de cualquier suspensión temporal del trabajo, el Contratista deberá dejar transitables y abiertos al tráfico, todos aquellos tramos de la obra aún no terminados y las conexiones y vías provisionales que ordene el Ingeniero. Durante tales períodos de suspensión temporal, el Contratista deberá mantener la vía de circulación a lo largo de todo el Proyecto, sin costo adicional para el Contratante, excepto cuando el Contrato contenga un concepto de pago para Desvíos Especiales o para Puentes Provisionales.

## **102.7 DISPOSICIONES SOBRE CONTROL DEL TRÁFICO**

### **102.7.1 Generalidades**

El Contratista deberá tomar todas las precauciones necesarias para la protección de la obra y la seguridad del público, con respecto al movimiento del tráfico dentro de los límites del Proyecto. Cuando sea necesario impedir la circulación en vías existentes se deberá resguardar la seguridad del público por medio de eficientes dispositivos de control de tráfico.

El Contratista no podrá cerrar al tráfico ninguna vía pública o tramo de ella o puente, sin previa aprobación por escrito del Ingeniero. Tampoco podrá iniciar operaciones constructivas que, por cualquier razón, dejen la vía pública en condiciones inadecuadas para la circulación del tráfico, sin antes haber construido desvíos aprobados por el Ingeniero en cuanto a comodidad y seguridad.

El Contratista deberá suministrar, erigir, mantener y, al no ser ya necesarios, remover todas las barreras, rótulos, semáforos, luces y otros dispositivos de control que fueran necesarios para prevenir y dirigir al tráfico que circula a lo largo o alrededor de sitios en que tienen lugar operaciones constructivas. Cuando se estén efectuando trabajos en áreas adyacentes a carriles de vías abiertas a la circulación, deberá delinear las orillas de dichos carriles o del pavimento, por medio de delineadores portátiles colocados a lo largo y paralelamente a dichas orillas. Cuando se trate de zanjas u otro tipo de excavación abierta a la orilla de la vía de circulación, los delineadores serán colocados en el borde del pavimento; en otras circunstancias, podrán ser colocados fuera del pavimento, pero adyacentes a su borde. Los delineadores portátiles, incluyendo su base, estarán hechos de un material que tenga suficiente rigidez para que puedan permanecer en posición vertical y en su lugar sin necesidad de ser permanentemente atendidos, y suficientemente flexibles o colapsables para que no causen daños al ser impactados por un vehículo. La parte vertical de los delineadores portátiles será de un color anaranjado brillante. El tipo de delineadores usados en un proyecto deberá ser uniforme.

A menos que estuviera dispuesto de otra manera en los planos, deberán ser instalados rótulos preventivos más allá de los límites del Proyecto, a no menos de 150 metros de cada uno de los extremos y, por lo menos, a 150 metros antes de cualquier sitio del Proyecto en donde las operaciones constructivas interfieran con el tráfico público en el uso de la vía, incluyendo todos aquellos puntos intermedios en donde la nueva vía en construcción cruza o coincide con la vía existente.

Durante la noche, se deberán operar faros de destellos, linternas, dispositivos eléctricos y reflectivos y cualquier otro tipo aprobado de señales luminosas en los sitios en que fuera necesario.

Donde fuere necesario, y si lo ordena el Ingeniero, se deberá hacer uso de abanderados o carros pilotos o guarda-vías, a fin de guiar y ordenar la circulación vehicular o peatonal. El personal encargado deberá llevar uniformes o chaquetas especiales y banderolas o señales manuales tales que puedan ser vistos fácilmente por los conductores de vehículos motorizados, de día y de noche.

Será responsabilidad del Contratista la conservación de todos los dispositivos de control de tráfico que estén instalados, incluyendo la limpieza de las caras de los rótulos, la reducción del polvo, así como la reparación inmediata de aquellos dispositivos que resultaren dañados.

Todos los dispositivos de control de tráfico serán y continuarán siendo propiedad del Contratista, exceptuando aquellos para propósitos especiales que, ocasionalmente, pudieran ser dados en préstamo por el Contratante, según lo indiquen las CEC.

### **102.7.2 Método de Medición**

El método de medición para el Control del Tráfico será el de Suma Global, si aparece en el Pliego de Licitación este concepto de pago. Si no aparece, todas las instalaciones, actividades, cuidados y suministros requeridos, no serán compensados por separado sino que serán incluidos dentro de los precios unitarios y globales de los conceptos de pago del Contrato, excepto el caso de los abanderados y carros pilotos, para los cuales recibirá reembolso del 50% de los costos salariales del abanderado y del chofer, a menos que esos servicios fueran requeridos por el Ingeniero bajo el concepto de Trabajos por Administración, en cuyo caso, la compensación sería hecha con base en lo dispuesto en las CGC.

### **102.8 MANTENIMIENTO DEL AGUA EN SISTEMAS DE IRRIGACIÓN**

Siempre que durante el curso de la construcción se determine la necesidad de mantener en operación sistemas de irrigación existentes que resulten afectados por la construcción de las obras, el Contratista tomará las disposiciones o construirá las obras que sean necesarias para mantener un flujo suficiente de agua en dichos sistemas.

El Contratista no podrá desviar o reducir el flujo de agua de irrigación en ningún lugar del sistema, sin consultar de previo con el administrador o dueño del sistema de irrigación y sin obtener por escrito el permiso correspondiente. El mantenimiento de sistemas de irrigación será hecho por el Contratista sin costo adicional para el Contratante ya que todo costo involucrado en esta obligación deberá ser incluido por el Contratista dentro de los precios unitarios de los varios conceptos de pago.

### **102.9 DERECHO A USAR MATERIALES ENCONTRADOS DENTRO DE LOS LÍMITES DEL PROYECTO**

El Contratista, con la aprobación del Ingeniero, podrá usar en la construcción de las obras del Proyecto, materiales como piedra, grava, arena u otro material que, a juicio del Ingeniero y sin afectar negativamente al Medio Ambiente, sea aceptable para ello y que sea encontrado en la excavación, y recibirá pago por la excavación de dichos materiales al precio unitario contractual correspondiente sin que se le haga ninguna deducción del precio unitario de otras obras en las cuales sean incorporados. Por su parte, El Contratista quedará obligado a reemplazar, a sus expensas, con otro material aceptable, todo el volumen de materiales así removido y usado que luego hiciere falta para la construcción de terraplenes, rellenos de estructuras, accesos a puentes y propiedades y otros tipos de obras. No se cobrará nada al Contratista por los materiales así usados.

El Contratista, sin embargo, no deberá excavar ni remover ningún material existente dentro del emplazamiento de la vía que no esté dentro de los límites de excavación y terraplenado indicados por las estacas de talud, sin la autorización u orden escrita del Ingeniero.

En el caso de que el Contratista haya producido o procesado materiales existentes en tierras del Contratante, en exceso de las cantidades requeridas para la construcción de las obras, el Contratante podrá tomar posesión de tales excedentes, incluyendo todo material de desperdicio resultante como subproducto, sin la obligación de reembolsar al Contratista el costo de su producción, o podrá ordenar al Contratista la remoción de dichos materiales y restaurar los lugares de almacenaje a una condición satisfactoria, sin costo adicional para el Contratante.

La anterior disposición no será aplicable a los casos en que el Contratante convenga con el Contratista en la producción o procesamiento de materiales en volúmenes que excedan a las necesidades del Proyecto, mediante pago acordado entre ambos, sea para las necesidades futuras del mantenimiento, para trabajos extras o para otros trabajos del Contratante.

Salvo disposición en contrario, todo el material proveniente de una estructura abandonada, podrá ser usado temporalmente por el Contratista en la erección de la estructura que la reemplazará o en cualquier otra del Proyecto. El Contratista no podrá modificar dicho material sin la previa autorización del Ingeniero.

### **102.10 DERECHOS SOBRE MATERIALES DE VALOR CULTURAL O DE CARÁCTER BÉLICO**

Cuando dentro de los límites del Proyecto o en operaciones con él relacionadas sean encontrados objetos de arte o de valor histórico o materiales de guerra, el Contratista deberá notificar inmediatamente al Ingeniero y solicitar instrucciones acerca de la línea de acción a seguir.

Cuando las operaciones de excavación a cargo del Contratista ponga al descubierto fósiles, vestigios de poblados prehistóricos o de artefactos de valor histórico o arqueológico, o de objetos explosivos, todas las operaciones en el área circundante serán temporalmente suspendidas y el Ingeniero notificará al Contratante para que éste ponga el hallazgo en conocimiento de las autoridades competentes, según el caso, para que ellas dispongan lo que haya que hacer con los objetos descubiertos y con el área del hallazgo. Bajo la inmediata dirección del Ingeniero, el Contratista proseguirá con las excavaciones en el sitio de tal manera que no resulten dañados los artículos encontrados o cualquier otro que pudiera existir oculto y para removerlos y entregarlos a la custodia de las autoridades competentes. Cuando sea necesario ejecutar este tipo de excavaciones, el pago será efectuado como Trabajo Extra.

Cuando se encuentren materiales o dispositivos bélicos explosivos, serán también aplicables las disposiciones de las CGC. Todo artefacto y objeto así encontrados y recuperados serán de la exclusiva propiedad y posesión del Gobierno Central. La apropiación de tales objetos que hiciera el Contratista o su personal, será considerada como una acción ilegal.

El Contratista es responsable de notificar a sus empleados y subcontratistas, de estas disposiciones y de este derecho de posesión del Gobierno Central.

### **102.11 AUTORIDAD DEL INGENIERO**

El Ingeniero decidirá acerca de todos los aspectos que puedan presentarse respecto a la calidad y aceptabilidad de los materiales entregados, al trabajo ejecutado el ritmo de avance de la obra; la interpretación de los planos y especificaciones y las relativas al cumplimiento del Contrato por parte del Contratista.

La decisión del Ingeniero se fundará en un criterio técnico, tomando en consideración todos los hechos, las variaciones inherentes al procesado y ensaye de los materiales para obras viales, disponibilidad financiera, experiencias obtenidas en el pasado, resultados de investigaciones y otros factores que tengan que ver con el aspecto examinado, incluyendo todos los reglamentos, instrucciones y normas establecidas por el Contratante para la administración de obras bajo contrato. Deberán hacerse todas las pruebas o ensayos que el Ingeniero juzgue necesarios basados en los planos y las especificaciones correspondientes, para determinar el grado de concordancia del material o el trabajo en cuestión.

### **102.12 PLANOS Y DIBUJOS DE TRABAJO**

Los planos del Proyecto suministrados por el Contratante son de naturaleza general y mostrarán los límites de la construcción, el alineamientos horizontal y vertical de la vía, las pendientes de los taludes, las pendientes del drenaje, las secciones transversales típicas, la ubicación y diseño de todas las estructuras, y un resumen de todos los conceptos de pago que aparecen en la Oferta o Pliego de Licitación. Los planos para puentes mostrarán el arreglo y características generales y aquellos detalles necesarios para la preparación de dibujos de trabajo, de taller o de fabricación.

Los planos serán suplementados mediante los dibujos de trabajo o de taller en la cantidad que fuere necesaria. Tales dibujos serán preparados y suministrados por el Contratista.

En ellos se proveerá toda la información detallada necesaria para la fabricación y erección de obras de fábrica (acero estructural, elementos prefabricados, etc.), la erección de obra falsa y andamios, la construcción de ataguías y puentes provisionales y cualquier otro trabajo o detalle constructivo que no aparezca en los planos del Proyecto y para los cuales sean necesarios tales dibujos, a fin de controlar mejor el trabajo. Todos los dibujos de trabajo o de taller deberán ser aprobados por el Ingeniero antes de comenzar la construcción de las obras correspondientes. Tal aprobación en forma alguna no eximirá la plena responsabilidad del Contratista sobre la construcción satisfactoria de las obras de conformidad con el Contrato. El Contratista será responsable por la exactitud de las dimensiones y detalles y por la concordancia de dichos dibujos con los planos y especificaciones contractuales.

El Contratista suministrará al Ingeniero, para su examen y aprobación, cuatro (4) copias de cada dibujo, diez (10) días antes del comienzo de la obra correspondiente, a menos que las CEC lo dispongan de otra manera. Estos dibujos

serán presentados en hojas que no excedan de 55.90 cm x 91.40 cm. El Ingeniero los examinará y devolverá al Contratista una de las copias, con las anotaciones que indiquen los cambios o modificaciones requeridas. El Ingeniero no aprobará los dibujos hasta que todos los cambios o modificaciones requeridas hayan sido incorporadas en los mismos. Después de haber cumplido con este requisito, el Contratista entregará al Ingeniero cuatro (4) juegos adicionales. Una copia de los dibujos aprobados le será devuelta al Contratista. Mientras estos dibujos no hayan sido aprobados por el Ingeniero, cualquier trabajo hecho o materiales ordenados para la estructura respectiva, serán de la entera responsabilidad del Contratista.

El costo de preparación y presentación de dibujos de trabajo o de taller se considerará incluido dentro de los precios unitarios o globales correspondientes a los varios conceptos de pago del Contrato.

### **102.13 CONFORMIDAD CON LOS PLANOS Y ESPECIFICACIONES**

Todo trabajo efectuado y todos los materiales suministrados deberán estar sustancialmente de conformidad con las alineaciones, rasantes, secciones transversales y requisitos sobre dimensiones y materiales que aparezcan en los planos o se indiquen en las especificaciones.

Las dimensiones mostradas en los planos y los valores requeridos por las especificaciones contractuales deberán ser considerados como dimensiones que se tratará de alcanzar y valores con que habrá que cumplir como **valores de diseño**, para los cuales hay ciertas tolerancias permitidas. La intención de las especificaciones es que los materiales y la ejecución sean de carácter uniforme y que se ajusten, lo más realísticamente posible, a las dimensiones y valores de los planos y especificaciones o a la parte media de los rangos de tolerancia, si estuvieran indicados. El propósito de los rangos de tolerancia es el de considerar aquellas desviaciones menores ocasionales con respecto a la zona media, que resultan inevitables por razones prácticas. Cuando se especifican valores máximos o mínimos o ambos, la producción y proceso del material y la ejecución del trabajo, deberán ser controlados por el Contratista, de tal manera que los materiales y la obra estén dentro de los límites extremos permitidos para dimensiones o calidad, pero no preponderantemente cerca de ellos. (Ver Artículo 102.21).

En caso de que el Ingeniero encuentre que los materiales suministrados, el trabajo realizado o el producto acabado, no estén sustancialmente conforme con los planos y las especificaciones, tal obra o materiales deberán ser removidos y reemplazados o corregidos de cualquiera otra manera por el Contratista, a sus expensas, de conformidad con el Artículo 102.22.

### **102.14 DOCUMENTOS CONSTITUTIVOS DEL CONTRATO**

#### **102.14.1 Documentos Contractuales**

Los documentos contractuales firmados por las partes y que forman parte integral del Contrato, son los siguientes:

- a) Formulario del Contrato;
- b) Condiciones Especiales del Contrato (CEC)
- c) Documentación Técnica que contiene la descripción de las obras y las Especificaciones Técnicas;
- d) Cuando se citen como documentos contractuales en las CEC: planos, memorias de cálculo, especificaciones de perforaciones necesarias o resultados de perforaciones ejecutadas y documentación geotécnica, el desglose y los análisis de los precios unitarios y de suma global;
- e) Pliego de Licitación;
- f) Las Condiciones Generales del Contrato (CGC)

Los documentos que forman parte del Contrato deberán ser considerados como mutuamente explicativos; en caso de contradicción o diferencia entre los documentos que forman parte integral del Contrato, la prioridad de los mismos será según el orden arriba enumerado.

El Contratista no deberá aprovecharse de errores u omisiones en los planos o en las especificaciones. En caso de que el Contratista descubriese tales errores u omisiones deberá notificar inmediatamente al Ingeniero. Este hará las correcciones e interpretaciones que considere necesarias para cumplir con la intención de los planos y especificaciones.

También quedará entendido que toda falta u omisión en los planos, especificaciones o CEC en relación con cualquier detalle, o descripción detallada sobre cierto aspecto, serán interpretados en el sentido de que prevalecerá la mejor práctica general de ingeniería y que sólo serán empleados materiales y ejecución de primera calidad. Toda interpretación de las especificaciones deberá ser hecha con base en este criterio.

#### **102.14.2 Documentos Contractuales Posteriores a la Formalización del Contrato**

El Contrato, una vez formalizado, podrá modificarse sólo mediante convenios escritos sometidos al mismo procedimiento de aprobación que el Contrato. Este será conocido como Acuerdo Suplementario será elaborado y propuesto por el Contratista, autorizado por el Ingeniero y aprobado por el Contratante. Se entenderá por modificación todo cambio que no rebase los límites máximos establecidos para la aplicación de los términos del Contrato o de la reglamentación vigente cuyas modificaciones están, si es el caso, tomadas en cuenta bajo las condiciones previstas en las CGC.

#### **102.15 ACCESO A LA OFICINA DEL CONTRATISTA. COOPERACIÓN DEL CONTRATISTA. SUPERINTENDENCIA DEL TRABAJO**

1. El Ingeniero y sus representantes debidamente autorizados, los Ingenieros Consultores y los representantes de la Fuente de Financiamiento (si fuera el caso) tendrán en todo momento acceso a las oficinas del Contratista, en donde deberá haber disponible permanentemente una copia de los planos y especificaciones. La Fuente de Financiamiento estará designada en la convocatoria.
2. El Contratista dedicará al trabajo su constante atención y la diligencia necesaria para garantizar que avance en forma satisfactoria para el Contratante; cooperará con el Ingeniero y los Inspectores, con las empresas de servicios públicos que estuvieren relacionadas con la obra, y con otros contratistas.
3. El Contratista deberá mantener en el sitio de las obras, como agente representante suyo, a un Superintendente competente que administre técnica y financieramente el Contrato y los Documentos Constitutivos, y que también controle los equipos, personal y materiales del Contratista en función de las obras, además que sea aptas de lectura y entendimiento correcto de los planos y especificaciones. El Superintendente será suficientemente experimentado en el tipo de trabajo que se esté ejecutando y que reciba y ponga en efecto las instrucciones y órdenes del Ingeniero y sus representantes. En todos los casos, se considerará que el Contratista ha delegado en el Superintendente toda la autoridad y responsabilidad en el sitio de la obra para realizar los trabajos y, para ello, deberá tener plena autoridad para acatar, sin demora, las órdenes o direcciones del Ingeniero, y para suministrar eficientemente los materiales, maquinaria, herramientas, mano de obra y otros elementos que pudieran ser requeridos para completar la obra satisfactoriamente.

El Superintendente deberá ser un Ingeniero Civil, autorizado para ejercer la profesión, y deberá presentar el título respectivo. Su experiencia en obras viales deberá ser, como mínimo, de cinco (5) años y su nombramiento deberá contar con la aprobación del Ingeniero, para lo cual el Contratista presentará su solicitud por escrito, incluyendo el currículum vitae del candidato y sus atributos para desempeñar el cargo. Se considerará indispensable que el Superintendente tenga buen dominio del idioma español.

### **102.16 COOPERACIÓN CON LAS EMPRESAS O INSTITUCIONES A CARGO DE SERVICIOS PÚBLICOS**

El Contratante notificará a todas las compañías o instituciones a cargo de servicios públicos de agua potable, aguas residuales, alumbrado y energía, telecomunicaciones, drenaje pluvial, oleoductos, gasoductos, etc., así como a todos los dueños de instalaciones privadas de tubería y a otras partes interesadas, y hará todo lo que esté a su alcance para que se hagan, lo más prontamente posible, todos los ajustes necesarios en los accesorios, cañerías, líneas de transmisión, cables y demás instalaciones existentes dentro o cerca de los límites de la construcción.

Las cañerías de agua, de gas o conductores de alambres, conexiones de servicio, cajas de medidores de agua y de gas, cajas de válvulas para agua y para gas, postes de alumbrado o líneas de transmisión, cables de transmisión, semáforos, hidrantes y todos los demás accesorios de servicios públicos que se encuentren dentro de los límites de la construcción proyectada, que tengan que ser reubicados o ajustados, serán removidos por otros, a expensas de sus dueños, a menos que en el Contrato se haya dispuesto de otra manera.

Queda entendido y convenido que cualquier demora, molestia o daños que sufra el Contratista -por la reubicación de sus instalaciones de servicio, permanentes o provisionales le debe ser reconocida, si no ha sido expresamente señalada en los documentos de licitación y será concedida la compensación correspondiente que, se deriven de alguna interferencia de dichas instalaciones o de su remoción o reubicación.

El Contratante junto con el Ingeniero, serán los responsables de coordinar con las instituciones o personas propietarias de los servicios públicos o privados, su remoción del Derecho de Vía, y todo trabajo que se requiera será considerado como obra adicional.

El Contrato podrá considerar diversas instalaciones de servicios públicos, entre las cuales algunas vayan a ser relocalizadas o adaptadas por los propietarios de las mismas, y otras que serán reubicadas, adaptadas o instaladas por el Contratista. Las CEC indicarán, en su caso, los procedimientos a seguir en aquellos casos en que los dueños de las citadas instalaciones no asuman su responsabilidad sobre la relocalización o adaptación de sus instalaciones.

### **102.17 COOPERACIÓN ENTRE CONTRATISTAS**

El Contratante se reserva el derecho de adjudicar otros contratos de naturaleza diferente a la obra contratada para la construcción o instalación de obras adicionales en el sitio o zona del trabajo objeto de este Contrato, cerca de él o de una extensión de él.

Cuando sean adjudicados contratos separados dentro de los límites de un solo proyecto, cada contratista deberá conducir su trabajo en forma tal que no haya interferencia o afecte el avance del trabajo de los otros contratistas. Los contratistas que estén trabajando en el mismo proyecto deberán cooperar conjuntamente y de acuerdo con las instrucciones del Ingeniero.

Cada contratista involucrado deberá asumir sus propias responsabilidades financieras y de cualquier otro tipo en conexión con su contrato y no podrá reclamar al Contratante por daños a causa de inconveniencias, demoras o pérdidas sufridas por él como resultado del trabajo de otros contratistas dentro de los límites del mismo proyecto.

Cada contratista deberá organizar su trabajo, ubicar su maquinaria, acopiar sus materiales y disponer de sus desperdicios de tal manera que cualquier interferencia con las operaciones de los demás contratistas sea mínima, coordinará y conectará su trabajo con el de los otros en una forma aceptable y lo ejecutará en una secuencia compatible con la de los demás.

Lo estipulado acerca de otros contratistas será igualmente aplicable al caso en que el Contratante o cualquiera de sus dependencias (en el caso de obras públicas) esté ejecutando obras por Administración Directa.



### **102.18 REPLANTEO Y MEDICIÓN DE LA OBRA**

El Contratista deberá replantear la vía y sus estructuras y colocar todas las estacas de construcción, con base en los planos, referencias y los puntos de control primario tanto horizontal (PC, PI, POT y PT) como bancos de nivel para control vertical autorizados previamente por el Ingeniero en el terreno. Con base en las marcas de control primario autorizadas por el Ingeniero, el Contratista establecerá en el terreno el eje de la vía, demarcará el Derecho de Vía, colocará las estacas de talud, los ejes de puentes, cajas, alcantarillas y sus obras accesorias, así como los niveles y rasantes necesarios para construir las obras de acuerdo con el Contrato.

El Contratista será responsable de la preservación de todos los puntos de control primario establecidos por el Ingeniero, y de todas las estacas de construcción colocadas por él mismo. Si cualquiera de ellos fuera destruido o alterado por el Contratista u otras personas o instituciones, el costo de su reposición será por cuenta del Contratista y su valor cobrado o deducido de los pagos que hubiera que hacerle por trabajo efectuado, según lo determine el Ingeniero.

El Contratista será responsable por los daños y perjuicios resultantes de cualquier falta de exactitud en sus replanteos. El Ingeniero podrá, si lo estima conveniente, comprobar la exactitud de tales replanteos; sin embargo, una falta de comprobación por parte del Ingeniero no relevará al Contratista de su responsabilidad. El Contratista suministrará al Ingeniero sin costo alguno, con todo esmero y prontitud, toda la ayuda y materiales que fueren requeridos para la comprobación del replanteo.

El Contratista deberá poner en conocimiento del Ingeniero los errores aparentes que fueren descubiertos en el replanteo básico inicial, antes de comenzar el trabajo afectado. En caso de ejecutar el trabajo de acuerdo con un replanteo inicial errado, el valor de tal trabajo y cualquier corrección ordenada del mismo, será asumido por el Contratista, a menos que dicho trabajo difiera sustancialmente del descrito en los planos o en las especificaciones, en cuyo caso se aplicarán las disposiciones de las CGC.

El Contratista avisará por escrito al Ingeniero, con no menos de 48 horas de anticipación, cada vez que vaya a comenzar a trabajar en partes de la obra que requieran la medición de secciones transversales originales para fines de pago; de no mediar este aviso, el Contratista no recibirá pago alguno por los trabajos que hayan sido iniciados sin la previa autorización y medición del Ingeniero.

El Ingeniero efectuará las mediciones que crea convenientes para determinar las cantidades de obra realizadas y, con base en ellas, autorizar los pagos parciales o el pago final. Las mediciones original y final realizadas para el pago final, será hechas conjuntamente por el Ingeniero y el Contratista, a menos que éste rehusara o no pudiera hacerlo al ser notificado; con tal objeto se procederá a conformar una brigada integrada con personal de ambos, que llevará sus anotaciones en libretas de campo que permitan entregar al Contratista copias al carbón de cada hoja, rubricada por los representantes del Ingeniero y del Contratista. Dichas libretas serán suministradas por el Contratista sin costo adicional para el Contratante. En caso de que el Contratista rehusara o no pudiera integrar la brigada conjunta o suministrar las libretas requeridas en su oportunidad, las mediciones efectuadas por el Ingeniero serán finales y las únicas que se tomarán en cuenta para el pago.

### **102.19 DESIGNACIÓN DEL INGENIERO**

Cada proyecto tendrá un Ingeniero designado como representante del Contratante, con autoridad para lo descrito en el Numeral 102 de estas especificaciones. El Contratista será notificado, antes de la iniciación de los trabajos, sobre el nombramiento del Ingeniero. El Ingeniero y el Representante del Ingeniero tendrán calificaciones al menos similares a las exigidas para el Superintendente del contratista.

## 102.20 AUTORIDAD Y OBLIGACIONES DE LOS INSPECTORES

Los inspectores de obras tendrán las siguientes obligaciones:

- 1) Mantener informado al Ingeniero sobre el avance de las obras y la manera en que están siendo ejecutadas.
- 2) Informar al Ingeniero cada vez que los materiales suministrados o el trabajo efectuado por el Contratista no llenen los requisitos de los documentos constitutivos del Contrato.
- 3) Poner en conocimiento del Ingeniero acerca de cualquier desviación o incumplimiento con los planos y especificaciones, equipos, mano de obra, etc., por parte del Contratista.
- 4) Con la autorización del Ingeniero llevar a cabo ensayos analíticos en todas las obras y materiales e informarle los resultados al Ingeniero.
- 5) Los inspectores estarán autorizados para inspeccionar toda o cualquier parte de la obra hecha y materiales suministrados y para ejercer aquella autoridad adicional que el Ingeniero les delegue por escrito ante el Contratistas. Estarán autorizados para rechazar materiales inadecuados y para suspender cualquier trabajo que esté siendo llevado a efecto en forma defectuosa, sujetos a la decisión final del Ingeniero.

La inspección no relevará al Contratista de ninguna de las obligaciones de suministrar materiales aceptables o de ejecutar el trabajo estrictamente de acuerdo con los requerimientos de los planos, especificaciones y del Contrato.

Los inspectores no estarán autorizados para revocar, alterar, aumentar, hacer menos estricto u obviar ningún requerimiento de las especificaciones ni para aprobar o aceptar parte alguna de la obra ni para girar instrucciones contrarias a los planos y especificaciones.

Los inspectores, en ningún caso, actuarán como capataces ni efectuarán tareas para el Contratista, ni interferirán con la administración del trabajo por parte de éste. Ningún consejo u opinión que los inspectores pudieran dar al Contratista podrá ser tomado, de manera alguna, como compromisorio para el Ingeniero o el Contratante o como relevando al Contratista de la obligación de cumplir con los términos del Contrato.

## 102.21 INSPECCIÓN DEL TRABAJO

### 102.21.1 Generalidades

- 1) Exceptuando cualquier otra disposición específica en el Contrato, todo material o trabajo requerido para las obras en él comprendida, estará sujeto a la inspección y prueba por parte del Ingeniero, con frecuencia razonable y en el sitio del trabajo, a menos que el Contratante hubiera determinado que tal inspección o prueba del material que va a ser incorporado en el trabajo pueda ser hecha en el lugar de producción, manufactura o embarque. El Ingeniero determinará, cada vez que se decida permitir inspecciones o pruebas fuera del sitio, hasta qué grado tales inspecciones son decisivas acerca de si los materiales en cuestión llenan los requisitos del Contrato. Tales inspecciones y pruebas fuera del sitio del trabajo, no relevarán al Contratista de la responsabilidad por daños o pérdidas del material antes de la aceptación final de la obra, ni en forma alguna afectarán a la continuidad de los derechos ininterrumpidos del Contratante después de la aceptación del trabajo, de acuerdo con los términos del Contrato de Obra, con excepción de los previstos anteriormente en la presente *División I*.
- 2) El Contratista deberá reemplazar, sin costo adicional para el Contratante, toda obra mal ejecutada o que, según lo determine el Ingeniero, no cumple con los requisitos fijados en este Contrato, a menos que, en interés del público, el Contratante aceptará tal material o tal obra mal ejecutada con un ajuste adecuado en el precio del Contrato.
- 3) El Contratista deberá, con la mayor brevedad, separar y remover del área de la obra todo material que haya sido rechazado. Si el Contratista no reemplazará prontamente el material rechazado o no corrigiere la obra mal ejecutada, el Contratante podrá:

- 3.1) Reemplazar tal material o corregir la obra defectuosa, por Contrato o bajo cualquier otro procedimiento, cargando el costo de ello al Contratista; o
- 3.2) Cancelar el derecho del Contratista a continuar la construcción de la obra de acuerdo a las Especificaciones.

4) El Contratista deberá suministrar, prontamente y sin costo adicional para el Contratante, todas las facilidades, personal y material razonablemente necesarios para efectuar las inspecciones y pruebas que el Ingeniero considere seguras o convenientes.

Toda inspección y prueba será efectuada en forma que no atrase el trabajo innecesariamente. El Contratista pagará todo el costo adicional ocasionado por la inspección, si el material o la obra ejecutada no está listo en la fecha u hora especificada por el Contratista para su inspección y prueba.

5) Si el Contratante considerase necesario o recomendable en cualquier oportunidad, antes de la aceptación de toda la obra, hacer un examen de trabajos ya terminados por medio de remoción o destrucción parcial de los mismos, el Contratista, a solicitud del Ingeniero, deberá suministrar prontamente todas las facilidades, personal y materiales necesarios para ello. Si se encuentra que tales trabajos son defectuosos o no se ajustan a las normas de calidad prescritas en el Contrato, por falta del Contratista o de sus subcontratistas, serán por cuenta del Contratistas los gastos de tal examen y de su reconstrucción satisfactoria.

Pero, si se encuentra que dichos trabajos llenan los requisitos del Contrato, se compensará al Contratista por el costo de los servicios adicionales requeridos para el examen mencionado, así como para la adecuada reconstrucción, y si por tal motivo se atrasare la terminación del trabajo total, el Contratante le reconocerá una extensión justa en el plazo del Contrato.

En casos de obras públicas, si algún Ministerio, Ente Autónomo, Municipalidad o Entidad a cargo de servicios públicos, va a pagar parte del costo de las obras amparadas por este Contrato, o, simplemente, tiene responsabilidades involucradas en ellas, dicha entidad tendrá el derecho de inspeccionar los trabajos y de velar porque las obras o su ejecución, sean llevadas a cabo sin daños ni menoscabo a las obras o instalaciones a su cargo. Tal inspección no convertirá en forma alguna, a dicha dependencia gubernamental, Ente Autónomo, Municipalidad o Entidad a cargo de servicios públicos, en parte del Contrato ni le dará derecho para interferir con los derechos de alguna de las partes signatarias del mismo. En casos de salvaguardar los intereses del público (protección de cables telefónicos, líneas de transmisión, cañerías de agua potable, etc., las CEC determinarán el alcance de la autoridad e inspección que ejercerían estas entidades ajenas al Contrato.

#### **102.21.2 Control de Calidad**

Existen cuatro métodos para determinar la conformidad de las obras con los planos y especificaciones y su aceptabilidad. El método de aceptación es especificado en cada Sección de las Especificaciones Técnicas. Sin embargo, la obra podrá ser rechazada en cualquier oportunidad en que se encuentre, por cualquiera de dichos métodos, que no cumple con el Contrato.

Estos métodos son los siguientes:

##### *1. INSPECCIÓN VISUAL*

En este método, la aceptación se basa en la inspección visual del trabajo en cuanto al cumplimiento con el Contrato y las normas de la industria.

## II. CERTIFICACIÓN

Para materiales fabricados fuera del Proyecto, se usa un Fabricante que cuente con una certificación ISO 9000 o un sistema efectivo de ensayos y de inspección.

Se requerirá que el Fabricante marque claramente el material o su empaque con una identificación única del producto o de la especificación estándar bajo la cual es producido.

El material aceptado por medio de certificación podrá ser muestreado y ensayado en cualquier momento. Si se encuentra que no está conforme con el Contrato, el material será rechazado sea que esté colocado en la obra o no.

Se podrá exigir cualquiera de los certificados siguientes:

### A) Certificado de Producción

El material que requiera un certificado de producción es identificado en el artículo de aceptación de cada sección. Se requerirá que el Fabricante suministre un certificado de producción por cada embarque de material. Con cada certificado de producción, se deberá incluir lo siguiente:

- Fecha y lugar de fabricación.
- Los resultados de ensaye del material del mismo lote y la documentación sobre el sistema de inspección y ensaye.
- Número del lote u otros medios de referenciación cruzada del sistema de inspección y ensaye del Fabricante.
- Declaración del Fabricante afirmando que el material cumple con todos lo requerido en el Contrato.
- Firma del Fabricante u otro medio de demostración de la responsabilidad del certificado.
- Firma de aceptación del material por parte del Contratista.

### B) Certificación Comercial

Cuando se necesite certificación, pero no un certificado de producción, se deberá suministrar un certificado comercial para todo material similar del mismo Fabricante. Un Certificado Comercial es una indicación del Fabricante o Contratista asegurando que el material cumple con todas las exigencias del Contrato. Esa indicación puede ser por medio de marbetes, datos de catálogo, especificaciones estándar estampadas o certificaciones autenticadas del proveedor que indiquen que el material es producido de acuerdo con ciertos estándares comerciales o especificaciones.

## III. CONFORMIDAD POR MEDIO DE MEDICIONES O ENSAYOS

Toda la producción y procesamiento necesarios del trabajo y la ejecución de los controles, se controlará mediante ensayos y/o mediciones de manera que todas las obras cumplan con los requerimientos del Contrato.

Los resultados de la inspección o de los ensayos deberán tener valores que queden dentro de las tolerancias especificadas o los límites de las especificaciones. Cuando no estén identificados en el Contrato los valores de las tolerancias, el trabajo será aceptado con base en las tolerancias acostumbradas en la fabricación y la construcción.

#### IV. EVALUACIÓN ESTADÍSTICA DEL TRABAJO

La evaluación estadística del trabajo es un método de análisis de los resultados de la inspección o de los ensayos para determinar su conformidad con los requerimientos del Contrato, que será aplicable únicamente cuando así lo establezcan los acuerdos o convenios de financiamiento con organismos internacionales. El trabajo será aceptado de acuerdo con lo siguiente:

##### A) Generalidades

Para trabajo evaluado con base estadística, tanto el Contratante como el Contratista asumen algún riesgo. El riesgo del Contratante es la probabilidad de que sea aceptado trabajo con nivel de calidad rechazable. El riesgo del Contratista es la probabilidad de que trabajo producido con un nivel de calidad aceptable (NCA) sea rechazado o aceptado a un precio contractual reducido.

El nivel de calidad aceptable es el porcentaje más alto de trabajo fuera de los límites especificados que es considerado aceptable para ser pagado al precio del Contrato. Hay 2 categorías.

- La categoría I está basada en un NCA de 5%.
- La categoría II está basada en un NCA del 10%.

En ambos casos, el riesgo del Contratista es del 5 por ciento.

Como un incentivo para producir un trabajo de calidad uniforme y disminuir el riesgo del Contratista, es posible obtener un pago final mayor que el del precio contractual, bajo ciertas condiciones:

##### 1. Características de Calidad

Las características de calidad a ser evaluadas aparecen listadas en el artículo de Aceptación de cada sección de las Especificaciones Técnicas.

##### 2. Tamaño del Lote

Un lote es una cantidad discreta de trabajo a la cual se aplican los procedimientos de evaluación estadística. Un lote normalmente representa la cantidad total de trabajo producido. Puede ocurrir más de un lote si se piden por escrito y se aprueban, cambios en los valores meta, fuentes de materiales o en las fórmulas de control de la mezcla de trabajo, o se exigen ajustes de acuerdo con lo estipulado en el inciso (b) más adelante.

##### 3. Frecuencia del Muestreo

La frecuencia del muestreo aparece listada en el artículo de Aceptación de cada sección de las Especificaciones. La tasa de la frecuencia mostrada normalmente resulta en un mínimo de 5 muestras, que es el mínimo número requerido para realizar una evaluación estadística. El máximo factor de pago obtenible con 5 muestras es 1.01. Para obtener un factor de pago de 1.05 se requiere un mínimo de 8 muestras.

Si las frecuencias de muestreo y la cantidad del trabajo resultaran de otra manera en menos de 8 muestras, será necesaria una solicitud por escrito para aumentar la frecuencia del muestreo a fin de proveer un mínimo de 8 muestras. Esta solicitud del Contratista deberá ser entregada, por lo menos 48 horas antes de empezar la producción. Un aumento en la frecuencia del muestreo podría resultar en una reducción del factor de pago.

#### 4. Lugares de Muestreo

Los lugares de muestreo aparecen listados en el artículo de Aceptación de cada sección. El lugar exacto del muestreo será modificado por el Ingeniero con base en números al azar.

#### 5. Métodos de Ensayo

Los métodos de ensayo usados para probar la muestra aparecen listados en el artículo de Aceptación de cada sección.

#### 6. Límites de las Especificaciones

Los límites de las especificaciones para las características de calidad son listados en las especificaciones para el trabajo en cuestión.

#### 7. Categoría

Las categorías para las características de calidad a ser analizadas aparecen mostradas en el artículo de Aceptación de cada sección.

### B) Aceptación

El trabajo en el lote será pagado de acuerdo con el factor final de pago, una vez que se han completado y evaluado todos los resultados de la inspección o de los ensayos.

Antes de determinar el factor final de pago, el trabajo podrá ser incorporado en el Proyecto siempre que el factor de pago corriente (no ajustado) no sea menor de 0.90. Si un lote es concluido con menos de 5 muestras, el material será evaluado según lo establecido en el Cuadro de Aceptación de las CGC.

Si el factor de pago corriente de un lote es menor de 0.90, se deberá suspender la producción. Esta podrá reanudarse después de que el Contratista haya tomado medidas efectivas y aceptables para mejorar la calidad de la producción. Si se determina que la reanudación de la producción exige un cambio significativo en el proceso de la producción, se dará por terminado el lote corriente y se iniciará un nuevo lote. Un lote que contenga un porcentaje no satisfactorio de material fuera de la especificación (factor de pago menor de 1.00), será aceptable siempre que el menor factor de pago simple no haya caído en la porción de rechazo del Cuadro de Aceptación de las CGC.

Un lote que contenga un porcentaje no satisfactorio de material fuera de la especificación, con un factor de pago simple mínimo que caiga en la porción de rechazo del Cuadro de Aceptación, será rechazado. El material rechazado deberá ser removido de la obra.

Cuando lo apruebe el Ingeniero, será permisible remover voluntariamente el material defectuoso y reemplazado con material nuevo, a fin de evitar o minimizar un factor de pago menor de 1.00. El nuevo material será muestreado, ensayado y evaluado de acuerdo con lo establecido en las CGC.

Cualquier cantidad de material que esté defectuosa, podrá ser rechazado mediante inspección visual o según los resultados de ensayos. No se deberá incorporar en la obra material rechazado. Los resultados de ensayos realizados en material rechazado serán excluidos del lote.

### C) Evaluación Estadística

Se usará el Método de Variabilidad / Desviación Estándar Desconocida para determinar el porcentaje estimado del lote que está fuera de los límites de las especificaciones.

El número de cifras significativas usado en los cálculos será de conformidad con la norma AASHTO R11, método absoluto. El porcentaje estimado de trabajo que está fuera de los límites de las especificaciones para cada característica de calidad será determinado según la norma AASHTO R11.

### **102.22 REMOCIÓN DE OBRAS INACEPTABLES O NO AUTORIZADAS**

Toda obra que no llene los requerimientos del Contrato será considerada como inaceptable.

Ningún trabajo podrá ser hecho antes de que el Ingeniero haya comprobado las líneas y niveles. Toda obra hecha contra las instrucciones del Ingeniero o construida fuera de las líneas mostradas en los planos o marcadas por las estacas de construcción, o cualquier obra extra hecha sin previa autorización escrita del Ingeniero, será considerada como Obra no Autorizada; además, el Ingeniero podrá ordenar su remoción o reemplazo, a expensas del Contratista.

El Contratista no deberá incurrir en responsabilidades por causa de direcciones verbales dadas por el Contratante, el Ingeniero o su representante autorizado, ni el Contratante estará obligado a pagar por materiales extra o por trabajos realizados, a menos que tales materiales o trabajos hayan sido requeridos del Contratista por medio de una orden escrita del Ingeniero Contratante.

Si el Contratista no cumple, dentro de diez (10) días calendario después del recibo de una orden del Ingeniero expedida bajo las disposiciones de este Artículo, el Ingeniero tendrá la autoridad de emplear otros medios para hacer la corrección, reemplazo o remoción de obras inaceptables o no autorizadas. Todos los costos en que incurra el Contratante por la adopción de estas medidas serán deducidos de los pagos pendientes o de cualquier suma que se le llegue a deber al Contratista en el futuro.

### **102.23 RESTRICCIONES SOBRE LAS CARGAS Y DIMENSIONES DE LOS VEHÍCULOS**

El Contratista deberá cumplir con todas las leyes que restringen las cargas y dimensiones de vehículos que circulan sobre las vías públicas en relación con el acarreo de materiales o de equipo dentro o fuera de los límites del Proyecto. Un permiso especial no relevará al Contratista de su responsabilidad por los daños que pudiesen resultar por el traslado de material o equipo.

No será permitida la operación de equipo de tal peso o tan cargado, que pueda dañar las estructuras de la vía o la calzada, o cualquier otro tipo de construcción. El acarreo de materiales sobre la capa de base o sobre la superficie de rodamiento o carpeta de una vía en construcción, será limitado según las instrucciones emitidas. No será permitida la aplicación de cargas sobre un pavimento, base o estructura de concreto, antes de la terminación del período de curado. Los límites de la carga permisible dentro de la obra, no excederán los límites establecidos para las vías adyacentes, a menos que sea permitido por escrito por el Ingeniero. El Contratista será responsable, en todos los casos, de los daños causados por su equipo de acarreo.

El Contratista bajo ninguna circunstancia, puede alegar desconocimiento sobre la Ley de Pesos y Dimensiones, en la cual se indican las cargas y dimensiones legales para circular en las carreteras de Nicaragua.

El MTI tiene un sistema de básculas fijas y básculas ambulantes para obligar el cumplimiento de esta ley.

### **102.24 MANTENIMIENTO DE LA OBRA DURANTE LA CONSTRUCCIÓN**

#### **102.24.1 Generalidades**

El Contratista deberá mantener constantemente y por su propia cuenta las partes construidas o instaladas de la obra hasta que el Proyecto sea aceptado finalmente por el Contratante. Este mantenimiento significa la ejecución de tra-

bajo continuo y efectivo, día a día, con suficiente equipo y mano de obra, a fin de mantener la vía y sus estructuras en condiciones de operación satisfactorias.

*El trabajo de mantenimiento incluirá, entre otras actividades, las siguientes:*

- 1) Mantenimiento de la superficie de la vía en condiciones satisfactorias y utilizables;
- 2) Afinamiento y reconformación de la rasante, taludes, cunetas y capas de base o carpeta cuando y donde sea necesario, a criterio del Ingeniero;
- 3) Limpiar la basura y escombros de los canales de drenaje, puentes, alcantarillas, tragantes, pozos de visita y otras estructuras de drenaje.
- 4) Remoción de los escombros y basura dejados por las actividades de construcción;
- 5) Reparación o reemplazo de aquellas partes de las obras o instalaciones que hayan sido dañadas;
- 6) Mantenimiento de los desvíos y los abastos de agua para riego;
- 7) Mantenimiento especial;
- 8) Provisión de acceso a residencias, negocios y a otras vías, y manteniendo los senderos de acceso abiertos y transitables;
- 9) Mantenimiento y preservación de la vía y estructuras construidas en su condición de nuevas;
- 10) Eliminación de todo material sobrante o suelto.

En el caso de un Contrato para colocar una o varias capas adicionales de base o de carpeta sobre una superficie previamente construida o existente, el Contratista deberá mantener la superficie existente en condiciones satisfactorias en toda su longitud, dentro de los límites del Proyecto, durante el tiempo que dure la construcción de las obras bajo contrato.

El costo del mantenimiento de la obra, con excepción del Mantenimiento Especial y del Control de Tráfico, deberá ser incluido dentro del costo de los varios conceptos de pago del Contrato, el Contratista, por lo tanto, no recibirá pago adicional por el trabajo a menos que las CEC lo estableciera de otra manera.

El Contratista quedará liberado de toda la responsabilidad de mantenimiento de la obra, tan pronto el Contratante acepte finalmente el total de la obra terminada, según este estipulado en las CEC del Contrato.

#### **102.24.2 Mantenimiento Especial**

El Ingeniero podrá ordenar la ejecución de trabajos de Mantenimiento Especial para beneficio del público o para llevar a cabo reparaciones de daños extensivos resultantes de causas fuera del control del Contratista. El pago del mantenimiento especial será hecho por medio de los varios conceptos de pago del Contrato, o como Trabajo Extra, de acuerdo con las estipulaciones de las CEC del Contrato.

#### **102.24.3 Mantenimiento de Secciones Aceptadas**

Cuando así lo consideren las CEC, el Ingeniero podrá aceptar tramos terminados del Proyecto, de las longitudes especificadas. Si dichos tramos de vías fueran abiertos al tráfico público por orden del Ingeniero, el Contratista tendrá la responsabilidad de mantener tales tramos y será compensado de acuerdo con las estipulaciones de las CEC del Contrato.

La aceptación de estos tramos se ajustará a lo prescrito en las CEC del Contrato.



#### **102.24.4 Operaciones de Abastecimiento de Combustible y Lubricantes**

No será permitido el abastecimiento de combustible o lubricantes a maquinaria sobre la vía que está en construcción, sea en la superficie de la base que está a punto de recibir aplicaciones asfálticas, en la superficie terminada del pavimento. Cualquier descuido en este particular obligará al Contratista a sustituir la superficie afectada, de acuerdo con las instrucciones del Ingeniero. El costo de dicha sustitución será por cuenta del Contratista. Al efectuar estas operaciones fuera de la vía, el Contratista tomará las precauciones pertinentes para evitar derramar productos de petróleo que contaminen corrientes de agua, superficiales o subterráneas o el suelo.

#### **102.25 FALTA DE MANTENIMIENTO DE LA VÍA O DE LAS ESTRUCTURAS**

Si el Contratista, en cualquier oportunidad dejase de cumplir con alguna de las disposiciones señaladas en estas normas o en contrato respectivo, el Ingeniero advertirá inmediatamente al Contratista sobre tal incumplimiento por escrito.

Si el Contratista no atendiera a ese mantenimiento dentro de las 24 horas de haber recibido dicho aviso, el Ingeniero podrá proceder a llevar a cabo el mantenimiento del Proyecto y todo el costo de este trabajo será descontado de pagos pendientes o de sumas que se le lleguen a deber o que estén próximos a entregarse al Contratista en virtud de su Contrato.

#### **102.26 ACEPTACIÓN DE LA OBRA**

##### **102.26.1 Aceptación Parcial**

En cualquier oportunidad durante la ejecución del Proyecto que el Contratista complete sustancialmente una unidad o parte importante del Proyecto, tales como una estructura de gran magnitud, un paso a desnivel o una sección de vía o pavimento, no menor de cinco (5) kilómetros, a solicitud del Contratista, se procederá de acuerdo a lo estipulado en las Cláusulas 102.26.2, 102.26.3, 102.26.5, 102.26.6 y 102.26.7 siguientes.

##### **102.26.2 Aceptación Provisional de las Obras**

a) La aceptación provisional tiene por objeto controlar la conformidad de las obras con el conjunto de obligaciones establecidas en el Contrato, en particular con las condiciones técnicas particulares y los anexos técnicos.

La aceptación podrá efectuarse por etapas, si así lo establecen las CEC, en cuyo caso, la aceptación de la última etapa constituirá la aceptación provisional del Proyecto.

El Contratista notificará, por escrito, simultáneamente al Contratante y al Ingeniero, sobre la fecha en la cual considera que los trabajos fueron o van a estar terminados.

El Ingeniero, luego de haber convocado al Contratista, procederá a efectuar las operaciones previas a la recepción de las obras, dentro de un plazo que, salvo que las CEC establezcan otra cosa, será de cinco (5) días calendario, contados a partir de la fecha en que el Ingeniero recibió la notificación del Contratista antes mencionada, o de la fecha indicada en ella para la terminación de los trabajos, si esta última fecha fuese posterior.

El Contratante, habiendo sido notificado por el Ingeniero sobre la fecha de tales operaciones, podrá asistir a ellas o hacerse representar a tal efecto. En el acta prevista en el inciso (2) de la siguiente Cláusula se mencionará, ya sea la presencia del Contratante o su representante, o de su ausencia, si el Ingeniero confirma que le dio el aviso oportunamente.

Si el Contratista no asiste, se dejará constancia de su ausencia en el acta y se le enviará copia de la misma.

**b)** Las operaciones previas a la recepción provisional de las obras comprenderán:

1. la inspección física de las obras ejecutadas;
2. la ejecución y registro de las pruebas especificadas en las CEC;
3. la constatación de posibles omisiones en el cumplimiento de obligaciones con el Contratante, los empleados y suplidores del Contratista, los propietarios de tierras o edificios aledaños al Proyecto, compromisos con comunidades afectadas, etc,
4. la constatación de posibles imperfecciones o defectos de construcción;
5. salvo que las CEC establezcan otra cosa, la constatación del retiro de las instalaciones del lugar de trabajo y de la restauración de los terrenos y lugares a su estado normal;
6. la constatación de la terminación de los trabajos que estuvieron incompletos.

Los resultados de las operaciones previas se registrarán en un acta redactada en el sitio de las obras por el Ingeniero, la cual será firmada por él mismo y por el Contratista; si este último se negara a firmar, se hará mención de ello en dicha acta.

En el plazo de quince (15) días calendario siguientes a la fecha del acta, el Ingeniero informará al Contratista si ha propuesto o no al Contratante que declare la aceptación provisional de las obras y, en caso afirmativo, la fecha límite fijada para la terminación de los trabajos incompletos que propone no aceptar, así como las reservas que pudiera tener a la fecha de la recepción provisional de las obras.

**c)** Teniendo en cuenta el acta de las operaciones previas a la recepción provisional y de las propuestas del Ingeniero, el Contratante decidirá si procede o no efectuar la aceptación provisional, con o sin reservas. Si se procede a aceptar las obras, fijará la fecha que elija para la terminación de los trabajos pendientes. La decisión así tomada le será notificada al Contratista dentro de los cuarenta y cinco (45) días calendario siguientes a la fecha del acta.

Si el Contratante no toma una decisión en el plazo arriba especificado, se considerará que ha aceptado la propuesta del Ingeniero.

Si el Contratante acepta explícitamente, o si se considera que está de acuerdo con la aceptación provisional, dicha aceptación surtirá efecto en la fecha fijada para la terminación de los trabajos incompletos.

**d)** En caso de que ciertas obligaciones o compromisos a que se refiere el Numeral 102.26.2 (b)(3) de este Artículo, que puedan aún ser objeto de liquidación; no hubieran sido satisfechas, el Contratante podrá proceder a dar la aceptación provisional, a reserva de que el Contratista se comprometa a cumplir con ellos en un plazo no mayor de tres (3) meses. La constatación del cumplimiento del Contratista con dichas obligaciones o compromisos será registrada por el Ingeniero en un acta preparada en la misma forma que el acta sobre las operaciones previas a la aceptación provisional.

**e)** Cuando la aceptación provisional esté sujeta a reservas, el Contratista deberá remediar las imperfecciones y defectos de construcción en el plazo que fije el Contratante, o bien, a falta de tal plazo, a más tardar tres (3) meses antes de la fecha prevista para la aceptación final. En caso de que el Contratista no termine tales trabajos en el plazo prescrito, el Contratante podrá hacerlos ejecutar por cuenta y riesgo del Contratista.

**f)** Si ciertas obras o parte de obras no están enteramente conformes con las especificaciones del Contrato, sin que las imperfecciones constatadas sean de tal naturaleza que pongan en peligro la seguridad, el funcionamiento o la utilización de las obras, el Contratante, considerando la escasa importancia de las imperfecciones y las dificultades que

representaría ponerlas en debida conformidad, podrá renunciar a ordenar la reparación de las obras consideradas defectuosas y proponer al Contratista una reducción de los precios.

Si el Contratista acepta la reducción de los precios, las imperfecciones que la motivaron serán consideradas como inexistentes para los efectos de la aceptación provisional. En caso contrario, el Contratista estará obligado a reparar dichas imperfecciones y se declarará la aceptación provisional bajo reserva de que se efectúen las reparaciones correspondientes.

**g)** Toda toma de posesión de las obras por el Contratante deberá estar precedida por la aceptación de las mismas. Sin embargo, si hubiera urgencia, la toma de posesión podrá ocurrir antes de la aceptación, bajo reserva de la preparación y firma previas por las partes de un documento en que se haga constar el estado de las obras.

**h)** La aceptación provisional implica la transferencia de la propiedad y de los riesgos al Contratante y constituye el punto de partida de la vigencia de la fianza o garantía de calidad la fecha de aceptación provisional del proyecto es la fecha que se usara para cuantificar las multas o premios del proyecto.

**i)** Tan pronto como reciba un certificado de aceptación provisional, el Contratista deberá despejar y retirar de la parte del sitio de las obras que han sido aceptadas, todos los equipos, suministros, materiales y excedentes, así como todo desperdicio y obras provisionales de cualquier naturaleza y dejar esta parte del sitio de las obras y trabajos, limpia y en buen estado de funcionamiento. No obstante, queda entendido que el Contratista estará autorizado para mantener en el sitio, hasta el final del período de garantía, todos los equipos, suministros, materiales y obras provisionales que necesitará para cumplir con sus obligaciones durante el período de vigencia de la fianza o garantía de calidad.

### **102.26.3 Aceptación Final del Proyecto**

**a)** La aceptación final tendrá lugar, como máximo, hasta un año después del acta de aceptación provisional, sin perjuicio de lo estipulado en el inciso (b) de esta Cláusula. Durante el período de garantía, el Contratista tendrá las obligaciones contractuales descritas más ampliamente en el artículo 102.26.6.

Por otra parte, a más tardar diez días (10) después de la aceptación provisional, el Ingeniero enviará al Contratista las listas detalladas de defectos de construcción localizados por él, con excepción de los daños resultantes del uso normal, del uso impropio de las obras o de daños causados por terceros.

El Contratista dispondrá de un plazo de dos (2) meses para efectuar las reparaciones del caso, conforme a las condiciones del Contrato. El Contratista devolverá al Ingeniero las listas de defectos señalados por éste junto con el detalle de los trabajos efectuados para corregirlos.

El Contratante emitirá, al final de dicho período de dos (2) meses, el acta de aceptación final, luego de haber verificado que las reparaciones fueron correctamente realizadas.

**(b)** Queda entendido que, si el Contratista no remedia los defectos de construcción dentro de los plazos acordados, la aceptación final será declarada solamente después de la realización completa de tales reparaciones. En caso de que tales trabajos no sean realizados dentro de los dos (2) meses inmediatamente siguientes al término del período de garantía contractual, el Contratante declarará de todos modos, la aceptación final de las obras al término de dicho período. En tal caso, el Contratante hará realizar los trabajos pendientes por empresas de su elección, por cuenta y riesgo del Contratista.

**c)** La aceptación final significará el final de la ejecución del Contrato y liberará a las partes contratantes de sus

obligaciones. Ambas partes se extenderán mutuamente finiquito amplio y suficiente, declarando terminadas las obligaciones del Contrato.

#### **102.26.4 Disposición Anticipada de Ciertas Obras o Partes de Obras**

- a) La presente Cláusula se aplicará cuando el Contrato, o una orden escrita del Ingeniero o Contratante, exija que el Contratista ponga a disposición del Contratante, durante un período determinado, ciertas obras o parte de obras aún no terminadas y sin que el Contratante tome posesión definitiva de ellas, con el fin de que pueda ejecutar, o hacer ejecutar por otros contratistas, trabajos distintos de los que son el objeto del Contrato.
- b) Antes de la puesta a disposición de ciertas obras o de partes de obras, se preparará un informe acerca de la situación en que ellas se encuentran, en el cual participarán el Ingeniero y el Contratista.

El Contratista tendrá el derecho a ser preferido para ejecutar tales trabajos no comprendidos en su Contrato, y que interesen a las obras o partes de obras puestas a la disposición del Contratante, si hay acuerdo entre ambos. El Contratista podrá expresar reservas si estima que las características de las obras ejecutadas por él bajo el Contrato no permiten ejecutar estos trabajos accesorios o que tales trabajos podrían deteriorarlas. Estas reservas deberán expresarse por escrito y ser dirigidas al Ingeniero.

Una vez terminado el período de puesta a disposición del Contratante, de la parte o partes de la obra, se preparará un nuevo informe sobre el estado de las obras del contrato original con la participación de las partes.

- c) A excepción de las consecuencias de los defectos de ejecución que le sean imputables, el Contratista, el Contratante será responsable de la custodia de las obras o partes de obras durante todo el tiempo que ellas estén a su disposición.

#### **102.26.5 Expiración de las Garantías de Cumplimiento y de Pago**

- *Período de Garantía:*

Salvo que el Contrato establezca otra cosa, el período de garantía será igual al período comprendido entre la aceptación provisional y la aceptación final.

Durante el período de garantía, el Contratista tendrá, independientemente de las obligaciones que puedan resultar de la aplicación del Numeral 102.26.3 de este Artículo, la “obligación de completa terminación” en virtud de la cual deberá, por su cuenta:

- a. Ejecutar los trabajos o reparación previstos en los incisos (d) y (e) del Numeral 102.26.2 de este Artículo.
- b. Remediar todas las imperfecciones señaladas por el Contratante o el Ingeniero de tal manera que la obra se mantenga en conformidad sustancial con el estado en que se encontraba en el momento de la aceptación provisional o después de corregidos los defectos detectados durante ella;
- c. Ejecutar, si fuere el caso, los trabajos de refuerzo o modificación que el Ingeniero juzgue necesarios y le exija realizar durante el período de garantía; y
- d. Entregar al Ingeniero los planos finales de las obras actualizados, conforme a la ejecución final de las obras, en las condiciones previstas en la Cláusula 7 más adelante.

Los gastos correspondientes a los trabajos complementarios exigidos por el Contratante o el Ingeniero y que tengan por objeto dar mantenimiento o mejorar las estipuladas en los incisos (2) y (3) anteriores, serán por cuenta del Contratista.

La obligación del Contratista de realizar los trabajos de completa terminación por su cuenta, no es extensiva a los trabajos necesarios para corregir los efectos del uso o desgaste ordinario, quedando entendido que la limpieza y conservación corrientes durante el período de garantía corresponden al Contratante.

Al inicio del período de garantía, el Contratista quedará libre de sus obligaciones contractuales y las Garantías de Cumplimiento y de Pago cesarán de derecho, excepto en el caso previsto en el Numeral 102.26.6 siguiente y las correspondientes a la Garantía de Calidad, estipulada en el Contrato.

#### **102.26.6 Documentos que deberá entregar el Contratista después de la ejecución de las obras**

Salvo otras disposiciones del Contrato e independientemente de los documentos que está obligado a suministrar antes o durante la ejecución de los trabajos, el Contratista entregará al Ingeniero tres (3) ejemplares de lo siguiente:

- a) A más tardar cuando el Ingeniero exija la entrega, los manuales de operación y mantenimiento de obras especiales de carácter mecánico (puentes levadizos, instalaciones y equipos para cobro de peaje, barcazas o “ferryboats”, semáforos, luminarias, etc) de acuerdo con las especificaciones y recomendaciones de las normas internacionales en vigor y conforme a la reglamentación aplicable;
- b. Dentro de los dos (2) meses siguientes a la aceptación, los planos finales de la obra realizada y los demás documentos de ejecución;
- c. Planos de detalle de las instalaciones ejecutadas;
- d. Cantidades de obra, a nivel de conceptos ejecutados;
- e. Informe final sobre el costo total del Contrato, detallando los ajustes de precios y, de ser el caso, convenios adicionales y gastos financieros recibidos por concepto de retrasos en los pagos.

#### **102.27 LIMPIEZA FINAL DEL LUGAR DE LA OBRA**

De conformidad con el avance de los trabajos, y antes de la aceptación final del Proyecto, el Contratista deberá despejar paso a paso el sitio de la obra y restaurarlo a su situación original, incluyendo aquellos terrenos de propiedad pública o privada que hayan sido usados como bancos de préstamo o en cualquiera otra forma para la construcción de las obras. Para ello removerá los materiales sobrantes y las instalaciones provisionales y limpiará las cunetas, zanjas o cauces que hayan quedado obstruidos durante la ejecución de los trabajos, además cumplirá con los requerimientos de las NABCV.

El Contratista podrá solicitar una autorización temporal para guardar equipo y materiales en alguna área despejada del Derecho de Vía del Proyecto, hasta que éste último sea aceptado. Antes de la aceptación final del Proyecto todo equipo, material y otras propiedades del Contratista deberán ser removidos de esas áreas.

Todos aquellos pilotes que ya no sean necesarios en la obra, deberán ser recortados, por lo menos, sesenta centímetros (0.60 m.) por debajo de la superficie del terreno o al ras con el fondo del canal, si está situado en alguna vía de agua. Todos los recortes de pilotes y residuos deberán ser removidos del Derecho de Vía del Proyecto y desechados en sitios indicados por el Ingeniero y en la forma que él apruebe.

Si el Contratista no cumpliera con alguna de las disposiciones de este Artículo, el Ingeniero le notificará por escrito su incumplimiento. Treinta días (30) después de la entrega de esta notificación, el Contratante hará remover todo

equipo, material u otro objeto que pertenezca al Contratista y que se encuentre dentro de los límites del Proyecto. Esta remoción será hecha a expensas del Contratista, quien será, además responsable de cualquier consecuencia que tuviera tal remoción. Esta acción no impedirá al Contratante tomar otras medidas o aplicar otras sanciones contra el Contratista, según esté previsto en las CEC.

Todo el trabajo de limpieza final será considerado como necesario y auxiliar de la ejecución de las obras bajo contrato y no recibirá compensación adicional.





DIVISIÓN II

# ESPECIFICACIONES TÉCNICAS







Sub División 200

**MOVIMIENTO DE TIERRAS**



# » SUBDIVISIÓN 200

## MOVIMIENTO DE TIERRA

(Pág. 65- 136)

### ■ SECCIÓN 200

#### **ACERCA DE LOS EFECTOS PRODUCIDOS POR EL CAMBIO CLIMÁTICO EN LAS CARRETERAS**

### ■ SECCIÓN 201

#### **ABRA Y DESTRONQUE**

201.1 DESCRIPCIÓN / Pág. 73

201.2 MATERIALES / Pág. 74

201.3 REQUISITOS PARA LA CONSTRUCCIÓN / Pág. 74

201.3.1 Generalidades

201.3.2 Límites (Abra y Destronque)

201.3.3 Descortezado (Destape)

201.3.4 Eliminación de Setos

201.4 MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS / Pág. 77

201.5 ACEPTACIÓN/ Pág. 77

201.6 MÉTODO DE MEDICIÓN/ Pág. 78

201.6.1 Con Base en el Área

201.6.2 Con Base en Suma Global

201.6.3 Con Base Lineal

201.6.4 Con base en Unidades Individuales (Abra Selectiva)

201.7 BASES PARA EL PAGO/ Pág.79

### ■ SECCIÓN 202

#### **REMOCIÓN DE ESTRUCTURAS Y OBSTÁCULOS**

202.1 DESCRIPCIÓN / Pág. 81

202.2 MATERIALES / Pág. 81

202.3 REQUISITOS PARA LA CONSTRUCCIÓN /Pág. 81

202.3.1 Generalidades

202.3.2 Remoción de puentes, alcantarillas y otras estructuras de drenaje

202.3.3 Remoción de tuberías que no sean alcantarillas de tubo

202.3.4 Remoción de pavimentos, aceras, bordillos, etc.

202.3.5 Remoción de obstáculos varios

202.3.6 Reubicaciones

202.4 MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS / Pág. 85

202.5 ACEPTACIÓN / Pág. 85

202.6 MÉTODO DE MEDICIÓN / Pág. 85

202.7 BASES PARA EL PAGO / Pág. 86

### ■ SECCIÓN 203

#### **EXCAVACIÓN**

203.1 DESCRIPCIÓN / Pág. 87

203.1.1 Excavación en la Vía

203.1.2. Excavación en Zonas de Préstamo

203.2. MATERIALES / Pág. 89

203.3. REQUISITOS PARA LA CONSTRUCCIÓN / Pág.89

203.3.1 Excavación de la Vía

203.3.2 Material de préstamo

203.3.3 Taludes

203.4 MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS / Pág. 92

203.5 ACEPTACIÓN / Pág. 92

203.6 MÉTODO DE MEDICIÓN / Pág. 93

203.7 BASES PARA EL PAGO / Pág. 94

### ■ SECCIÓN 204

#### **REMOCIÓN DE DERRUMBES**

204.1 DESCRIPCIÓN / Pág. 95

204.2 MATERIALES / Pág. 95

204.3 REQUISITOS PARA LA CONSTRUCCIÓN / Pág. 95

204.3.1 Derrumbes

204.3.2 Deslizamientos

204.4 MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS / Pág.96

204.5 ACEPTACIÓN / Pág. 96

204.6 MÉTODO DE MEDICIÓN / Pág. 96

204.7 BASES PARA EL PAGO / Pág. 97

## ■ SECCIÓN 205

### **TERRAPLENADO**

- 205.1 DESCRIPCIÓN / Pág. 97
- 205.2 MATERIALES / Pág. 98
- 205.3 REQUISITOS PARA LA CONSTRUCCIÓN / Pág. 99
  - 205.3.1. General
  - 205.3.2 Tramos de Excavación en la Vía
  - 205.3.3 Tramos en Terraplenes
  - 205.3.4. Cuerpo del Terraplén
  - 205.3.5 Capa final del Terraplén
- 205.4 MAQUINARIA, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS / Pág. 103
- 205.5 ACEPTACIÓN / Pág. 103
  - 205.5.1. Control Tecnológico
  - 205.5.2 Control Geométrico
- 205.6 MÉTODO DE MEDICIÓN / Pág. 104
- 205.7 BASES PARA EL PAGO / Pág. 105

## ■ SECCIÓN 206

### **PEDRAPLÉN**

- 206.1 DESCRIPCIÓN / Pág. 106
- 206.2 MATERIALES / Pág. 106
- 206.3 REQUISITOS PARA LA CONSTRUCCIÓN / Pág.106
- 206.4 MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS / Pág. 106
- 206.5 ACEPTACIÓN / Pág. 106
- 206.6 MÉTODO DE MEDICIÓN / Pág. 107
- 206.7 BASES PARA EL PAGO / Pág.107

## ■ SECCIÓN 207

### **SOBREACARREO Y TRANSPORTE DE MATERIAL**

- 207.1 DESCRIPCIÓN / Pág. 107
- 207.2 MATERIALES / Pág.107
- 207.3 REQUISITOS DE CONSTRUCCIÓN / Pág. 108
- 207.4 MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS / Pág.108
- 207.5. ACEPTACIÓN / Pág. 108

207.5.1. Distancia libre de transporte / Pág. 108

207.5.2. Distancia de transporte o sobreacarreo / Pág. 108

207.6 MÉTODOS DE MEDICIÓN / Pág. 109

207.7 BASES PARA EL PAGO / Pág. 110

## ■ SECCIÓN 208

### **EXCAVACIÓN PARA ESTRUCTURAS**

208.1 DESCRIPCIÓN / Pág. 110

208.2 MATERIALES / Pág. 110

208.3 REQUISITOS PARA LA CONSTRUCCIÓN / Pág.111

208.3.1 Abra y Destronque

208.3.2 Excavación

208.3.3 Utilización de los Materiales Excavados

208.3.4 Ataguías

208.3.5 Conservación del Canal

208.3.6 Relleno y Terraplenes para Estructuras que no sean Alcantarillas de Tubo.

208.3.7 Lecho, Relleno y Terraplén para Alcantarillas Tubulares

208.4. MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS / Pág. 114

208.5 ACEPTACIÓN / Pág. 114

208.6 MÉTODOS DE MEDICIÓN / Pág. 115

208.6.1 Excavación para Estructuras

208.6.2 Excavación para Puentes

208.6.3 Relleno para Cimentación

208.6.4 Relleno Estructural / Pág.116

208.6.5 Apuntalamiento, Entibamiento y Trabajos Afines

208.7 BASES PARA EL PAGO / Pág. 117

**■ SECCIÓN 209****ELIMINACIÓN DE CAMINOS O CALLES EXISTENTES**

- 209.1 DESCRIPCIÓN / Pág. 118
- 209.2 MATERIALES / Pág. 118
- 209.3 REQUISITOS PARA LA CONSTRUCCIÓN / Pág. 118
- 209.4. MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS / Pág. 118
- 209.5 ACEPTACIÓN / Pág. 118
- 209.6 MÉTODO DE MEDICIÓN / Pág. 118
- 209.7 BASES PARA EL PAGO / Pág. 119

**■ SECCIÓN 210****CONTROL TEMPORAL DE LA EROSIÓN Y LA SEDI-MENTACIÓN**

- 210.1 DESCRIPCIÓN / Pág. 119
- 210.2 MATERIALES / Pág. 120
- 210.3 REQUISITOS PARA LA CONSTRUCCIÓN
  - 210.3.1 Instalación de Revestimiento de las Cunetas y Zanjas Permanentes
  - 210.3.2 Protección de las Corrientes de Agua
  - 210.3.3 Aplicación de Estabilizador Temporal de Suelos
  - 210.3.4 Abatimiento del Polvo
  - 210.3.5 Operaciones de Excavación y Movimiento de Tierras
  - 210.3.6 Inspección y Mantenimiento de las Medidas
  - 210.3.7 Remoción de las Obras de Control Temporal / Pág. 124
- 210.4 MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS / Pág. 124
- 210.5 ACEPTACIÓN / Pág. 124
- 210.6 MÉTODOS DE MEDICIÓN / Pág. 124
- 210.7 BASES PARA EL PAGO / Pág. 125

**■ SECCIÓN 211****ACABADO DE LA SUB-RASANTE**

- 211.1 DESCRIPCIÓN / Pág. 126
- 211.2 MATERIALES / Pág. 126
- 211.3 REQUISITOS PARA LA CONSTRUCCIÓN / Pág. 126
  - 211.3.1 Superficies Nuevas
  - 211.3.2 Hombros
  - 211.3.3 Caminos o Calles Construidos Anteriormente
  - 211.3.4 Protección de la Superficie
- 211.4 MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS / Pág. 127
- 211.5 ACEPTACIÓN / Pág. 127
- 211.6 MÉTODOS DE MEDICIÓN / Pág. 128
- 211.7 BASES PARA EL PAGO / Pág. 128
  - 211.7.1 Superficie de Caminos o Calles Nuevas
  - 211.7.2 Acabado de la Subrasante de Caminos o Calles Existentes

**■ SECCIÓN 212****EQUIPO DE COMPACTACIÓN Y FAJAS DE CONTROL DE DENSIDAD Y DISPOSITIVOS DE PRUEBA**

- 212.1 DESCRIPCIÓN / Pág. 129
- 212.2 MATERIALES / Pág. 129
- 212.3 REQUISITOS PARA LA CONSTRUCCIÓN / Pág. 129
- 212.4 EQUIPO Y MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS / Pág. 130
- 212.5 ACEPTACIÓN / Pág. 132
  - 212.5.1 Control de la Compactación
  - 212.5.2 Muestreo y Ensayos de Aceptación
- 212.6 MÉTODO DE MEDICIÓN / Pág. 133
- 212.7 BASES PARA EL PAGO / Pág. 134

■ **SECCIÓN 213**  
**GEOTEXTILES**

213.1 DESCRIPCIÓN / Pág. 134

213.2 MATERIALES / Pág. 134

213.3 REQUISITOS PARA LA CONSTRUCCIÓN /  
Pág. 134

213.3.1 Actividades Previas

213.3.2 Aplicación de Geotextiles

213.4 MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS /  
Pág. 136

213.5 ACEPTACIÓN / Pág. 136

213.6 MÉTODOS DE MEDICIÓN / Pág. 136

213.7 BASES PARA EL PAGO / Pág. 136

## SECCIÓN 200

### ACERCA DE LOS EFECTOS PRODUCIDOS POR EL CAMBIO CLIMÁTICO EN LAS CARRETERAS

Una red vial confiable tiene el potencial de impulsar la economía y asegurar que en la región todas las personas tengan acceso a oportunidades y servicios. Sin embargo, la infraestructura vial es particularmente vulnerable frente a los efectos del cambio climático. Según la mayoría de las previsiones, el incremento de las temperaturas, el aumento de las precipitaciones y las inundaciones llevarán al límite un sistema vial ya de por sí sometido a gran presión. Ahora que se prepara para realizar cuantiosas inversiones en infraestructura, la región dispone de una ocasión única para anticiparse a las consecuencias de un clima en proceso de cambio mediante la modernización de las carreteras existentes y la adaptación de las nuevas que se construyan. Para promover la resiliencia en el sector de las carreteras, un nuevo estudio brinda ayuda a los planificadores en la determinación de cuál puede ser el procedimiento de adaptación más apropiado y con mejor relación costo-eficacia en distintas situaciones de cambio climático.

La vulnerabilidad de la infraestructura del transporte se ha incrementado por los fenómenos naturales que, asociados al cambio climático, producen impactos en las carreteras. Como ser inundaciones, derrumbes y deslizamientos de material en taludes, daños en puentes y obras de drenaje, fallas en los pavimentos y accidentes viales.

#### Amenazas



#### • Identificación de amenazas (1) •

Efectos del clima – Ciclones tropicales
Precipitación intensa <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Inundaciones</li> <li>■ Saturación de suelos</li> <li>■ Inestabilidad de taludes</li> </ul>
Vendaval <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Erosión de suelo</li> </ul>
Marejadas <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Erosión costera</li> <li>■ Inundación costera</li> </ul>



#### • Identificación de amenazas (2) •

Efectos del clima – tormentas intensas
Precipitación intensa <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Inundaciones</li> <li>■ Saturación de suelos</li> <li>■ Inestabilidad de taludes</li> <li>■ Avenida torrencial</li> </ul>
Vendaval <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Erosión de suelo</li> </ul>
Aluvi6n





**Identificación de amenazas (3)**

- Efectos del clima – aumento de temperatura
- Sequía
  - Desertificación
  - Pérdida de flora
  - Erosión del suelo
  - Inestabilidad de taludes
- Olas de calor
- Aumento del nivel del mar
  - Erosión costera
  - Inundación costera
- Calor extremo



**Identificación de amenazas (4)**

- Efectos del clima – ondas frías
- Nevadas
  - Tormentas intensas
- Granizadas
  - Tormentas intensas
  - Saturación de suelos
- Heladas
  - Temperaturas bajas extremas
- Niebla
- Precipitación intensa
  - Inundaciones
- Marejadas
  - Inundación costera
- Vendaval
  - Erosión del suelo
- Sequia
  - Desertificación
  - Perdida de flora
  - Erosión del suelo
  - Inestabilidad de taludes

Los impactos con mayor repercusión sobre las nuevas carreteras afectan sobre todo a taludes y terraplenes.

En el caso de los taludes se prevé un aumento de daños localizados, que puede ser más frecuente cerca de las penínsulas. El principal desencadenante será el aumento de las precipitaciones externas de corta duración. Ello puede afectar a la estabilidad de los taludes por efecto del agua de escorrentía. El aumento de la intensidad de las precipitaciones externas, combinado con un incremento de las condiciones de aridez, puede afectar también a la erosión de los taludes. Asimismo, puede dar lugar a avenidas extraordinarias más severas que afecten a la estabilidad de los taludes en terraplenes que discurren paralelos a cauces de río.

En relación con la construcción de infraestructuras, se prevé que el cambio climático incida sobre todo en algunos aspectos de seguridad y riesgos de salud durante la obra. El aumento de las temperaturas máximas y de las olas de calor puede afectar a las condiciones y períodos de trabajo y a los requerimientos de funcionamiento adecuados de la maquinaria de obra. El aumento de la intensidad de lluvias ocasionales extremas en algunas zonas puede hacer aconsejable reforzar los sistemas de drenaje y de protección, especialmente durante la construcción de explanadas y obras de tierra.

## SECCIÓN 201 ABRA Y DESTRONQUE

### 201.1 DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en la tala, desentraque, destronque, remoción y desecho de toda vegetación, basura, desperdicios y del material objetable existentes dentro de los límites designados del camino o calle, de las áreas de construcción de puentes, de las vías de acceso, de los yacimientos de materiales de construcción y de todas las otras áreas que sean designadas por el Ingeniero. Con excepción de aquellos árboles, obstrucciones u objetos que estén destinados a quedar en su sitio o a ser removidos de conformidad con lo estipulado en otras secciones de estas especificaciones. Este trabajo también incluirá la protección contra daños y desfiguración de la vegetación u objetos destinados a permanecer en el sitio.

Debe entenderse que podría haber áreas del Proyecto en que:

- sólo se necesitaría hacer el Abra;
- otras en que sólo se haría Destronque y
- otras en que se efectuarían ambas operaciones

Según lo indiquen los planos o el Ingeniero, pero en el Concepto de Pago será designado como Abra y Destronque.

El abra y destronque será llevado a efecto con anticipación a las operaciones de excavación y movimiento de tierras y de acuerdo con los requisitos estipulados en estas especificaciones.

Una vez que el Contratista haya realizado esta operación, debe proceder de inmediato a efectuar las actividades subsiguientes. En caso contrario, si hubiese rebrote de la vegetación y de ser necesaria una nueva pasada del equipo según criterio del Ingeniero, el Contratista tendrá que repetir esta operación sin pago adicional. Estas actividades de resguardo de los materiales, como ser el cuidado, almacenamiento, doble manejo de este material, deben ser considerados en el rubro de Gastos Administrativos.

## **201.2 MATERIALES**

Los materiales obtenidos como resultado de la ejecución de los trabajos de Abra y Destronque se depositarán de acuerdo con lo establecido en el artículo 201.7.

El Ingeniero podrá ordenar el acopio de material proveniente de la capa vegetal (cuando esto sea posible) para luego emplearla en el acuíñamiento del camino. El Contratista estará obligado a proteger estos materiales. Los trabajos de Abra y Destronque también incluirán la debida protección a toda la vegetación y objetos destinados a preservarse, según los planos e instrucciones del Ingeniero.

El volumen obtenido por esta labor no se depositará por ningún motivo en lugares donde interrumpa alguna vía transitada o zonas que sean utilizadas por la población como acceso a centros de importancia social, salvo si el Supervisor lo apruebe por circunstancias de fuerza mayor.

## **201.3 REQUISITOS PARA LA CONSTRUCCIÓN**

### **201.3.1 Generalidades**

A menos que esté especificado de otra manera en las CEC o mostrado en los planos, el abra y destronque será efectuada en toda la longitud del Proyecto en los anchos especificados más adelante en esta sección. No se pagará ningún trabajo de abra y destronque efectuado fuera de estos límites, a menos que el Ingeniero lo haya autorizado.

El Ingeniero designará y marcará los árboles, arbustos, plantas y objetos que no vayan a ser alterados y que el Contratista deberá preservar.

Con el fin de disminuir los daños a los árboles que quedarán en pie, los árboles a talar deberán ser tumbados hacia el centro del área que se esté despejando. A los árboles y arbustos que vayan a ser conservados y que sufran cortes o descascaramientos, se les aplicará en las superficies afectadas una pintura aprobada de base asfáltica especial para poda de árboles (Referirse a la Sección 1013 (MATERIALES PARA MEJORAS A LOS LADOS DE LA VÍA Y PARA CONTROL DE LA EROSIÓN, Materiales Misceláneos, Curación de heridas de los Árboles).

Siempre que sea necesario, los árboles serán cortados en secciones de arriba hacia abajo, con el fin de evitar daños a estructuras, otros árboles, propiedades aledañas, trabajadores o el público en general.

### **201.3.2 Límites (Abra y Destronque)**

#### *Límites Horizontales*

El terreno será despejado de todos los objetos superficiales, árboles, troncos, raíces, obstrucciones (incluyendo concreto, mampostería, piedra, chatarra y cosas similares que no estén calificadas como estructuras u obstrucciones a ser removidas bajo la Sección 202 (REMOCIÓN DE ESTRUCTURAS Y OBSTACULOS) que sobresalgan del mismo y que no estén designados para quedar en su sitio. Estas operaciones serán efectuadas dentro de los siguientes límites:

- a. Áreas de construcción de la vía, incluyendo estructuras, caminos o calles marginales, rampas, accesos, zanjas y canales con ancho en el fondo de 3.60 metros o más, y todo otro camino o calle accesoria y conexiones a ser construidas. Tales áreas se extenderán hasta un ancho de 1.50 metros hacia afuera de las estructuras y del pie de los taludes de excavaciones y terraplenes, exceptuando los casos en que los taludes vayan a ser redondeados, en los cuales estas áreas serán extendidas hasta los límites exteriores del redondeo. Estas áreas se extenderán hasta el ancho del derecho de vía especificado para el proyecto

- b. Zanjas y canales que tengan un ancho en el fondo de menos de 3.60 metros. Tales áreas serán extendidas hasta un ancho de 50 centímetros más allá de la línea de quiebre del talud.
- c. Áreas de yacimientos de materiales de construcción existentes dentro del Derecho de Vía)
- d. Áreas encerradas por lazos y rampas de intercambios de tráfico.
- e. Límites Verticales.
- f. Áreas de construcción de la vía, incluyendo estructuras, caminos o calles.
- g. Áreas encerradas por lazos y rampas de intercambios de tráfico.
- h. No será necesario remover troncos ni raíces ya existentes que no hayan sido alterados ni objetos sólidos no perecederos que vayan a quedar a un mínimo de noventa centímetros (90 cm) por debajo de la subrasante o taludes terminados.
- i. En áreas situadas fuera de los límites de excavación y de terraplenado, todo tronco u objeto sólido no perecedero, será recortado a no más de quince centímetros (15 cm) sobre la superficie del terreno natural o del nivel de aguas mínimas.
- j. En áreas en que va a ser redondeada la parte alta del talud de cortes, los troncos serán recortados al ras o por debajo de la superficie final del talud.
- k. El destronque de bancos de préstamo, cambios de cauce y zanjas será necesario solamente hasta la profundidad requerida dentro de dichas áreas.

Excepto en áreas a ser excavadas, los hoyos y depresiones resultantes de la extracción de troncos y obstrucciones, deberán ser rellenados y compactados de conformidad con la Sección-205 TERRAPLENADO de estas especificaciones.

Cuando la vía vaya a ser construida a través de áreas cultivadas y la cosecha de los productos vegetales pueda ser realizada sin ocasionar atrasos extraordinarios al Contratista, éste deberá reprogramar sus operaciones a fin de dar tiempo al propietario de las plantaciones para cosechar. Si esto va a ocasionar atrasos indebidos y costos adicionales al Contratante o al Contratista, a juicio del Ingeniero, no habrá espera y el Contratista hará el abra y destronque de acuerdo con los procedimientos aquí establecidos.

Las indemnizaciones a que hubiere lugar serán costeadas oportunamente por el Contratante.

Se deberá evitar, en todo lo posible, la quema de materiales resultantes del Abra y Destronque, sin embargo, si hay necesidad de quemar material perecedero y lo aprueba el Ingeniero, la operación deberá estar bajo la dirección y cuidado constante de un vigilante competente y realizada siempre de tal manera que la vegetación aledaña, las propiedades adyacentes o toda cosa que esté designada a permanecer dentro del Derecho de Vía, no resulte perjudicada. Si la quema de materiales fuera permitida deberá ser efectuada de conformidad con las disposiciones de la Sección-100 división 1 de estas especificaciones.

En toda quema el Contratista deberá hacer uso de procedimientos de quema de alta intensidad (es decir, incineradores, montones elevados, quema en hoyos y zanjas con aire forzado, etc.) que producen un quemado intenso con

pequeña o poco visible emisión de humo durante el proceso de quema. A la conclusión de cada sesión de quemado, el fuego deberá ser completamente extinguido de tal manera que no queden escombros ardiendo.

En caso de que el Ingeniero dé instrucciones al Contratista de no comenzar operaciones de quema, o de suspender tales operaciones debido a condiciones atmosféricas peligrosas, el material a ser quemado que estorbe subsiguientes operaciones de construcción será acarreado por el Contratista a lugares provisionales, donde no estorbe dichas operaciones, y posteriormente, si así lo dispone el Ingeniero, será trasladado a un lugar designado donde será quemado.

Aquellos materiales y escombros que no puedan ser quemados y los materiales perecederos, podrán ser eliminados por métodos y en lugares aprobados por el Ingeniero, dentro del Proyecto o fuera de él. Si la eliminación es por entierro, los escombros deberán ser colocados en capas con el material distribuido de tal manera que se evite la formación de bolsas. Cada capa de éstas será cubierta o mezclada con tierra según el método conocido como **relleno sanitario**, tratando de que queden llenos todos los vacíos. La capa superior de material enterrado deberá quedar cubierta, por lo menos, con treinta centímetros (30 cm) de tierra u otro material aprobado y deberá ser nivelado, conformado y compactado en forma tal que presente una apariencia agradable.

Si el sitio de desecho se encuentra fuera de la obra, el Contratista deberá hacer todos los arreglos legales necesarios con los dueños de las propiedades, por escrito, para obtener lugares apropiados que estén fuera del alcance de la vista del Proyecto. El costo involucrado será subsidiario de los otros conceptos de pago. Una copia de tales acuerdos será entregada al Ingeniero.

Si así está dispuesto en las CEC, las áreas de desecho deberán ser sembradas, fertilizadas y cubiertas con paja, estiércol, hojas, etc., para su protección, de acuerdo con la Sección 914 (SUMINISTRO Y SIEMBRA DE ÁRBOLES, ARBUSTOS, ENREDADERAS, GRAMA Y OTRAS PLANTAS, Y DE COBERTURAS) de estas especificaciones.

El material leñoso podrá ser desechado por astillamiento. Las astillas de madera pueden ser utilizadas para recubrir las áreas de desecho, control de erosión de taludes, o pueden ser esparcidas uniformemente sobre áreas seleccionadas de acuerdo con indicaciones del Ingeniero.

Toda madera comerciable que se encuentre dentro de la zona a ser despejada que no haya sido removida del Derecho de Vía con anterioridad al comienzo de la construcción, pasará a ser propiedad del Contratista, a menos que se hubiese estipulado de otra manera.

En caso de que, en los contratos de adquisición del Derecho de Vía, el Contratante hubiese otorgado a los propietarios del terreno el derecho de propiedad de los árboles utilizables dentro del área cedida, tales arreglos tendrán precedencia sobre el derecho del Contratista establecido en el párrafo anterior. El Ingeniero notificará al Contratista la existencia de tales compromisos.

Las ramas bajas colgantes, así como aquellas enfermas o de mal aspecto, en árboles o arbustos que han sido designados para quedar en su lugar, deberán ser podadas de acuerdo con las NABCV y las instrucciones del Ingeniero. Las ramas de árboles que se extiendan sobre la calzada de la vía deberán ser podadas a fin de que dejen una altura libre de seis metros (6.00 m) sobre la superficie de la calzada mencionada. La poda deberá ser hecha por obreros especializados y de conformidad con prácticas aprobadas.

Los árboles que sean removidos con base en pago individual deberán ser cortados, lo más que se pueda, al ras del terreno, sin eliminar los tocones, a menos que lo dispongan de otro modo las CEC.

### **201.3.3 Descortezado (Destape)**

El Contratista descortezará las zonas indicadas en los planos, o indicadas por el Ingeniero, donde se vaya a hacer una excavación o un terraplén, excepto que no será necesario quitar el césped cortado cuando se vaya a construir un terraplén de más de un metro y cincuenta centímetros (1.50 cm) de altura. El descortezado incluye la remoción de la superficie del terreno de materiales tales como maleza, raíces, césped, tierra vegetal, restos de cosechas agrícolas, aserrín y materiales vegetales descompuestos.

En yacimientos y bancos de préstamo, además del abra y destronque que fuere necesario, se realizará el descortezado del área de donde se va a extraer el material a usar en la obra.

En estos casos, la profundidad del descortezado o “destape” será la necesaria para eliminar todo material inaceptable, tomando en cuenta que habrá que acopiar en un sitio aprobado el material que servirá posteriormente (incluyendo el material vegetativo) para restaurar el área excavada del yacimiento o banco, cuando lo apruebe u ordene el Ingeniero. El descortezado o “destape” de yacimientos o bancos de materiales será compensado directamente, si aparece el concepto de pago correspondiente en el Pliego de Licitación.

### **201.3.4 Eliminación de Setos**

Estos deberán ser arrancados o desarraigados en tal forma que se asegure su eliminación completa y permanente. Los arbustos dispersos, no clasificados como setos deberán ser eliminados en igual forma que la especificada para los setos.

## **201.4 MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS**

El equipo empleado para la ejecución de los trabajos de Abra y Destronque deberá ser compatible con los procedimientos de ejecución adoptados y requiere la aprobación previa del Supervisor, teniendo en cuenta que su capacidad y eficiencia se ajuste al programa de ejecución de los trabajos y al cumplimiento de las exigencias de la especificación.

Los equipos que se empleen deben contar con adecuados sistemas de silenciadores, sobre todo si se trabaja en zonas vulnerables o se perturba la tranquilidad del entorno.

## **201.5 ACEPTACIÓN**

El control de las operaciones de Abra y Destronque se hará por apreciación visual de la calidad de los trabajos.

Las operaciones de Abra y Destronque, se adelantarán por lo menos un kilómetro con relación a los frentes de trabajo del movimiento de tierras.

Antes de dar comienzo a cualquier otra operación de construcción en una zona determinada, los trabajos de Abra y Destronque en esa zona deberán estar completamente terminado.

En ningún caso se considerará como excavación, cualquier material de suelo que se remueva por efectos de la Limpieza y Desraizado. El material útil que se desperdicie como resultado de estas operaciones será repuesto por el Contratista a sus expensas.

*Condiciones para la Recepción:*

- El trabajo debe haberse ejecutado en el ancho ordenado por el Ingeniero.
- La disposición de los materiales producto de los trabajos de limpieza y desmonte debe haberse realizado de acuerdo con estas especificaciones o como lo haya ordenado el Ingeniero.
- Las disposiciones de carácter ambiental deben haberse cumplido.
- La limpieza se considerará terminada cuando la zona quede despejada para permitir que se continúe con las siguientes actividades de construcción.

Ningún movimiento de tierras podrá iniciarse antes que hayan sido totalmente concluidas y aprobadas las operaciones de Abra y Destronque.

El Abra y Destronque será evaluada visualmente (Sección-100 división 1).

El material para curar heridas de árboles será evaluado mediante certificados del Fabricante (Sección-100 división 1)

El relleno y compactación serán evaluados bajo la Sección-100 división 1.

## **201.6 MÉTODO DE MEDICIÓN**

La medición se efectuará por medio de uno o más de los siguientes métodos alternativos:

### **201.6.1 Con Base en el Área**

El trabajo por el cual se pagará será el número de hectáreas y fracciones aceptablemente despejadas, destroncadas o en que se hayan hecho ambas operaciones dentro de los límites indicados en los planos, o marcado mediante estaqueo por el Ingeniero en el campo.

Las áreas que no estén mostradas en los planos dentro de los límites del abra y destronque y que no sean marcadas en el campo por el Ingeniero, no serán medidas para fines de pago. El descortezado será medido en hectáreas.

### **201.6.2 Con Base en Suma Global**

Cuando el Pliego de Licitación indique que el Abra y Destronque será pagada con base en una Suma Global, no se medirá el área para fines de pago.

### **201.6.3 Con Base Lineal**

Cuando el Pliego de Licitación considere el pago de este concepto por unidad lineal, la medida será hecha a lo largo de la línea central de la vía en construcción, en estaciones de veinte metros (20 metros), o en kilómetros.

La medición de setos removidos será hecha horizontalmente en unidades de 20 metros lineales a lo largo de la línea de setos removidos.

### **201.6.4 Con base en Unidades Individuales (Abra Selectiva)**

El diámetro de los árboles será medido a una altura de un metro y cuarenta centímetros (1.40 m) sobre el terreno. Los árboles que midan menos de 30 centímetros de diámetro no serán medidos para fines de pago.

Los tocones a ser removidos por pago específico serán medidos tomando el diámetro promedio al nivel del corte. Cuando el Pliego de Licitación considere la medición de los árboles con base en unidades individuales, las unidades serán designadas y medidas de acuerdo con la siguiente lista de tamaños:

Medida Del Diámetro a una Altura de 1,40 m sobre el Terreno	Designación del Concepto de Pago
Más de 30 cm Hasta 90 cm	Pequeño
Más de 90 cm	Grande

### 201.7 BASES PARA EL PAGO

Las cantidades aceptadas, medidas de acuerdo con lo estipulado en la Sección 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, de acuerdo con lo siguiente:

#### **(1) Con Base en el Área**

Las cantidades medidas serán pagadas al precio unitario de contrato por hectárea, respectivamente, por cada uno de los conceptos de pago individuales que aparecen en el Pliego de Licitación.

#### **(2) Con base en Suma Global**

Cuando el Pliego de Licitación considera el pago de este concepto por suma global, se pagará este precio, el cual será la compensación total por las cantidades estimadas mostradas en el Contrato.

#### **(3) Con Base Lineal**

Cuando el Pliego de Licitación especifica el pago con base lineal, las cantidades correspondientes serán pagadas al precio unitario de Contrato para este concepto de pago.

#### **(4) Con base en Unidades Individuales**

Si el Pliego de Licitación establece que el pago será hecho con base en cantidades unitarias individuales, las cantidades aceptadas serán pagadas al precio del Contrato para los conceptos de pago respectivos.

#### **(5) Exclusiones**

Cuando el Pliego de Licitación no considere una cantidad estimada o un concepto por suma global, este trabajo no será pagado directamente, sino que será considerado como una obligación subsidiaria del Contratista incluida en los otros conceptos de pago del Contrato.

No se pagará por separado por Abra y Destronque ni por destape en bancos de préstamo, de acuerdo con lo estipulado en el Sección-100 división 1 de las CGC, a menos que figuren en el Pliego de Licitación específicamente.

Los pagos serán efectuados bajo los siguientes conceptos:



<b>Código</b>	<b>Concepto de Pago</b>	<b>Unidad de Medida</b>
201,1	Abra y destronque	Estación
201,2	Abra y destronque	Hectárea (ha)
201,3	Abra y destronque	Global
201,4	Abra y destronque de bancos de préstamo	Hectárea (ha)
201,5	Destape de bancos de préstamo	Hectárea (ha)
201,6	Remoción de Árboles individuales pequeños	Unidad
201,7	Remoción de Árboles individuales grandes	Unidad
201,8	Remoción de Tocones individuales pequeños	Unidad
201,9	Remoción de Tocones individuales grandes	Cada uno
201.10	Revestimiento Cauces con Mallas, espesor cm	Metro Cuadrado (m <sup>2</sup> )

Nota:

Para la medición por Hectárea, se debe considerar la medida en proyección horizontal.

## SECCIÓN 202

### REMOCIÓN DE ESTRUCTURAS Y OBSTÁCULOS

#### 202.1 DESCRIPCIÓN

Este trabajo consistirá en la eliminación, total o parcial, y en la disposición satisfactoria de todas las construcciones, vallas, estructuras, pavimentos viejos, tuberías abandonadas, y cualesquiera otras obstrucciones que no están señaladas en los planos para permanecer en el sitio de la obra, exceptuando las obstrucciones que deban ser quitadas, disponiendo de ellas de acuerdo con otros conceptos del Contrato. También incluirá la recuperación de los materiales que se indiquen y el relleno de las zanjas, hoyos y fosos resultantes.

El Contratista removerá los materiales reutilizables que se le indiquen, en secciones o piezas fácilmente transportables, y las depositará correctamente en los lugares elegidos por él, y aprobados por el Ingeniero y sin causar daños socio ambientales.

Los residuos, producto de las demoliciones, serán manejados de acuerdo con lo establecido en estas especificaciones, así como lo dispuesto en las Especificaciones Ambientales y Estudio de Impacto Ambiental (si aplica).

Estos residuos se llevarán a la zona de botadero, relleno sanitario o vertedero municipal de acuerdo con lo establecido en las Especificaciones Ambientales y Estudio de Impacto Ambiental (si aplica).

Las zonas de botaderos por ningún motivo perjudicarán propiedades adyacentes u obstruirán drenajes y canales, no afectarán el paisaje, entre otros aspectos ambientales. La zona de botadero propuesta por el Contratista ubicadas en propiedad privada requerirá de un permiso escrito notariado de los dueños del terreno para su evaluación y aprobación.

La aprobación será responsabilidad del Ingeniero en coordinación con la Sección Ambiental.

#### 202.2 MATERIALES

No aplicable.

#### 202.3 REQUISITOS PARA LA CONSTRUCCIÓN

##### 202.3.1 Generalidades

El Contratista deberá ejecutar el trabajo descrito, en el espacio correspondiente al Derecho de Vía o zonas adyacentes que sean propiedad del Contratante o sobre las cuales tenga servidumbre de uso, de acuerdo con lo que muestren los planos u ordene el Ingeniero.

Todo el material designado, recuperable, será retirado, evitando maltrato innecesario, en secciones o partes que puedan ser transportadas fácilmente y, luego, ser almacenados por el Contratista en los lugares del Proyecto ya especificados, o donde fuese indicado en otra forma en las CEC. El material perecedero se manejará de acuerdo con lo que dispone el artículo 201.3. El material no perecedero puede ser acarreado hasta fuera de los límites de vista del Proyecto, contando con el permiso escrito y legalizado del dueño del terreno donde se deposite dicho material. Al Ingeniero se le deberá entregar copia de todos los permisos concedidos por estos propietarios.

Los hoyos, zanjas o cavidades que deje la demolición de estructuras, se deberán rellenar con material aceptable hasta el nivel del terreno de los alrededores y, si quedasen dentro del prisma de construcción de la vía, el relleno deberá compactarse de acuerdo con la sección 205.

### **202.3.2 Remoción de puentes, alcantarillas y otras estructuras de drenaje**

La remoción de alcantarillas, incluirá las excavaciones necesarias, la remoción de los tubos, independientemente de su longitud, tipo y calidad; incluye la demolición de los cabezales, alerones y cortinas, es decir, toda estructura que forma parte de dicha obra.

Los puentes, alcantarillas y otras estructuras de drenaje en uso, no serán removidos sino cuando se hayan hecho arreglos satisfactorios, para asegurar la continuidad del tránsito con el desvío provisional correspondiente. A no ser que se dispusiera en otra forma, las subestructuras de las estructuras existentes serán removidas hasta el lecho natural de la corriente de agua, y aquellas partes que estén fuera de dicha corriente, se removerán hasta por lo menos 30 cm por debajo de la superficie del terreno natural circundante.

Cuando las subestructuras de la estructura existente se encontrasen, total o parcialmente, dentro de los límites de una nueva estructura, serán removidas hasta donde sea necesario, para facilitar la construcción y colocación de la nueva estructura, y el libre flujo de las aguas como antes se especificó.

Se incluye las demoliciones de los estribos y pilas existentes, que afecte la construcción del nuevo puente, como el libre flujo de las aguas del río.

A menos que se dispusiera de otra forma, todas las alcantarillas de tubo existentes en áreas de corte serán removidas, como parte de la excavación del camino. Sin embargo, se requerirá la remoción de las alcantarillas existentes en áreas de relleno, únicamente cuando la remoción sea necesaria para la instalación de nuevas estructuras. Ninguna porción de alcantarilla existente se dejará a una distancia menor que su diámetro ó 60 centímetros, medida a partir de la subrasante o del talud del terraplén, se deberá aplicar la medida mayor de ambas. Los extremos quedarán quebrados, aplastados, taponados o sellados. Todas las secciones de alcantarilla que se eliminen, que no estén destinadas a almacenarse o a ser colocadas de nuevo, serán propiedad del Contratista, y deberán ser sacadas del Proyecto o eliminadas en una forma aprobada por el Ingeniero.

A no ser que se dispusiera en otra forma, las subestructuras de las estructuras existentes deberán ser demolidas hasta el fondo natural o lecho del río o arroyo, y las partes de la estructura que se encuentren fuera de la corriente, se demolerán por lo menos, 30 centímetros más abajo de la superficie del terreno natural. En los casos en que tales partes de las estructuras existentes se encontrasen por completo o en parte dentro de los límites de la nueva estructura, serán demolidas hasta donde fuese necesario para acomodar la construcción de la estructura proyectada.

Cuando el proyecto involucrase cambio de alineamiento del puente, el Contratista deberá contemplar en su precio global, la colocación de postes de seguridad en ambos extremos de la estructura removida, para la inhabilitación del tránsito, una vez se haya removido el puente. Estos postes deben ser de tubos de acero de 1 ½" anclados en concreto mínimo 0.25m y de 1.20m de altura sobre el nivel de la calzada existente, y espaciado un metro centro a centro. Además, se debe rellenar la parte superior del mismo con mortero (aproximadamente 2"). Estos deben ser pintados en amarillo reflectivo.

Los puentes de acero, así como los de madera, cuando se especifique que sean recuperados, deberán ser desmantelados cuidadosamente, sin dañarlos. Las piezas de acero que calcen entre sí deberán marcarse apropiadamente para facilitar el reensamblaje, a menos que el Ingeniero dispense esa operación de marcado. Todo el material rescatado deberá ser almacenado conforme a lo estipulado anteriormente en este Sección.

Las estructuras destinadas a ser propiedad del Contratista deberán ser sacadas prontamente del Derecho de Vía del Proyecto.

Las voladuras u otras operaciones necesarias para la remoción de una estructura existente o una obstrucción, que pudiesen dañar a una construcción nueva, deberán finalizarse antes de dar comienzo a la obra nueva, a no ser que en las Condiciones Especiales del Contrato se disponga lo contrario.

Cuando lo requieran las Condiciones Especiales del Contrato, todo el concreto que se demoliere, y que fuese de tamaño apropiado para revestimiento, pero que no se necesite en el Proyecto, deberá ser apilado en los lugares que muestren los planos o sean señalados por el Ingeniero.

### **202.3.3 Remoción de tuberías que no sean alcantarillas de tubo**

A no ser que fuese previsto en otra forma, todos los tubos serán quitados cuidadosamente, tomando todas las precauciones necesarias, para evitar que se maltraten o rompan. La tubería que vaya a ser reinstalada será trasladada y almacenada hasta cuando esta operación sea necesaria, para evitar pérdidas o daños antes de la reinstalación. El Contratista deberá reponer, por su propia cuenta, las secciones de tubería que se perdiesen de su almacén o fuesen dañadas por negligencia.

### **202.3.4 Remoción de pavimentos, aceras, bordillos, etc.**

Todos los pavimentos de concreto, capas de base, aceras, bordillos, etc., que estén señalados para ser removidos, deberán ser:

- a) Quebrados en pedazos y utilizados como revestimiento en el Proyecto,
- b) Quebrados en pedazos, cuyo volumen no deberá exceder de 30 decímetros cúbicos, y aplanados en lugares de Proyecto designados para tal efecto, a fin de que los utilice el Contratante,
- c) Eliminados del Proyecto en la forma que sea ordenada.

Cuando así se especifique, el balasto, la grava, el material asfáltico, o cualesquiera otros materiales para pavimentación, o acabado, deberán ser removidos y apilados como se requiere en la Sección 202; de lo contrario, se deberán eliminar tales materiales según sea ordenado.

No se efectuará ningún pago especial por la excavación para la remoción de estructuras y obstrucciones, ni por el relleno y compactación de la cavidad resultante.

### **202.3.5 Remoción de obstáculos varios**

Contemplará la remoción de diversos tipos de obstrucciones en una obra especificada, adicional a las indicadas, tales como muros, cunetas pavimentadas, cabezales individuales o aislados, paredes, tinaqueras, bombas de agua, maceteros, cercas de bloques, de alambre de ciclón o púas, barandas de protección, puertas de metal o madera, bancas de metal o concreto, postes de señales, postes de kilometraje, etc.

Las obstrucciones que sean recuperables se removerán cuidadosamente y deberán ser trasladadas por el Contratista, sin costo directo, a los sitios indicados por el Ingeniero.

En caso de indicarse la reubicación de estos elementos se aplicará lo indicado en el siguiente de este capítulo.

Los materiales no reutilizables serán removidos y depositados en la zona de botadero propuesta por el Contratista y aprobado por el Ingeniero, previa coordinación con la Sección Ambiental del MTI sin costos directos para el Contratante.

### **202.3.6 Reubicaciones**

Las reubicaciones se podrán definir de la siguiente manera:

- a) Reubicación de tuberías
- b) Reubicación de muros y cercas
- c) Reubicación de edificaciones
- d) Reubicaciones varias (indicar detalles).

Para todas las reubicaciones (incluyendo las reconstrucciones necesarias), el Contratista garantizará, y así lo contemplará su propuesta, que las condiciones finales, calidad y diseño de los elementos reubicados (o reconstruidos) serán al menos iguales o mejores que las condiciones originales, reemplazando los materiales por nuevos cuando fuese necesario, para cumplir con este requisito obligatorio.

Todo elemento reubicado deberá tener el acabado necesario y siguiendo el sistema de pintura establecido en el Pliego de Cargos, o en su defecto, el que defina el Ingeniero.

#### *202.3.6.1 Reubicación de Tuberías*

Esta reubicación incluirá además de la remoción de tuberías y cabezales correspondientes el suministro y colocación de 0.15m, mínimo de espesor de grava para base de tubo, la construcción de los nuevos cabezales, suministro de nuevos tubos al igual que la realización de cualquier trabajo necesario para la debida ejecución del detalle especificado.

#### *202.3.6.2 Reubicación de Muros y Cercas*

Igualmente, estos detalles para muros y cercas variables (alambre de ciclón, alambre de púas, etc.) deberán abarcar la demolición y/o remoción de lo existente y la nueva ubicación de acuerdo a lo especificado en párrafo anterior sobre condiciones finales del detalle.

#### *202.3.6.3 Reubicación de Edificaciones*

La reubicación de edificaciones comprende:

- **Demolición:** Esta solamente se realizará si se ha finalizado la construcción de la nueva edificación a utilizarse. Incluye el acarreo de material de desperdicio (caliche, etc.), al igual que el material rescatable el cual será entregado en el sitio indicado por el Ingeniero y no habrá pago adicional en esta actividad.

El Contratista deberá demoler la estructura hasta el nivel de fundaciones inclusive, rellenando las zanjas de dichas fundaciones con material aprobado por el Ingeniero.

Todas las salidas eléctricas, sanitarias, telefónicas de agua potable y cualquier otra que pudiese existir deberán ser debidamente selladas de la forma apropiada y aprobada por el Ingeniero.

- **Construcción:** Incluye los trabajos de albañilería, pintura general, electricidad, suministro instalación de todas las lámparas existentes o señaladas en los planos, todos los artefactos sanitarios incluyendo su suministro e instalación, además de todos herrajes y accesorios.

También el Contratista, de existir, deberá suministrar e instalar el sistema de incendio (dispositivos y extintores manuales). Todos los sistemas de electricidad, agua potable, sanitario, incendio y telefónico deberán ser previamente probados en cuanto a su funcionamiento por parte del Contratista, hasta entera satisfacción del Ingeniero y autoridades correspondientes. Todos los accesorios requeridos para el debido funcionamiento de las instalaciones deberán ser suplidos e instalados.

El Contratista deberá dejar las instalaciones preparadas y terminadas para que únicamente quede pendiente de la instalación de los medidores y la conexión final de las Instituciones responsables de dar el servicio.

En caso de ser necesarias reubicaciones de Utilidades Públicas, el Contratista debe incluir estos costos en la unidad de pago para la reubicación de edificaciones.

#### **202.4 MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS**

No aplicable.

#### **202.5 ACEPTACIÓN**

La remoción de estructuras y obstáculos será evaluada visualmente.

El rellenado y compactación de las cavidades dejadas por las estructuras serán evaluados bajo la Sección 208 (EXCAVACIÓN PARA ESTRUCTURAS).

#### **202.6 MÉTODO DE MEDICIÓN**

Cuando el Contrato estipule que el pago por la remoción de obstrucciones será hecho sobre la base de una suma global, el concepto de pago incluirá todas las estructuras y obstrucciones que fuesen encontradas dentro del camino, de acuerdo con las disposiciones de esta Sección.

Cuando el Contrato estipule que se pagará por la remoción de Secciones Específicas, la medición será hecha por la unidad estipulada en el Contrato.

En la remoción de tubería, la longitud de la misma será medida en metros lineales y será calculada multiplicando el número de tramos de tubería extraídos, por la longitud comercial de cada tramo de tubería (excluyendo las conexiones de los extremos), o bien mediante medida directa, en el terreno, con anterioridad a la remoción, si así fuese especificado.

Cuando el Pliego de Licitación no incluya conceptos de pago para cualquiera de las remociones mencionadas, dicho trabajo no se pagará directamente, sino que será tomado en cuenta como una obligación subsidiaria del Contratista compensada bajo otros conceptos del Contrato.

## 202.7 BASES PARA EL PAGO

Las cantidades aceptadas, medidas de acuerdo con lo estipulado en la Sección unidad de medida para los conceptos de pago que figuren en el Pliego de Licitación, precio y pago que serán compensación total por el trabajo prescrito en esta sección.

Los conceptos para obstrucciones específicas, incluyendo tubería, a ser removida y eliminada bajo conceptos de pago por precio unitario, se pagarán al precio propuesto y contratado por unidad especificada en el Contrato, y este precio será compensación total por remover y disponer de tales objetos, así como la excavación y subsiguiente relleno inherentes a la remoción de las mismas. El precio también incluirá la recuperación de los materiales objeto de la remoción, su custodia, preservación, almacenamiento en el Derecho de Vía y su disposición, según lo estipulado anteriormente.

Cuando en el Contrato se especifique “Suma Global”, las cantidades aceptadas de demolición y remoción y/o reubicaciones de estructuras y obstrucciones, determinadas como queda estipulado, serán pagadas en la suma global fijada en el Contrato, como precio para el detalle; precio y pago que será compensación total y completa por la demolición y remoción y/o reubicaciones de estructuras y obstrucciones, de acuerdo con los requisitos especificados, así como su transporte, almacenamiento, custodia, etc.

Los detalles específicos, cubierto por precios unitarios estipulados para la demolición y remoción de estructuras y obstrucciones, incluyendo la remoción de tuberías (que contempla la remoción de cabezal, si existiera), serán pagados a los precios unitarios fijados en el Contrato para cada detalle específico, precio y pago que será compensación total y completa por la demolición y remoción de las estructuras y obstrucciones a las cuales se refiere este detalle, así como por la excavación y el relleno correspondiente.

Este precio y pago también incluye el rescate del material utilizable, su transporte y almacenamiento y la eliminación de los residuos y desperdicios provenientes de las demoliciones y remociones, según lo especificado. Si el concepto a aplicarse es el de “REUBICACIONES”, se deberá incluir además de lo expuesto en estos precios y pagos todo lo necesario para la nueva ubicación del detalle incluyendo toda la mano de obra, equipo, materiales, acarreos, herramientas, etc., y todas las incidencias e imprevistos necesarios para la debida ejecución del detalle especificado, incluyendo las nuevas conexiones a sistemas existentes cuando ello se requiera para la funcionabilidad del objeto reubicado. *Referirse a la División I.*

Los pagos serán efectuados bajo los conceptos siguientes:

Código	Concepto de Pago	Unidad de Medida
202,1	Remoción de Estructuras y Obstáculos	Global
202,2	Remoción de _____	Unidad
202,3	Remoción de _____	Metro lineal (m)
202,4	Remoción de _____	Metro cuadrado (m2)
202,5	Remoción de _____	Global
202,6	Reubicación de Tuberías (Cabezales requeridos)	Metro lineal (m)
202,7	Reubicación de Muro de.....	Metro lineal (m)
202,8	Reubicación de Cerca de.....	Metro lineal (m)
202,9	Reubicaciones Varias	Metro cuadrado (m2)
202.10	Reubicaciones Varias	Metro lineal (m)
202.11	Reubicación de Edificaciones	Global

**Nota:**

Todas las gestiones como permisos, trámites administrativos, correrán a cuenta del Contratante.

## SECCIÓN 203 EXCAVACIÓN

### 203.1 DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en el conjunto de actividades de excavar, remover, cargar y transportar hasta el límite de acarreo libre y colocar en los sitios de desecho, los materiales provenientes de los cortes requeridos para la explanación y préstamos, indicados en los planos y secciones transversales del proyecto, con las modificaciones que ordene el Supervisor.

Además, comprende la excavación y remoción de la capa vegetal y otros materiales blandos, orgánicos y objetables, en las áreas donde se hayan de realizar las excavaciones de la explanación y terraplenes.

Se define, a seguir, la excavación en la vía y en préstamos.

#### 203.1.1 Excavación en la Vía

La Excavación en la Vía son segmentos de carretera, cuya ejecución requiere la excavación del material que constituye el terreno natural, a lo largo del eje y de acuerdo a los alineamientos, pendientes y dimensiones del diseño. Se incluye también en este ítem las excavaciones ejecutadas en tramos de carreteras existentes.

La excavación en la Vía incluye todo el material encontrado, independientemente de su naturaleza y características.

Los trabajos de excavación en la vía comprenden:

- La excavación de los materiales constituyentes del terreno natural hasta la subrasante indicada en el diseño, que se encuentren dentro los límites de Derecho de Vía o dentro de las áreas de servidumbre.
- La excavación de los materiales constituyentes del terreno natural, por debajo de la subrasante proyectada, en el espesor indicado en el diseño o por el Ingeniero en caso de suelos de elevada expansión, suelos orgánicos o con capacidad de soporte (CBR) inferior al mínimo requerido. Los cortes en roca deberán excavar 30 cm por debajo de la subrasante. En las secciones mixtas, los cortes en roca deberán excavar 1.00 m por debajo de la subrasante.
- Remoción de las capas de mala calidad que fueran encontradas en la preparación de las fundaciones para terraplenes, de acuerdo con las indicaciones del Ingeniero durante la ejecución de los trabajos. Estos materiales serán transportados a lugares previamente establecidos de modo que no ocasionen perjuicios a la obra.
- Excavación para sustitución de suelos o para ensanche de carreteras existentes.
- Excavación para embalses o depósitos de agua.
- Transporte de los materiales provenientes de la Excavación de la Vía, hasta los sitios destinados para su depósito, dentro de los límites de distancia libre establecida por los Formularios de Propuesta del Proyecto.

La clasificación de la excavación comprende:

#### A. Excavación no clasificada

Se refiere a los trabajos de excavación de cualquier material sin importar su naturaleza.

No se admitirá ningún reajuste por clasificación, sea cual fuere la calidad del material encontrado.



## **B. Excavación clasificada**

### *1. Excavación en Roca Fija*

Comprende la excavación de masas de rocas mediana o fuertemente litificadas que, debido a su cementación y compactación, requieren el empleo sistemático de explosivos.

Para iniciar los trabajos de Perforación y Voladuras de rocas se deberá presentar en primer lugar un Procedimiento Ejecutivo con carácter de obligatoriedad para ser aprobado por el Ingeniero, en el cual debe establecer los criterios de voladuras, las mallas de perforación; las cargas respectivas, los tipos de explosivos, los equipos a utilizar, etc. Considerando que se cumpla con los requerimientos ofrecidos en la propuesta técnico económica del Contratista para realizar esta partida de voladura en roca. Este procedimiento deberá estar en concordancia con el Estudio Geológico y Geotécnico que forma parte del Estudio Definitivo.

Las rocas se deben clasificar en términos básicamente de sanidad, desde el punto de vista de su fisuramiento o agrietamiento (intemperización de la roca), densidad y principalmente su resistencia a la compresión simple.

### *2. Excavación en Roca Fracturada (Suelta)*

Comprende la excavación de masas de rocas fracturada cuyo grado de cementación requiere el uso de maquinaria con accesorios auxiliares (ripers u otros) y explosivos, de ser el caso, explosivos en pequeña magnitud.

Comprende, también, la excavación, remoción y/o fragmentación de bloques con volumen individual mayor de un metro cúbico (1 m<sup>3</sup>), procedentes de macizos alterados o de masas transportadas por acción natural y que para su fragmentación requieran el uso de explosivos.

### *3. Excavación en Material Suelto*

Comprende la excavación de materiales no considerados en los numerales (1) y (2) de esta Subsección (excavación en roca fija y fracturada o blanda), cuya remoción sólo requiere el empleo de maquinaria y/o mano de obra.

En las excavaciones sin clasificar y clasificadas, se debe tener presente la ubicación de la napa freática (medición y registros) para evitar su contaminación y otros aspectos colaterales.

### *4. Excavación en Fango*

Comprende la excavación de fangos y materiales orgánicos blandos, normalmente saturados, inadecuados para construir la fundación de terraplenes y cuya excavación con equipos convencionales es prácticamente imposible, siendo necesario utilizar excavadoras equipadas con "Drag-line" o equipo equivalente. Incluyen el agotamiento del agua, sea con cunetas o por bombeo, de modo de mantener el nivel del agua abajo de la superficie de la capa de relleno a ser compactada.

Los materiales constituyentes de la parte superior de la subrasante en la Excavación de la Vía deberán atender las características exigidas para la parte superior de los terraplenes en la Sección 205 TERRAPLENADO, considerando el grado de compactación natural o el requerido para satisfacer el CBR mínimo. Caso contrario, el material deberá ser sustituido o re-compactado conforme lo indique el diseño, o el Ingeniero.

#### **203.1.2. Excavación en Zonas de Préstamo**

El trabajo comprende el conjunto de actividades para explotar los materiales adicionales a los volúmenes provenientes de las excavaciones en la vía, requeridos para la construcción de los terraplenes o pedraplenes.

## 203.2. MATERIALES

No aplicable.

## 203.3. REQUISITOS PARA LA CONSTRUCCIÓN

### 203.3.1. Excavación de la Vía

- 1) La Excavación de la vía será ejecutada de acuerdo a los planos o planillas de construcción, que serán entregados oportunamente por el Ingeniero.
- 2) La excavación de la vía será autorizada previa aprobación de los trabajos de Abra y Destronque.
- 3) Las operaciones de excavación se ejecutarán previendo la utilización adecuada y/o el depósito de los materiales no utilizados, en los lugares aprobados por el Ingeniero.
- 4) Solamente serán transportados para la construcción de terraplenes los materiales que por sus características sean compatibles con las Especificaciones del diseño.
- 5) Cuando al nivel de la subrasante en la Excavación de la Vía se verifique la existencia de roca, se excavará la misma en una profundidad no menor de 30 cm, rellenándose la excavación conforme está dispuesto en el artículo 205.3.
- 6) Cuando al nivel de la subrasante en la Excavación de la Vía o en terraplenes existentes se verifique la existencia de suelos con expansión mayor a 2% o capacidad de soporte inferior al requerido por el diseño o por el Ingeniero, (determinados por el ensayo AASHTO T-193), o suelos orgánicos, se removerá hasta la profundidad indicada en el diseño o por el Ingeniero, reemplazándolos por materiales seleccionados aprobados por el Ingeniero.

En el caso que el suelo sea de buena calidad, no alcanzando el valor mínimo de CBR apenas debido al grado de compactación natural, el diseño o el Ingeniero podrán indicar la utilización del mismo material escarificándolo y re-compactándolo.

Cuando el diseño establezca la colocación de una capa de mejor calidad en sectores de la carretera en Excavación de la Vía o en terraplenes existentes, se realizará la excavación adicional en la profundidad determinada para la capa mencionada y en el ancho de la subrasante, o sea el correspondiente a la calzada más bermas.

Los taludes de corte serán terminados de modo que queden razonablemente lisos y uniformes en su superficie, debiendo resultar concordantes sustancialmente con las inclinaciones indicadas en el diseño.

Cualquier alteración en la inclinación de dichos taludes sólo será ejecutada con autorización por escrito del Ingeniero.

No será permitida en los taludes la presencia de bloques de roca que signifiquen algún riesgo para la seguridad del tránsito.

7) En las intersecciones de excavación de la vía y terraplenes, los taludes deberán ser conformados de manera que las transiciones sean suaves, sin exhibir quiebres notables.

8) En los taludes altos o en aquellos en que hubiera posibilidad de deslizamientos, se construirán banquetas escalonadas con las respectivas obras de drenaje. En casos específicos se efectuará el revestimiento de los taludes con césped u otro tipo de vegetación para evitar la erosión, en conformidad con el diseño y las instrucciones del Ingeniero.

Las zanjas de coronación serán ejecutadas inmediatamente después de concluida la excavación de la vía, con objeto de evitar la prematura erosión de los taludes. Dichas zanjas de coronación podrán ser revestidas cuando así lo establezca el diseño o lo ordene el Ingeniero.

**9)** Los sistemas de drenaje superficial y subterráneo de la excavación de la vía serán ejecutados conforme a las indicaciones del diseño y a las instrucciones del Ingeniero.

**10)** Durante la construcción, la obra básica del camino en zonas de corte deberá mantenerse bien drenada en todo momento. Las cunetas laterales y otros drenes deberán construirse de modo que se evite cualquier proceso de erosión.

**11)** En los cortes en roca, con empleo de explosivos, el “plan de fuego” deberá ser programado por el CONTRATISTA de modo de no provocar inestabilidad en el terreno adyacente, como consecuencia de exceso de explosivos o falla en la posición de las perforaciones.

**12)** El CONTRATISTA estará obligado a realizar el transporte de los materiales de excavación dentro de los límites establecidos por la menor distancia de transporte para cada corte o conforme lo indique el diseño o el Ingeniero.

El Ingeniero podrá autorizar el transporte de dichos materiales a mayores distancias solamente en aquellos casos en que se verifique la imposibilidad de utilizar la menor distancia de transporte o exista conveniencia técnica o económica, a su exclusivo criterio.

**13)** La excavación ejecutada con la finalidad del ensanche de la carretera existente deberá ser solamente suficiente para obtener la sección transversal del diseño, no admitiéndose variación debido a utilización de equipo inadecuado.

**14)** Debido a los efectos del cambio climático se debe prestar especial atención a los siguientes aspectos:

- Para evitar humedad en las capas se debe garantizar el grado de compactación adecuado en cada capa.
- Se deben utilizar materiales con un mejor desempeño hidráulico en la base o en las capas de cimentación.

### **203.3.2. Material de préstamo**

#### *203.3.2.1 Fuentes del material de préstamo*

Los préstamos eventualmente necesarios para la construcción de los terraplenes provendrán de fuentes casos I y II, cuya excavación será considerada como “Excavación No Clasificada”, conforme lo definido en el Numeral 203.1.1.a Excavación No Clasificada de esta Especificación.

Las fuentes de aprovisionamiento de materiales para los casos I y II son como sigue:

#### **1) Préstamos de fuentes (caso I)**

Se refiere a la excavación de préstamos indicados en el diseño o marcados por el Ingeniero cuya cantidad y distancia de transporte es verificada y validada por el Ingeniero.

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.

## 2) Préstamos de fuentes (Caso II)

El Contratista deberá obtener la aprobación por parte del Ingeniero, del banco de préstamo que se requiera utilizar. 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.

Una mayor distancia en el transporte como consecuencia de la elección del préstamo por parte del Contratista, será absorbido por el mismo.

Para la utilización de los materiales de los préstamos tanto de fuentes caso I como caso II, el Contratista deberá obtener autorización del propietario y asumir toda la responsabilidad al respecto, cargando con todos los gastos correspondientes a la obtención de los derechos de explotación de los préstamos, incluyendo el pago de cualquier cargo por regalías.

Los materiales de los préstamos deberán obedecer los requerimientos de la Sección 205 Terraplenado.

### 203.3.3 Taludes

La excavación de los taludes se realizará adecuadamente para no dañar su superficie final, evitar la descompresión prematura o excesiva de su pie y contrarrestar cualquier otra causa que pueda comprometer la estabilidad del talud de corte final.

Los trabajos de excavación de taludes sean en cualesquiera de los materiales clasificados se debe ajustar a las consideraciones técnicas (Geología y Geotecnia) contenidas en el Proyecto en especial a los taludes considerados en los sectores críticos, cualquier modificación al respecto deberá ser coordinada con el Ingeniero si este lo considere pertinente. El Contratista deberá comunicar con suficiente anticipación al Ingeniero el comienzo de cualquier excavación, y el sistema de ejecución previsto, para obtener la aprobación del proceso constructivo.

Cuando los taludes excavados, tienen más de 7 m, debido a que implica un riesgo potencial para la integridad física de los usuarios de la carretera, y se presenten síntomas de inestabilidad, se deberán hacer terrazas o bermas de corte y realizar labores de sembrado de vegetación típica en la zona afectada para evitar la erosión, ocurrencia de derrumbes, o deslizamientos que puedan interrumpir las labores de obra, así como la interrupción del tránsito en la etapa operativa, para evitar aumentar los costos de mantenimiento. En los lugares que se estime conveniente, se deberán construir muros de contención.

Los muros de contención o sostenimiento son de amplia implementación para paliar la erosión del suelo, movimientos de tierra y deslizamientos de terrenos. Con la gran variedad de terrazas, y patios desnivelados, los muros de sostenimiento se utilizan para contener la pendiente de un talud, al tiempo que añaden espacio, ganan terreno y estructuran áreas inutilizables, los muros de contención son, por sí mismos, funcionales para el control de erosión en terraplenes.

Las inyecciones más utilizadas son las de cemento, ya sea en forma de inyección o colocándolo en las perforaciones sobre la superficie de falla. El efecto de la inyección es desplazar el agua de los poros y fisuras y de esta forma, producir una disminución de la humedad, así como cementar los poros de fisuras. Lo que produce el cemento es un proceso de cementación y relleno de los vacíos del suelo o roca y de las discontinuidades de mayor abertura, con lo cual aumenta la resistencia del conjunto y se controlan los flujos internos de agua.

El mortero de inyección se endurece y crea un esqueleto alrededor de los elementos del suelo o roca. Los procesos de inyecciones se realizan en varias etapas, iniciando por una inyección de la zona general y terminando con el relleno de sitios específicos. La presión de la inyección debe ser mayor que el producido por el sobrepeso del suelo y del agua, para permitir la penetración dentro de las fisuras y a lo largo de una superficie de falla activa.

Se hace una hilera de perforaciones hasta más abajo de la superficie de falla, las cuales se utilizan como ductos para la inyección. El espaciamiento entre los huecos de inyección varía de 3 a 5 metros. La operación de inyección debe iniciarse en la hilera inferior, con el objeto de mejorar el apoyo en el pie de la falla y de esta forma, evitar movimientos durante el proceso de inyección.

El Contratista deberá realizar una inspección adecuada antes de realizar la excavación de los taludes, considerando la presencia de terrenos de sembríos, canales de regadíos, tomas de agua, diques y/o cualquier almacenamiento de agua en las zonas del talud superior; y de acuerdo con esta evaluación empezar a realizar los trabajos respectivos.

Por ningún motivo el Contratista iniciara los trabajos si no ha establecido estas zonas debido a que podría generarse una nueva distribución de los flujos de las aguas y generar deslizamientos en las zonas de excavación. En el caso de que encuentre agua en los taludes de corte realizados, el Contratista deberá establecer inmediatamente un plan de contingencia para su control o derivación antes de continuar con los trabajos de estabilización del talud, en caso contrario podría causar una inestabilidad operativa imputable al Contratista. Todos estos trabajos deberán realizarse con la aprobación del Ingeniero.

Cuando sea preciso adoptar medidas especiales para la protección superficial del talud, tales como plantaciones superficiales, revestimientos, etc., previstas en el Proyecto u ordenadas por el Ingeniero, estos trabajos deberán realizarse inmediatamente después de la excavación del talud.

En el caso que los taludes presenten deterioro antes del recibo definitivo de las obras, el Contratista eliminará los materiales desprendidos o movidos y realizará las correcciones complementarias ordenadas por el Ingeniero.

Si dicho deterioro es imputable a una mala ejecución de las excavaciones, el Contratista será responsable por los daños ocasionados y, por lo tanto, las correcciones se efectuarán a su cuenta, costo y riesgo.

### **203.4 MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS**

La excavación de la vía y préstamos será efectuada mediante la utilización racional del equipo adecuado que posibilite la ejecución de los trabajos en los diferentes materiales de la excavación de la vía y préstamos, así como también en los ensanches necesarios para obtener las secciones transversales finales de proyecto.

### **203.5 ACEPTACIÓN**

El acabado de la plataforma en la excavación de la vía será ejecutado mecánicamente, en forma tal que se obtenga la conformación indicada en la sección transversal del diseño, admitiéndose las siguientes tolerancias:

- a) Variación de menos (-) 3 cm, en relación con las cotas del diseño para el eje y los bordes.
- b) Variación de más (+) 20 cm, para el ancho de cada mitad de plataforma, no admitiéndose variación en menos (-).

Las tolerancias señaladas anteriormente no implicarán modificaciones a las secciones transversales establecidas en el diseño.

El acabado de los préstamos será efectuado por apreciación visual del cumplimiento de los requisitos de la presente Especificación.

En caso de algún descubrimiento de restos arqueológicos, sitios de asentamientos humanos antiguos o de época colonial, reliquias, fósiles u otros objetos de interés histórico arqueológico y paleontológico durante la ejecución de las obras, el Contratista seguirá los lineamientos dados en el artículo 102.10.

### **203.6 MÉTODO DE MEDICIÓN**

La medición de la excavación se efectuará tomando en consideración la clasificación del material conforme al Artículo-203.3 del volumen extraído, medido en el corte de préstamo y dentro de las tolerancias establecidas en el Artículo-203.5 y la distancia media de transporte entre el lugar de excavación y de depósito, cumpliendo las siguientes indicaciones:

- 1) El cálculo del volumen en metros cúbicos será efectuado aplicándose el método de “media de las áreas”.
- 2) La distancia de transporte será medida en proyección horizontal entre los centros de gravedad de las masas, siguiendo el menor recorrido a criterio del Ingeniero. En caso de transporte a lo largo del eje de la carretera (cortes), esta distancia será la correspondiente a la medida considerando el eje del diseño.
- 3) La medición se efectuará en base a secciones transversales compactadas del terreno natural tomadas después de las operaciones de Abra y Destronque, de acuerdo a las secciones de diseño, incluyéndose las tolerancias. Cuando las secciones transversales sean levantadas antes de las operaciones de limpieza, se descontará el volumen retirado en dichas operaciones, mediante la determinación por el Ingeniero de un espesor medio en cada sección.
- 4) Para la medición de la excavación en roca, cuando así lo dispongan las Especificaciones Técnicas Especiales, deberán realizar levantamientos topográficos previos a su excavación, mediante secciones transversales u otro procedimiento determinado por el Ingeniero
- 5) La medición de las excavaciones en suelos orgánicos blandos, que será definida genéricamente como excavación de material fangoso, se efectuará antes del inicio del relleno, considerándose las mismas secciones levantadas previamente a su excavación.
- 6) La medición de los volúmenes en las áreas donde se procederá a la sustitución de materiales para asiento del pavimento será hecha considerándose las medidas indicadas en los planos o por el Ingeniero.

Definidos los volúmenes y distancias de transporte correspondientes, los trabajos de excavación de cortes y préstamos serán agrupados para fin de medición conforme las distancias establecidas en el Proyecto y en los Formularios de Propuesta, y si fuera el caso, a la medición de Sobre Acarreo.

El Sobre Acarreo se aplicará a materiales excavados y transportados a distancias superiores a las distancias máximas previstas en el proyecto e indicada en los Formularios de Propuesta. Su medición resulta del producto del volumen excavado por la diferencia entre las, distancias de los centros de gravedad de las masas y la distancia máxima indicada para el transporte (distancia libre de acarreo), expresada en kilómetros. Tanto los volúmenes como las distancias serán medidos conforme a criterios del presente inciso.

La escarificación y compactación de los 20 cm superiores de los tramos de excavación de la vía, o de espesor mayor si así lo indica por escrito el Ingeniero, serán medidos dentro del ítem de construcción de terraplén conforme lo definido en la Sección-205 TERRAPLENADO.

La escarificación y compactación de la capa superior de los tramos nuevos de excavación de la vía que servirán de asiento al pavimento se sujetarán a las condiciones establecidas por las Sección-205 TERRAPLENADO y Sección-302 REGULARIZACIÓN DE LA SUBRASANTE.

El transporte de materiales de acopios, incluyendo la carga y descarga, será medido por metro cúbico por kilómetro (m<sup>3</sup>-km), siendo el volumen el calculado considerando las dimensiones de diseño en el lugar de aplicación conforme lo establecido para los terraplenes en Sección-205 TERRAPLENADO y la distancia, la menor entre los centros de gravedad del acopio y del lugar de aplicación.

### **203.7 BASES PARA EL PAGO**

Los trabajos de excavación de la vía y préstamos, medidos en conformidad al Artículo-203.07 serán pagados a los precios unitarios contractuales correspondientes a los ítems de Pago definidos y presentados en los Formularios de Propuesta. Estos precios incluyen la construcción y mantenimiento de caminos de servicio para la explotación de los préstamos, yacimientos y otros a ser utilizados por el Contratista, escarificación, uso de explosivos y accesorios, conformación de taludes, cunetas, bombeo, transporte, así como toda la mano de obra, equipo, herramientas, materiales e imprevistos necesarios para la ejecución de todos los trabajos descritos en esta Especificación.

Ningún volumen de excavación en roca será sujeto a reconocimiento de pago, toda vez que esta tarea se encuentra implícitamente en la actividad de excavación no clasificada.

En caso que las especificaciones así lo indiquen, el pago por las excavaciones en roca serán reconocidos de acuerdo a la condición de las rocas como se indica en 203.3.1 b referente a la clasificación.

<b>Código</b>	<b>Concepto de Pago</b>	<b>Unidad de Medida</b>
203.1	Excavación no clasificada D ≤300 m	Metro Cúbico (m <sup>3</sup> )
203.2	Excavación en Roca Dura c/explosivos	Metro Cúbico (m <sup>3</sup> )
203.3	Excavación en Roca Suelta	Metro Cúbico (m <sup>3</sup> )
203.4	Excavación común	Metro Cúbico (m <sup>3</sup> )
203.5	Excavación en Fango D ≤300 m	Metro Cúbico (m <sup>3</sup> )
203.6	Conformación de Taludes Existentes	Metro Cúbico (m <sup>3</sup> )
203.7	Rectificación de Cauces	Metro Cúbico (m <sup>3</sup> )
203.9	Canales Menores de 4 Metros	Metro Lineal (m)

## SECCIÓN 204

### REMOCIÓN DE DERRUMBES

#### 204.1 DESCRIPCIÓN

Este trabajo consistirá en la remoción del material de derrumbes producidos durante el plazo establecido en el Contrato. Se entiende por derrumbe al deslizamiento de los materiales de talud de corte, debido a la fuerza de la gravedad o a los agentes atmosféricos no atribuibles a la negligencia del Contratista.

No será reconocido como derrumbe aquella cantidad de material que se desprende en pequeñas cantidades y pueda ser limpiada manualmente con el uso de herramientas menores, sin necesidad de movilización de equipo pesado, esta actividad será ejecutada por cuenta del Contratista.

#### 204.2 MATERIALES

Material proveniente del derrumbe es general, no corresponde ninguna clasificación.

#### 204.3 REQUISITOS PARA LA CONSTRUCCIÓN

##### 204.3.1 Derrumbes

La remoción de derrumbes será ejecutada solamente por orden escrita del Ingeniero. Durante las operaciones de remoción, el Contratista deberá tomar todas las precauciones necesarias para evitar daños a la plataforma y/o cualquier estructura que pueda estar en la zona del derrumbe. En casos de caminos pavimentados, si el derrumbe se produce en un tramo ya terminado, se utilizará el equipo adecuado para evitar daños en el pavimento.

Cuando ocurra el derrumbe el Contratista deberá colocar inmediatamente señales que indiquen durante el día y la noche, la presencia del obstáculo de acuerdo con las disposiciones vigentes y será responsable de mantener la vía adecuadamente señalizada y transitable. La remoción del derrumbe será efectuada en las zonas indicadas por el Ingeniero, y considerando siempre la estabilidad del talud aledaño a la masa de suelo desplazada y de las construcciones vecinas.

Si el material de derrumbe cae sobre cauces naturales en la zona de la vía, obras de drenaje subrasante, subbases y pavimentos terminados, deberá extraerse con las precauciones necesarias, sin causar daños a las obras. Toda el área donde se haya efectuado la remoción deberá dejarse completamente limpia y bien acabada y los materiales serán colocados donde indique el Ingeniero.

##### 204.3.2 Deslizamientos

###### 204.3.2.1 Descripción

###### ■ Determinación de la Pendiente Estable

Para el diseño de la pendiente del talud se debe analizar a detalle las condiciones de litología, estructura y meteorización de los materiales constitutivos del talud.

El suelo y la roca son materiales extremadamente complicados y heterogéneos, y tienden a deteriorarse con el tiempo. Los suelos residuales, por la presencia de discontinuidades estructurales, son especialmente difíciles de manejar.



Para decidir el valor de la pendiente y la forma de talud se debe realizar un juicio integral, analizando la influencia de todos los factores. En este estudio se puede requerir realizar ensayos de laboratorio y análisis de estabilidad utilizando modelamientos matemáticos y físicos.

Para determinar la pendiente que garantice la estabilidad de un talud pueden utilizarse varios procedimientos:

- Determinación de la pendiente de acuerdo con el ángulo de fricción interna del material. Generalmente, se especifica una pendiente entre  $2/3\phi'$  a  $3/4\phi'$ . La pendiente no debe ser superior a  $\phi'$ , a menos que la cohesión sea suficiente para garantizar ese ángulo.
- Determinar la pendiente mediante un análisis de equilibrio límite del talud, en tal forma que se cumpla con un factor de seguridad determinado.
- El cálculo de factores de seguridad utilizando modelos matemáticos determinísticos como los de Fellenius, Bishop, Janbu o tantos otros es una práctica de ingeniería muy utilizada; sin embargo, no siempre se dispone de información geotécnica suficiente y se puede requerir utilizar criterios empíricos generales.
- Utilizar una pendiente típica de acuerdo a las características del material del talud. Existe gran cantidad de tablas en la literatura geotécnica, las cuales pueden utilizarse con las limitaciones propias de una tabla elaborada con materiales diferentes a los del sitio.

#### **204.4 MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS**

Este trabajo podrá ejecutarse con el equipo previsto para excavación de la vía, u otro equipo adecuado aprobado por el Ingeniero.

#### **204.5 ACEPTACIÓN**

El control de las operaciones de remoción de derrumbes se hará por apreciación visual de la calidad de los trabajos. Durante la ejecución de los trabajos el Ingeniero efectuará los siguientes controles:

- a) Estado y funcionamiento del equipo utilizado.
- b) Eficiencia y seguridad de los procedimientos para ejecutar los trabajos de remoción aplicados por el Contratista.
- c) Controlar que la disposición de los materiales provenientes del derrumbe se ajuste a lo previsto por estas especificaciones o como lo disponga el Ingeniero.
- d) El trabajo será aceptado cuando haya cumplido a satisfacción la presente especificación y las disposiciones del Ingeniero.
- e) La remoción del derrumbe se considerará completa cuando la vía, obra de drenaje, subrasante, subbase, base, pavimento o el lugar afectado por el derrumbe, quede limpio y libre de obstáculos y las obras de drenaje funcionen normalmente.

#### **204.6 MÉTODO DE MEDICIÓN**

El volumen a pagarse será el número de metros cúbicos de material, medido en su posición original y computado por el sistema del promedio de áreas, removido, transportado y dispuesto aceptablemente donde lo indique el Ingeniero.

La urgencia en la remoción de derrumbes, justificada por la necesidad de la seguridad del tráfico en la carretera, puede no ser compatible con el sistema de medición indicado, pudiendo el Ingeniero en estos casos autorizar por escrito otro procedimiento alternativo y conveniente de medición. La distancia de transporte no será objeto de medición.

El volumen removido, desechado y dispuesto, podrá medirse en estado suelto, verificado por el Ingeniero, con base al número de viajes transportados.

La distribución del material de derrumbe en los depósitos asignados por el Ingeniero se realizará de tal manera que no afecte ni altere las condiciones normales del entorno.

Esta actividad no será motivo de medición ya que está considerada en la estructura del precio unitario de Remoción de Derrumbes. Cuando el Ingeniero instruya por escrito que la disposición del material de derrumbe se realice de acuerdo con las exigencias del relleno compactado en áreas de depósito, será considerada la medición de acuerdo con lo indicado en las Especificaciones Técnicas Generales para Terraplenes.

Cuando el material de derrumbe sea transportado a una distancia superior a los 300 m, se efectuará el pago de sobre-acarreo, del volumen determinado. Esta medición se realizará de acuerdo con lo indicado en sección para Excavación de la Vía. No se determinarán los volúmenes, de derrumbes que, a juicio del Ingeniero, fueren causados por procedimientos inadecuados o por negligencia del contratista.

Cuando el Pliego de Licitación contenga un concepto de pago para Remoción de Derrumbes se considerará esta actividad para pago, caso contrario se considerará como una actividad subsidiaria del proyecto.

### 204.7 BASES PARA EL PAGO

Los trabajos de remoción de derrumbes medidos en conformidad al artículo 204.6 , serán pagados al precio unitario contractual correspondiente al ítem de Pago definido y presentado en los Formularios de Propuesta. Dicho precio será la compensación total en concepto de mano de obra, equipo, herramientas e imprevistos necesarios para ejecutar los trabajos descritos en esta Especificación.

Código	Concepto de Pago	Unidad de Medida
204,1	Remoción de Derrumbes	Metro Cúbico

## SECCIÓN 205 TERRAPLENADO

### 205.1 DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en la escarificación, nivelación y compactación de un terraplén nuevo, previa ejecución de las obras de desmonte y limpieza, demolición de las obras de drenaje y sub drenaje, la colocación, el humedecimiento o secado, la conformación y compactación de los materiales apropiados de acuerdo con las especificaciones, los planos y las secciones transversales del proyecto y las instrucciones de la Supervisión.

En los terraplenes se distinguen tres partes o zonas constitutivas:

- a) **Base:** Parte del terraplén que está por debajo de la superficie original del terreno, que en su caso, deberá ser variada por el retiro del material inadecuado.
- b) **Cuerpo:** Parte del terraplén comprendida entre la base y la corona.

**c) Corona (Subrasante):** Es la parte superior del terraplén, constituida por una capa de espesor de treinta centímetros (30 cm.), o de acuerdo a las especificaciones especiales del proyecto, que indiquen un espesor diferente.

Los terraplenes son macizos de tierra y piedra que se levantan para asentar una carretera y cuya conformación requiere el depósito de materiales provenientes de la Excavación de la Vía o préstamos dentro de los límites de las secciones de diseño que definen el cuerpo de la carretera.

La construcción de terraplenes comprende:

- 1) Esparcimiento, conveniente humedecimiento o desecación y compactación de los materiales provenientes de excavación en la vía o préstamos, para la construcción del cuerpo del terraplén, hasta los 60 cm por debajo de la cota correspondiente a la rasante de terraplenado.
- 2) Esparcimiento, homogeneización, conveniente humedecimiento o desecación y compactación de los materiales seleccionados provenientes de excavación en la vía o préstamos para la construcción de la capa final del terraplén, de 60 cm, hasta la cota correspondiente a la subrasante.
- 3) Esparcimiento, conveniente humedecimiento o desecación y compactación de los materiales provenientes de excavación en la vía o préstamos destinados a sustituir eventualmente los materiales de calidad inferior, previamente retirados, a fin de mejorar las fundaciones de los terraplenes.
- 4) Esparcimiento, conveniente humedecimiento o desecación y compactación de los materiales provenientes de excavación en la vía o préstamos destinados a sustituir eventualmente suelos de elevada expansión, de capacidad de soporte (CBR) inferior a la requerida por el diseño, o suelos orgánicos, en los cortes o en terraplenes existentes.
- 5) Esparcimiento, conveniente humedecimiento o desecación y compactación de los materiales destinados a relleno de excavación debajo de la cota de subrasante en los cortes en roca en secciones mixtas.
- 6) Esparcimiento, conveniente humedecimiento o desecación y compactación de los materiales provenientes de excavación en la vía, preferentemente destinados a desperdicio, o préstamos, para recuperación de Terrenos Erosionados, es decir para rellenar erosiones o quebradas secas, así como pequeñas cuencas hidrográficas ubicadas junto a terraplenes, para asegurar la estabilidad de los mismos y/o mejorar las condiciones de drenaje.

## **205.2 MATERIALES**

Los materiales para la constitución de los terraplenes deben tener las características especificadas a continuación, de modo a permitir la construcción de un macizo estable y adecuado soporte al pavimento.

Los materiales para recuperación de Terrenos Erosionados serán los indicados por el Ingeniero, y en lo posible serán constituidos por el aprovechamiento de materiales destinados a desecho de cortes.

Los materiales para el relleno de la excavación por debajo de la cota de la subrasante, en los cortes en roca en secciones mixtas, cumplirán lo indicado más adelante en los incisos Cuerpo del Terraplén y Capa Final del Terraplén. En caso de existir flujos de agua en el terreno natural se construirá una capa de material drenante de 30 cm de espesor en toda la sección transversal lo exigido para Carpeta Drenante, Sección 921 Drenes Horizontales.

## 205.3 REQUISITOS PARA LA CONSTRUCCIÓN

### 205.3.1. General

La ejecución propia de los terraplenes debe estar sujeta a lo siguiente:

- 1) La ejecución de terraplenes estará subordinada a los planos y especificaciones proporcionados al Contratista, a las planillas elaboradas en conformidad con el diseño y Órdenes de Trabajo emitidas por el Ingeniero.
- 2) La ejecución será precedida por las operaciones de Abra y Destronque, de acuerdo con lo dispuesto por el Ingeniero cuidando y preservando el medio ambiente.
- 3) Previamente a la ejecución de los terraplenes, deberán estar concluidas las obras de arte menores necesarias para el drenaje de la cuenca hidrográfica correspondiente. Sin embargo, el Contratista podrá construir el sistema de drenaje posteriormente a los terraplenes en lugares donde no exista agua permanente sin que ello signifique un pago adicional por las correspondientes excavaciones y rellenos, asumiendo el Contratista las responsabilidades del caso.
- 4) Si las condiciones de los materiales disponibles lo permiten, es aconsejable, en la construcción de terraplenes, la colocación de una primera capa de material granular permeable sobre el terreno natural, la que actuará como un dren para las aguas de infiltración en el terraplén. La colocación de este dren deberá ser obligatoria en caso de tener la napa freática muy alta.
- 5) En el caso de terraplenes que van a asentarse sobre taludes de terreno natural con más del 15% y hasta 25% de inclinación transversal, las laderas naturales serán escarificadas con el equipo adecuado, produciendo surcos que sigan las curvas de nivel. Para inclinaciones mayores al 25%, deberán excavarse escalones previamente y a medida que el terraplén es construido. Tales escalones en los taludes deberán construirse con tractor, de acuerdo con lo indicado en los planos o como lo ordene el Ingeniero. El ancho de los escalones será como mínimo de un metro.
- 6) El material destinado a la construcción de terraplenes deberá colocarse en capas horizontales sucesivas en todo el ancho de la sección transversal y en longitudes tales que permitan su humedecimiento o desecación y su compactación de acuerdo con lo previsto en estas Especificaciones.

Para el cuerpo de los terraplenes y de las capas finales, el espesor de las capas compactadas no deberá pasar de 20 cm.

- 7) Todas las capas deberán compactarse convenientemente no permitiéndose la colocación de las capas subsiguientes mientras la inferior no sea aprobada.

Para el cuerpo de los terraplenes, la humedad de compactación no deberá estar a más del 2% por encima o por debajo del contenido óptimo de humedad o de aquellas indicada por los ensayos para obtener la densidad y el CBR especificados, debiendo efectuarse ensayos prácticos de densidad de acuerdo con las especificaciones AASHTO T-147.

Las mismas observaciones son válidas para los 60 cm superiores del terraplén.

Las variaciones admisibles de humedad de compactación, por encima o por debajo del contenido óptimo indicado (2%), son función de la naturaleza de los materiales y del grado de compactación pretendido.

El Ingeniero, podrá fijar fajas de variación distintas a las indicadas como referencia básica general.

Las densidades por debajo de la subrasante, dentro de los límites de la sección de diseño serán las siguientes, a

no ser que, por motivos de orden económico de disponibilidad de material, el Ingeniero aumente los valores establecidos hasta el máximo de 100% con relación a la densidad máxima seca del ensayo AASHTO T- 180-D:

### **205.3.2 Tramos de Excavación en la Vía**

Si a nivel de subrasante es necesaria la sustitución de los suelos en la excavación en la vía, a menos que exista una indicación contraria del Ingeniero, el material de 60 cm será compactado como mínimo con el 97% de la densidad máxima seca dada por el ensayo AASHTO T-180, para obtener una reducción de riesgo de infiltración de agua y de cambio volumétrico por entrada de agua y posterior desecación. Mejora la capacidad portante en agua y seco. Reducción de deformaciones y deterioros en pavimento y por lo tanto se incrementa la vida útil del pavimento.

### **205.3.3 Tramos en Terraplenes**

- En los 60 cm superiores la compactación será como mínimo el 97% de la densidad máxima seca dada por el ensayo AASHTO T-180-D. Por debajo de esta profundidad el grado de compactación requerido con relación al mismo ensayo será de 95%. Los sectores que no hubieran alcanzado las condiciones mínimas de compactación deberán ser escarificados, homogenizados, llevados a la humedad adecuada y nuevamente compactados de acuerdo con las densidades exigidas.
- En el caso de ensanchamiento de terraplenes, su ejecución obligatoriamente será realizada de abajo hacia arriba, acompañada de un escalonamiento en los taludes existentes. Si se establece en el diseño o lo ordena el Ingeniero, la ejecución se hará mediante un corte parcial de la parte superior del terraplén existente, trasladando dicho material hacia los ensanchamientos para conformar la nueva sección transversal, completándose luego de enrasarse ésta, con material de excavación en la vía o préstamo en todo el ancho de la sección transversal referida.
- La inclinación de los taludes del terraplén será la establecida en el diseño. Cualquier alteración en la inclinación de los mismos sólo será efectuada previa la autorización por escrito del Ingeniero.
- Para la construcción de terraplenes asentados sobre terreno de fundación de baja capacidad de carga, se cumplirán los requisitos exigidos por diseños específicos y/o las instrucciones del Ingeniero. En caso de consolidación por asentamiento de una capa flexible, se exigirá el control por medio de mediciones de los asentamientos, para que el Ingeniero pueda definir la solución a ser adoptada.
- En regiones donde existan predominantemente materiales rocosos se admitirá la ejecución de los terraplenes con la utilización de los mismos, siempre que se especifique en el diseño o lo determine el Ingeniero. El material que contenga en volumen menos del 25% de roca mayor de 15 cm en su diámetro mayor, deberá extenderse en capas sucesivas que no excedan de un espesor de 30 cm. El material que contenga más de un 25% de roca mayor de 15 cm en su mayor dimensión, deberá colocarse en capas de suficiente espesor para contener el tamaño máximo de material rocoso, pero en ningún caso tales capas podrán exceder de 75 cm antes de su compactación. Estas capas de mayor espesor sólo serán permitidas hasta 2 m por debajo de la cota de la subrasante.
- La capa final de materiales rocosos y/o la primera o primeras capas de terraplén, a ser construidas sobre el material rocoso, deberán estar conformadas por materiales de granulometría adecuada, a fin de evitar la penetración de suelos o agregados de los 2 m finales, en los vacíos del terraplén rocoso. Estas capas serán denominadas capa o capas de transición.
- Los últimos dos metros de terraplén deberán colocarse en capas no mayores de 20 cm de espesor, atendiendo a lo dispuesto anteriormente en lo que se refiere al tamaño máximo del material y a las capas de transición.

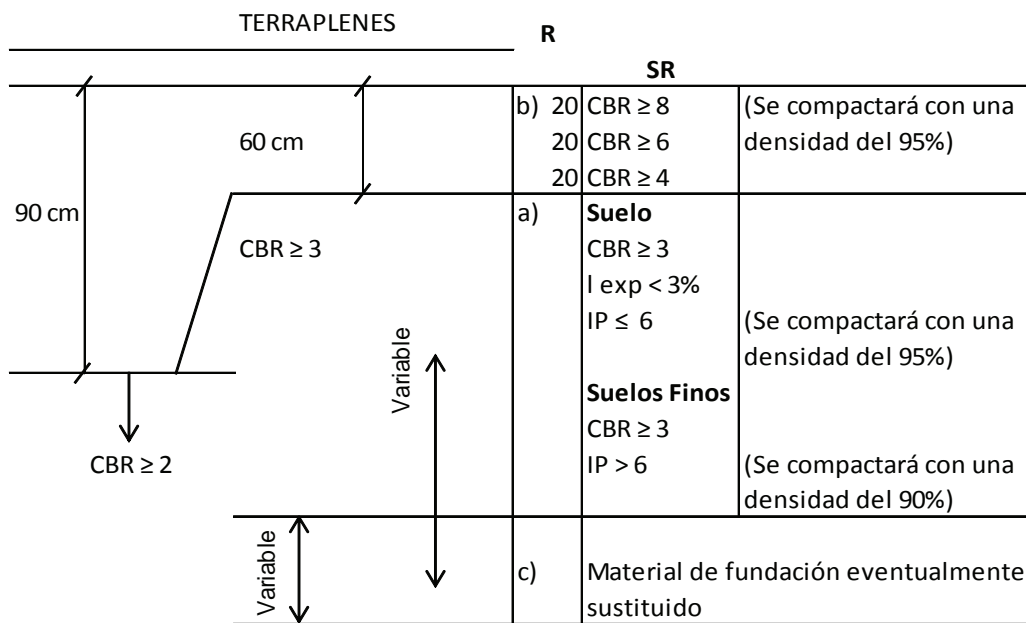
- La capa final de 60 cm de los terraplenes o de sustitución de capas de igual altura, en la excavación en la vía, construidos o no con material rocoso, deberán ser ejecutados en capas de espesor máximo de 20 cm, y piedras de dimensión máxima de 7,5 cm. La capa superior de 20 cm, deberá ser constituida por materiales con diámetros máximos coherentes con lo dispuesto en la Sección-302 Regularización de la Subrasante.
- La conformación de las capas deberá ejecutarse mecánicamente, debiendo extenderse y emparejarse el material con equipo apropiado y debidamente compactado mediante rodillos vibratorios. Deberá obtenerse un conjunto libre de grandes vacíos, llenándose los orificios que se formen, con material fino para constituir una masa compacta y densa.
- En los casos en que por falta de materiales más adecuados fuera necesario el uso de materiales arenosos, su ejecución deberá sujetarse estrictamente a las Especificaciones Especiales que serán establecidas para cada caso particular.
- A fin de proteger los taludes contra los efectos de la erosión, deberá procederse en tiempo oportuno a la ejecución de los drenajes y otras obras de protección tales como la plantación de césped y/o la ejecución de banquetas; todo en conformidad con lo establecido en el diseño o determinado por el Ingeniero durante la construcción.
- La ejecución de cordones cunetas y bordillos en los bordes de la plataforma, en los sectores previstos por el diseño, se efectuará con posterioridad a la construcción de las salidas de agua dispuestas convenientemente de acuerdo con el diseño o a las instrucciones del Ingeniero.
- Cuando existiera posibilidad de socavación en el pie de taludes de ciertos terraplenes, deberá en época oportuna procederse a la construcción de escollerados en los mismos.
- En lugares de cruce de cursos de agua que exijan la construcción de puentes o en caso de pasos superiores, la construcción de los terraplenes debe preceder, en lo posible, a la ejecución de las obras de arte diseñadas. En caso contrario se tomarán todas las medidas de precaución a fin de que el método constructivo empleado para la conformación de los terraplenes de acceso no origine tensiones indebidas en cualquier parte de la obra de arte.
- En los accesos a los puentes, en los tramos de terraplén, 30 m antes y después de las obras, el espesor de las capas no podrá exceder de 20 cm, tanto para el cuerpo del terraplén como para los 60 cm superiores, en el caso de que sea utilizado equipo normal de compactación. En el caso de utilizarse compactadores manuales, el espesor de las capas compactadas no excederá de 15 cm, estos trabajos serán efectuados previa autorización del Ingeniero.
- Las densidades de las capas compactadas serán como mínimo 95% (o la requerida conforme el ítem 7) de la densidad máxima obtenida por el ensayo AASHTO T- 180-D, debiendo la humedad de compactación situarse en  $\pm 2\%$  de la humedad óptima dada por este ensayo. La compactación de los rellenos junto a las alcantarillas y muros de contención, así como en los lugares de difícil acceso del equipo usual de compactación, será ejecutada mediante la utilización de compactadores manuales u otros equipos adecuados, siguiendo los requerimientos de los párrafos anteriores.
- Durante la construcción, los trabajos ya ejecutados deberán ser mantenidos con una buena conformación y un permanente drenaje superficial.
- El material de préstamo no será utilizado hasta que los materiales disponibles, provenientes de la excavación en la vía, hayan sido colocados en los terraplenes, excepto cuando de otra manera lo autorice u ordene el Ingeniero.
- En zonas donde se procedió a la excavación de suelos orgánicos blandos y que presenten nivel freático elevado, en la parte inferior de la excavación, en un espesor mínimo de 30 cm el material deberá ser granular.

El agua deberá mantenerse por debajo del nivel de la capa que está siendo compactada, en cualquier etapa de construcción del relleno.

■ La ejecución de terraplenes de relleno para la recuperación de terrenos erosionados estará subordinada exclusivamente a Órdenes de Trabajo emitidas por el Ingeniero, y será realizada en conformidad con lo prescrito en los incisos (2) hasta (13); estas prescripciones podrán ser alteradas a criterio del Ingeniero en los siguientes aspectos:

- El espesor de las capas compactadas será de 30 cm, admitiéndose espesores mayores previa aprobación escrita de el Ingeniero.
- Aplicación de las indicaciones del inciso (7), solamente en lo referente a cuerpos de terraplenes, y sin especificación de valor mínimo de CBR.
- En la aplicación del inciso (11) se debe considerar que las capas finales estarán constituidas por suelos, en un espesor total mínimo de 1.00 m y bajo orientación del Ingeniero.

Durante su construcción, el terraplén deberá ser mantenido en buenas condiciones y con drenaje superficial permanente.



#### 205.3.4. Cuerpo del Terraplén

En la ejecución del cuerpo de terraplenes se debe clasificar el material de acuerdo a AASTHO M 145. Para el material clasificado A-1 o A-2-4, determinar la densidad máxima de acuerdo a AASTHO T 180, método D. Para otras clasificaciones de material, determinar el contenido óptimo de humedad y la densidad máxima, de acuerdo con AASTHO T 99, método C.

Ajustar el contenido de humedad del material clasificado A1 hasta A5 al contenido de humedad apropiado para la compactación. Ajustar el contenido de humedad del material clasificado como A6 y A7, 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, deberán ser determinados de acuerdo a AASTHO T 98 u otros procedimientos aprobados.

### 205.3.5 Capa final del Terraplén

Los 30 cm superiores de los terraplenes o de la excavación en la vía deben ser constituidos o presentar materiales con CBR mayor o igual a 8% y expansión menor a 2%, correspondiente al 97% de la densidad seca máxima del ensayo AASHTO T-180-D y para el ensayo AASHTO T-193.

El diseño o el Ingeniero podrán requerir el aumento del grado de compactación hasta el 100% de la densidad máxima del ensayo mencionado, cuando los materiales de excavación en la vía y/o préstamos adyacentes no tengan el valor especificado para el CBR. Si aun así no cumplen con los requisitos, se procederá a la construcción de la capa superior de los terraplenes o a la sustitución de la capa superior equivalente de los cortes, de modo a obtener el CBR mínimo indicado en el cuadro siguiente:

**Cuadro 205.1**  
**CBR DE SUB RASANTE**

Profundidad Debajo de la Subrasante (cm)	CBR Mínimo Requerido (%)
0 a 20	8
20 a 40	6
40 a 60	4

### 205.4 MAQUINARIA, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

La ejecución de terraplenes deberá prever la utilización del equipo apropiado que atienda la productividad requerida.

Deberán utilizarse tractores de orugas con topadora, camiones regadores, motoniveladoras, rodillos lisos, de neumáticos, de pata de cabra, estáticos o vibratorios, rodillos de grillas, arado de discos y rastras y otros, además del equipo complementario destinado al mantenimiento de los caminos de servicio en el área de trabajo.

### 205.5 ACEPTACIÓN

#### 205.5.1. Control Tecnológico

- 1) Un ensayo de compactación para la determinación de la densidad máxima según el método AASHTO T-180-D para cada 1.000 m<sup>3</sup>. del mismo material del cuerpo del terraplén.
- 2) Un ensayo de compactación para la determinación de la densidad máxima según AASHTO T-180-D para cada 200 m<sup>3</sup>. de la capa final del terraplén.
- 3) Un ensayo para la determinación de la densidad en sitio para cada 1.000 m<sup>3</sup>. de material compactado del cuerpo del terraplén, correspondiente al ensayo de compactación referido en el inciso 1).
- 4) Un ensayo para la determinación de la densidad en sitio para cada 200 m<sup>3</sup>. de la capa final de terraplén,



alternadamente en el eje y bordes, correspondiente al ensayo de compactación referido en el inciso 2).

5) Un ensayo de granulometría según ASTM C 136 o AASHTO T27, límite líquido según AASHTO T-89 y límite de plasticidad según ASTM D 4318 o AASHTO T-90, para el cuerpo del terraplén y para cada grupo de diez muestras homogéneas, sometidas al ensayo de compactación referido en 1).

6) Un ensayo de granulometría según ASTM C 136 o AASHTO T-27, límite líquido según AASHTO T-89 y límite de plasticidad según ASTM D 4318 o AASHTO T-90, para las capas finales de terraplén y para cada grupo de tres muestras homogéneas sometidas al ensayo de compactación referido en el inciso 2).

7) Un ensayo de contenido de humedad para cada 100 m lineales, inmediatamente antes de la compactación.

8) Un ensayo del índice de Soporte de California (CBR) (AASHTO T-193) con la energía del ensayo de compactación AASHTO T-180-D para las capas superiores del cuerpo de los terraplenes y para la capa final de 60 cm de los terraplenes, para cada grupo de tres muestras sometidas al ensayo de compactación.

9) Todos los ensayos y en la misma frecuencia para los tramos en excavación en la vía. El número de los ensayos con excepción de los indicados en los ítems “3”, “4” y “7” podrán ser reducidos, a exclusivo criterio del Ingeniero siempre que se verifique la homogeneidad del material. Para la aceptación de cada capa de terraplén serán considerados los valores individuales de los resultados.

10) El Ingeniero orientará el control de los terraplenes para “Recuperación de Terrenos Erosionados”, procurando su máxima simplificación.

11) El control de la ejecución del relleno, correspondiente a la carpeta drenante en excavación en la vía en roca con sección mixta, será el mismo que el adoptado para las capas del cuerpo de los terraplenes. El Ingeniero, podrá determinar otra forma de control o aceptación, distinta en todo o en parte a las anteriores, adecuada a materiales alternativos de utilización aprobada.

### **205.5.2 Control Geométrico**

El acabado de la plataforma se ejecutará mecánicamente, en tal forma que se obtenga la conformación de la sección transversal del diseño, admitiéndose las siguientes tolerancias:

1) Variación máxima de (-) 2 cm en relación a las cotas de diseño para el eje y bordes.

2) En atención a los efectos del cambio climático los terraplenes se ejecutarán con un sobreancho de 1 m para garantizar la correcta compactación de la zona de apoyo de los hombros. Una vez construido el terraplén, el material sobrante sobre el perfil teórico podrá ser retirado y reutilizado como material de relleno.

3) El control se efectuará mediante la nivelación del eje y bordes. El acabado, en cuanto al declive transversal y a la inclinación de los taludes, será verificado por el Ingeniero de acuerdo con el diseño.

El control geométrico de los terraplenes de relleno para Recuperación de Terrenos Erosionados será simplificado y establecido por el Ingeniero, quien hará la inspección y aprobación de los trabajos después de su conclusión.

### **205.6 MÉTODO DE MEDICIÓN**

Los trabajos comprendidos en esta especificación serán medidos en metros cúbicos de terraplén compactado y aceptado, de acuerdo con las secciones transversales del diseño, por el método de la “media de las áreas”.

El transporte de materiales para la ejecución de la carpeta drenante será medido en metros cúbicos por kilómetro, calculado por el producto de los valores determinados de la siguiente forma:

El volumen en metros cúbicos será el medido en conformidad a lo indicado al inicio en la presente Especificación Técnica.

La distancia de transporte será medida en proyección horizontal, en kilómetros, a lo largo del trayecto requerido por el equipo de transporte entre el centro de gravedad del yacimiento y del lugar de aplicación. El referido trayecto, será el definido por el Ingeniero. Será definida una única distancia de transporte por cada yacimiento.

Los rellenos de sustitución de los materiales en la excavación en la vía o en terraplenes existentes, consistentes en la ejecución de la Carpeta Drenante en corte en roca (sección mixta), será medida en metros cúbicos de material compactado y aceptado de acuerdo con la sección transversal, tomándose el ancho y la longitud de ejecución con un espesor de 30 cm Este volumen será deducido del volumen del terraplén correspondiente.

La ejecución de los cortes para escalonar el terreno natural y los terraplenes existentes conforme es exigida en la presente Sección, así como el volumen de compactación correspondiente a los escalones, no serán medidos para efectos de pago.

Los terraplenes de relleno para la Recuperación de Terrenos Erosionados serán medidos en metros cúbicos de terraplén compactado y aceptado de acuerdo con las secciones transversales levantadas antes y después de los trabajos de ejecución de terraplén. No serán considerados trabajos de preparación, como ser eventuales desbroces, desbroques, destronques, limpiezas y escalonamientos.

### 205.7 BASES PARA EL PAGO

El trabajo de construcción de terraplenes, medidos en conformidad al inciso 205.6,, será pagado al precio unitario contractual correspondiente presentado en los Formularios de Propuesta, independientemente del grado de compactación requerido.

El pago incluye todas las actividades de colocación, extendido, humedecimiento o desecado del material según se requiera, compactado, empleo de equipo, mano de obra y otros insumos necesarios para cumplir esta especificación.

Cuando el diseño, las Disposiciones Técnicas Especiales o el Ingeniero, dispongan la ejecución de carpetas drenantes en cortes en roca, cortes cerrados o en secciones mixtas, estas carpetas serán pagadas de acuerdo con su ítem de pago correspondiente.

Código	Concepto de Pago	Unidad de Medida
205,1	Terraplén con material de préstamo	m3
205,2	Terraplén con material de excavación en la vía	m3
205,3	Transporte de Material de Acopios	m3 * km
205,4	Cama Filtrante	m3

## **SECCIÓN 206** **PEDRAPLÉN**

### **206.1 DESCRIPCIÓN**

Está constituido por el depósito de materiales pétreos gruesos a ser construidos en la base de los terraplenes o excavación en la vía para mejorar las condiciones del suelo de fundación, cuando la vía deba construirse en terrenos saturados, fangosos o de baja capacidad portante. Los pedraplenes serán construidos según las dimensiones indicadas en los planos de detalle preparados por el Contratista y aprobados por el Ingeniero.

Los pedraplenes deberán disponer de salidas para el escurrimiento del agua que se acumule entre las piedras, de manera que también funcionen como drenes franceses.

### **206.2 MATERIALES**

Para la ejecución del pedraplén se utilizarán piedras de buena calidad con una dimensión lineal no menor a 0.20 m.

### **206.3 REQUISITOS PARA LA CONSTRUCCIÓN**

En las zonas en las que se construirán los pedraplenes, durante la operación de construcción del camino, se colocarán piedras de cantera depositadas por volteo a partir de la descarga de la tolva de un volquete puesto en la posición más inclinada posible.

El material para la conformación de pedraplén será transportado del yacimiento apropiado por intermedio de volquetes.

El Contratista deberá prever personal capacitado para la redistribución y mejoramiento de la posición de las piedras, de tal modo que se cubra toda el área donde se ejecuta el pedraplén. Para consolidar la distribución de las piedras, se deberán realizar algunas pasadas de equipo pesado apropiado, que acomodará el material.

No será necesario obtener una superficie absolutamente uniforme, aunque se buscará que no queden diferencias notorias de nivel terminado de la capa de pedraplén, sobre la que se construirá el terraplén.

La última capa del pedraplén deberá ser construida con materiales granulares de menores dimensiones con un espesor de 15 a 20 cm O como lo indique el Ingeniero, para evitar que los suelos del cuerpo del terraplén puedan introducirse en el pedraplén, con el consiguiente peligro de provocar hundimientos en la superficie del camino.

El material será transportado desde los yacimientos que estén definidos en el Proyecto o como se indican en los planos.

### **206.4 MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS**

Se utilizará equipo adecuado de recolección y transporte de piedras (camiones con tolva reforzada de volteo), herramientas menores y algunas pasadas de equipo pesado para ayudar a acomodar las piedras.

### **206.5 ACEPTACIÓN**

El Ingeniero, controlará la calidad del material (piedra) y las dimensiones de la zona del pedraplén.

Durante la colocación, el control estará orientado a la correcta disposición de las piedras en toda la superficie que debe ser tratada con el pedraplén.

Después de las pasadas necesarias del equipo pesado para el acomodamiento del pedraplén, el Ingeniero verificará las características de la superficie y la condición de consolidación del lugar.

La piedra deberá someterse al ensayo de abrasión antes de su utilización y aprobación por parte del Ingeniero, que en su caso deberá tener menor a 50% de desgaste Los Ángeles, además deberá someterse al ensayo de durabilidad hasta alcanzar un valor no mayor al 14%, en los cinco ciclos.

### **206.6 MÉTODO DE MEDICIÓN**

El volumen por pagarse será el número de metros cúbicos de material, medido en su posición original y computada por el sistema del promedio de áreas, removido, transportado y dispuesta aceptablemente donde lo indique el Ingeniero.

### **206.7 BASES PARA EL PAGO**

Los trabajos de construcción del pedraplén para la estabilización de plataforma, medidos en conformidad al artículo 206.6, serán pagados a los precios unitarios contractuales de la oferta presentada por el Contratista. Dichos precios incluyen la utilización del equipo, materiales y mano de obra que sea necesario para la colocación del pedraplén, compactación y acabado.

<b>Código</b>	<b>Concepto de Pago</b>	<b>Unidad de Medida</b>
206,1	Pedraplén para Estabilización de Plataforma	Metro Cúbico (m3)

## **SECCIÓN 207**

### ***SOBREACARREO Y TRANSPORTE DE MATERIAL***

#### **207.1 DESCRIPCIÓN**

El sobre acarreo consistirá en el transporte autorizado de materiales de excavación más allá de la distancia de acarreo libre.

La distancia de acarreo libre es la distancia especificada que el material excavado deberá ser transportado sin compensación adicional. A no ser que se estipule otra cosa en los documentos del Contrato, la distancia de acarreo libre será de 300 metros.

#### **207.2 MATERIALES**

En el Sobre Acarreo y Transporte de Materiales no se utilizan materiales especiales de ninguna clase.

### **207.3 REQUISITOS DE CONSTRUCCIÓN**

Como en las diferentes fases y sitios identificados es necesario realizar Sobre Acarreo y Transporte de Materiales y si la distancia excede al transporte libre, el Ingeniero mediante comunicación escrita dispondrá el Sobre Acarreo y Transporte de Materiales desde el lugar en que existen materiales hasta el sitio seleccionado por el Ingeniero.

El transporte es un servicio que presta el Contratista para favorecer la normal evolución de la Obra o para despejar sitios que están obstruidos por causas contingentes.

### **207.4 MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS**

Para el Sobre Acarreo y Transporte de Materiales de acuerdo con la distancia se utiliza equipo que está completamente identificado.

- Si la distancia es menor a 300 m se utiliza en general moto traílla, camiones de tolva basculante u otros equipos convencionales.
- Si la distancia es mayor a 300 m la práctica constructiva recomienda utilizar una flota de camiones con tolva basculante o camiones de gran capacidad (fuera de carretera).

Para la operación de carga se utiliza cargadores frontales sobre orugas o neumáticos dependiendo de las características del material de excavación.

### **207.5. ACEPTACIÓN**

#### **207.5.1. Distancia libre de transporte**

La distancia libre de transporte o acarreo libre es la distancia máxima a la que se puede transportar un material, estando el precio de esta operación incluido en el precio de excavación en la vía.

La distancia libre de transporte se fija en 300 m medida desde el centro de gravedad de la excavación hasta el lugar distante 300 m

#### **207.5.2. Distancia de transporte o sobreacarreo**

Es la distancia adicional al transporte libre a que se transporta un material y por la cual se establece un precio.

La distancia (km) considerada para el cálculo del sobre acarreo, será determinada por la diferencia de la distancia existente entre los centros de gravedad de las masas de origen y destino del transporte, a medida según el menor recorrido posible a criterio del Ingeniero y la distancia de transporte libre.

$$DL=(O-D)-DLT$$

dónde:

- DL** : Distancia de transporte
- O** : Referencia origen
- D** : Destino de acuerdo a recorrido más favorable
- DLT** : Distancia libre de transporte DLT = 300 m

### 207.5.3. Aspectos generales para otros transportes

El transporte de materiales para todos los tipos de hormigón y morteros, rellenos para fundación y estructuras, obras de drenaje, obras complementarias, materiales granulares, materiales asfálticos, instalaciones operacionales, servicios para el Ingeniero, entre otros. se deben considerar dentro del ítem correspondiente y no serán objeto de pago separado.

Para la realización de todas las actividades de transporte se utilizarán volquetas, cargadoras u otros equipos en buen estado de funcionamiento y con capacidad aprobada por el Ingeniero. El Contratista podrá proponer diferentes sistemas de transporte que deberán ser previamente analizados y aprobados por el Ingeniero.

Antes de abordar cualquier vía pavimentada, el Contratista deberá limpiar las llantas de todos los vehículos empleados en el transporte de materiales, asimismo las tolvas de las volquetas deberán ser protegidas con un recubrimiento debidamente asegurado a la carrocería del vehículo, de manera de impedir la caída de materiales sobre la vía por donde se transportan.

Se debe evitar que las volquetas realicen maniobras en la superficie del pavimento.

Todo daño producido por los vehículos de la obra en las vías por donde transiten y donde así lo ordene el Ingeniero, deberá ser corregido por el Contratista, a su costo.

Para el transporte de material masivo, el Contratista presentará un esquema del ciclo de transporte al Ingeniero, para su aprobación, por lo menos una semana antes del inicio de las actividades de transporte. Si el esquema y el ciclo planteado por el Contratista y aprobado por el Ingeniero, para el transporte de materiales mostraran algunas dificultades o pondría en peligro a seres vivos o propiedades, el Ingeniero podrá instruir la modificación de las operaciones correspondientes. En este caso, el Contratista deberá plantear un nuevo esquema de transporte que será analizado y aprobado por el Ingeniero.

Los trámites para el paso de los vehículos de la obra sobre caminos de la red vial, estructuras, puentes y zonas de peaje quedan a cargo del Contratista, quién deberá efectuar los trámites correspondientes ante autoridad competente y presentar las autorizaciones respectivas al Ingeniero, antes de utilizar estos elementos.

### 207.6 MÉTODOS DE MEDICIÓN

Para determinar lo que constituye el sobre acarreo autorizado, debe asumirse que el material que se extrae de la excavación será depositado en el terraplén después de haber sido acarreado según la ruta más corta posible.

La distancia del sobre acarreo para material obtenido dentro de los límites de la vía en construcción y colocado dentro de estos límites, será medida sobre la línea central de la vía. No se reconocerá distancia por movimientos transversales o laterales a partir de la línea central, exceptuando por los materiales trasladados hacia áreas designadas fuera de los límites de la vía o desde ellas, tales como las áreas de préstamo, Caso 1, áreas de desecho, etc., en cuyo caso las distancias serán medidas por la ruta más corta que sea factible y satisfactoria, según lo determine el Ingeniero, a menos que se indique de otra forma.

Si el Contratista elige acarrear el material por otra ruta y tal ruta es más larga, los cálculos para el pago serán basados en la distancia de sobre acarreo medida por la ruta elegida por el Ingeniero.

Cuando el Pliego de Licitación contenga un concepto de pago para sobre acarreo sobre la base de metro cúbico-hectómetro, el número de metros cúbicos- hectómetros de sobre acarreo a ser pagados, será el número de metros cúbicos-

bicos de material sobre acarreado multiplicado por la distancia de sobre acarreo medida en hectómetros. La unidad “metro cúbico-hectómetro” es la cantidad de acarreo que se requiere para trasladar un metro cúbico una distancia de 100 metros más allá de la distancia de acarreo libre.

Cuando el Pliego de Licitación contenga un concepto de pago “para sobre acarreo sobre la base de metro cúbico - kilómetro o tonelada-kilómetro, la cantidad de metros cúbicos - kilómetros o de toneladas-kilómetros de sobre acarreo a ser pagada, será el número de metros cúbicos o de toneladas, según el caso, de material sobre acarreado multiplicado por la distancia de sobre acarreo medida en kilómetros. La unidad “metro cúbico - kilómetro”, es la cantidad de acarreo que se requiere para trasladar un metro cúbico una distancia de un kilómetro más allá de la distancia de acarreo libre. La unidad “tonelada-kilómetro”, es la cantidad de acarreo que se requiere para trasladar una tonelada, es decir, 1,000 kilogramos, una distancia de un kilómetro más allá de la distancia de acarreo libre.

### **207.7 BASES PARA EL PAGO**

El transporte de materiales será pagado de acuerdo a la distancia efectiva de transporte y el volumen del material considerando un precio unitario expresado en unidades monetarias por metro cúbico por distancia de transporte.

El precio unitario de transporte expresado en unidades monetarias por metro cúbico - kilómetro y el pago son compensación total por el uso de equipo de transporte y de carga, la mano de obra necesaria para realizar la actividad, insumos que correspondan, herramientas e imprevistos para la correcta ejecución de la actividad.

<b>Código</b>	<b>Concepto de Pago</b>	<b>Unidad de Medida</b>
207,1	Sobre acarreo para $D \geq 300$ m	m <sup>3</sup> -km

## **SECCIÓN 208**

### **EXCAVACIÓN PARA ESTRUCTURAS**

#### **208.1 DESCRIPCIÓN**

Este trabajo consistirá en la excavación necesaria para las cimentaciones de puentes, alcantarillas, subdrenos y otras obras, que, de otro modo no estén mencionadas en las especificaciones. Exceptuando lo estipulado de otra manera para las alcantarillas tubulares, el relleno de las estructuras terminadas y la remoción de todo el material excavado, deben de hacerse de acuerdo con estas especificaciones y en razonable conformidad con los planos o con lo que disponga el Ingeniero. Este trabajo también incluye lo que fuere necesario para achicar, bombear, drenar, entibar, apuntalar, y la construcción necesaria de ademes y ataguías, así como el suministro de los materiales para tales obras y también la subsiguiente remoción de ademes y ataguías, y la colocación de todo el relleno necesario.

Este trabajo también deberá incluir, el proporcionar y colocar el material de relleno de cimentación necesario, para reponer el material inadecuado que se haya encontrado debajo del nivel de cimentación de las estructuras. No se hará ninguna clasificación de los distintos tipos de materiales que fuesen encontrados en la excavación.

#### **208.2 MATERIALES**

*Los materiales deberán cumplir con lo estipulado de las siguientes secciones:*

Material de Relleno Corriente para Estructuras	Artículo 1003.22.9
Agregados para Relleno Estructural	Artículo 1003.20.1
Material para Lecho de Alcantarillas	Artículo 1003.22.3
Concreto	Sección 901
Relleno de Fundación	Artículo 1003.20.2
Concreto para Sellar	Sección 602

### 208.3 REQUISITOS PARA LA CONSTRUCCIÓN

#### 208.3.1 Abra y Destronque

Antes de comenzar las operaciones de excavación en cualquier área, todas las operaciones de Abra y Destronque necesarias deberán haber sido llevadas a cabo de acuerdo con la Sección-201.

#### 208.3.2 Excavación

##### 1) Para todas las Estructuras

El Contratista deberá avisar al Ingeniero, con suficiente anticipación, del comienzo de cualquier excavación para que se puedan tomar las elevaciones y medidas de las secciones transversales del terreno original. El terreno natural contiguo a la estructura no deberá ser alterado sin permiso del Ingeniero.

Las zanjas o fosos de fundación para las estructuras o cimientos de las mismas, deberán ser excavados hasta los límites, rasantes o elevaciones mostradas en los planos, o según fuesen replanteados por el Ingeniero. Estas, deberán ser de suficiente tamaño para permitir la colocación de las estructuras o de los cimientos del ancho y longitud especificados. El nivel de desplante de los cimientos según se muestren en los planos, se deben considerar solamente aproximadas, y el Ingeniero puede ordenar por escrito los cambios en dimensiones o niveles de desplante de los cimientos que pudiese considerar necesarios para asegurar una cimentación satisfactoria.

Los peñascos, troncos y cualquier otro material objetable, que fuesen encontrados durante la excavación, deberán ser retirados del sitio.

El Contratista debe informar al Ingeniero cada vez que termine una excavación, y ningún cimiento, ni material de lecho, ni alcantarilla de tubo deberá ser colocada, hasta que el Ingeniero haya aprobado la profundidad de la excavación y la clase del material de cimentación.

##### 2) Estructuras que no sean Alcantarillas de Tubo

Todo el material suelto deberá ser extraído del área de cimentación, y el material duro deberá ser cortado hasta obtener una superficie firme, ya sea plana, escalonada o dentada, según lo ordene el Ingeniero. Todas las fisuras o hendiduras deberán ser limpiadas y rellenadas con mortero. Toda piedra suelta y desintegrada y los estratos de pequeño espesor deberán ser removidos. Cuando el cimiento tenga que apoyarse sobre material que no sea roca, la excavación hasta el nivel de desplante no deberá completarse sino hasta un poco antes de que vaya a ser colocado el cimiento. Cuando, a juicio del Ingeniero, el material en que vaya a desplantarse el cimiento fuese blando, fangoso o de otro modo inadecuado, el Contratista deberá remover el material inadecuado y rellenar con material granular aprobado (Ver artículo 1003.22.1). Este relleno deberá ser colocado y compactado en capas de 15 centímetros de espesor cada una, hasta alcanzar nivel de cimentación.



Cuando se utilicen pilotes para la cimentación, la excavación de cada foso deberá estar terminada antes de ser hincados los pilotes, y cualquier relleno para cimentación deberá ser colocado después de que los pilotes hayan sido hincados. Una vez terminada esta operación, todo el material suelto, desplazado, deberá ser retirado, dejando un lecho liso y sólido para recibir el cimientto.

### 3) *Alcantarillas de Tubo*

La zanja para la tubería deberá ser suficientemente ancha para permitir el acoplamiento satisfactorio de los tubos y la adecuada compactación del material de lecho debajo y alrededor del tubo. Cuando se encuentre piedra, tierra endurecida u otro material rígido, se deberá excavar más abajo del nivel de la línea de flujo hasta una profundidad mínima de 30 centímetros o caso contrario 5 centímetros por cada metro de relleno que haya encima del tubo, lo que sea mayor, pero que no exceda de tres cuartos del diámetro vertical interior de la tubería. El ancho de la excavación deberá ser, por lo menos, 90 centímetros mayor que el diámetro horizontal exterior de la tubería. La excavación por debajo de la línea de flujo se deberá rellenar con material selecto compresible, fino, tal como arcilla limosa o arcilla arenosa (Ver artículo 1003.22.3), que deberá compactarse ligeramente en capas que no excedan de 15 centímetros de espesor de material suelto, para formar un lecho uniforme pero compresible.

Cuando no se encuentre una cimentación adecuada al nivel establecido, a causa de un terreno blando, esponjoso o en otra forma inestable, el material inestable bajo el nivel de la línea de flujo, deberá ser removido en un ancho de, por lo menos, un diámetro a cada lado de la tubería a instalarse y hasta una profundidad que fijará el Ingeniero y se repondrá con material granular aprobado (Ver artículo 1003.22.3), debidamente compactado, para que proporcione el apoyo adecuado a la tubería, a no ser que en los planos se requieran otros métodos especiales de construcción.

La superficie de apoyo deberá proporcionar un ancho firme con densidad uniforme en todo el largo de la alcantarilla, y si lo ordenase el Ingeniero, deberá darse contraflecha en dirección paralela al eje de la tubería.

Cuando las alcantarillas tubulares tengan que ser colocadas en zanjas excavadas en terraplenes, la excavación de cada zanja deberá ser llevada a cabo después de que el terraplén haya sido construido hasta un plano paralelo a la gradiente propuesta para el fondo de la alcantarilla y hasta la altura, sobre el fondo de la tubería, que muestren los planos o que ordenase el Ingeniero.

#### **208.3.3 Utilización de los Materiales Excavados**

Todo el material excavado, siempre que sea adecuado, deberá ser utilizado como relleno o terraplén. El material excedente, aun cuando provisionalmente fuese permitido que quede dentro del cauce de la corriente, finalmente se deberá retirar de forma que no obstruya y contamine la corriente ni perjudique en modo alguno la eficiencia o apariencia de la estructura. En ningún momento se deberá depositar ningún material excavado de manera que ponga en peligro la construcción parcialmente terminada o provoque sedimentación en los cursos o reservorios de agua.

#### **208.3.4 Ataguías**

Deberán ser utilizadas ataguías apropiadas y prácticamente impermeables, dondequiera que se encuentren estratos acuíferos situados más arriba de la elevación del fondo de la excavación. Al serle solicitado, el Contratista presentará dibujos que muestren el método propuesto para la construcción de ataguías, según lo estipulado en el Sección-100 división 1.

Las ataguías o entibaciones para la construcción de cimientos deberán, por lo general, asentarse bastante más abajo del fondo de la excavación para los cimientos; deberán estar bien apuntaladas y serán lo más impermeables que

sea posible. Por lo general, las dimensiones interiores de las ataguías deben ser tales que permitan el espacio libre suficiente para la construcción de moldes y la inspección de sus exteriores, así como para permitir el achicado del agua hacia fuera de los moldes. Las ataguías que se inclinen o muevan lateralmente durante el proceso de hincadura, deberán ser enderezadas o ampliadas para que proporcionen el espacio libre necesario.

Cuando se presenten condiciones que, a juicio del Ingeniero, hagan impracticable el drenaje de la excavación antes de colocar los cimientos, el Ingeniero podrá exigir la construcción de un sello de fundación de concreto en el fondo de la excavación, de las dimensiones que él estime necesarias, y del espesor suficiente para resistir cualquier posible subpresión. El concreto para dicho sello será colocado como lo muestren los planos o como fuese ordenado por el Ingeniero. Luego se deberá proceder al drenaje de la excavación y a la colocación de los cimientos. Cuando se utilicen chiqueros con pesos y el peso es utilizado para vencer parcialmente la presión hidrostática que actúa contra el fondo del sello de fundación, se deberá proporcionar un anclaje especial, tal como clavitas o llaves para transferir todo el peso de la ataguía al sello del cimiento. Cuando el sello de fundación deba ser colocado bajo el agua, las ataguías deberán contar con agujeros de drenaje adecuados, a la altura del nivel de aguas mínimas, para permitir la salida del agua desplazada por el concreto bajo agua.

Las ataguías deberán ser construidas de manera que protejan el concreto fresco contra el daño que podría causar una repentina crecida de la corriente de agua, así como para evitar que la cimentación resulte erosionada. No deberá dejarse ni maderamen ni puntales en las ataguías o chiqueros, de modo que se extiendan hacia el interior de la subestructura, excepto cuando se tenga permiso escrito del Ingeniero.

Cualquier bombeo que se pudiese permitir desde el interior de los moldes de un cimiento, deberá ser llevado a cabo de modo que excluya la posibilidad de que alguna parte de los materiales del concreto pudiese ser arrastrada por el agua. Cualquier bombeo que fuese necesario durante el colado del concreto, o dentro de un período de 24 horas después del mismo, deberá ser efectuado desde un sumidero apropiado que se encuentre fuera de los moldes del concreto. El bombeo para desaguar una ataguía sellada no se deberá comenzar hasta que el sello se encuentre suficientemente fraguado para resistir la presión hidrostática.

A menos que fuese dispuesto de otro modo, las ataguías y chiqueros con todo el encofrado y puntales correspondientes, deberán ser retirados por el Contratista después de terminada la subestructura, haciendo tal trabajo de manera que no altere o estropee la obra ya terminada ni caigan escombros en la corriente.

### **208.3.5 Conservación del Canal**

A no ser que fuese permitido de otra manera, no deberá hacerse ninguna excavación fuera de los cajones de cimentación, chiqueros, ataguías, ni tablestacado y el lecho natural de la corriente de agua contiguo a la construcción, no deberá ser alterado sin permiso del Ingeniero. Si alguna excavación o dragado se ejecutara en el lugar de la construcción antes de que los cajones de cimentación, chiqueros o ataguías sean hincados en el lugar, el Contratista deberá, después de que la base del cimiento esté en su lugar, rellenar todas esas excavaciones hasta el nivel original del terreno o lecho de la corriente de agua, con material que el Ingeniero considere satisfactorio.

### **208.3.6 Relleno y Terraplenes para Estructuras que no sean Alcantarillas de Tubo**

#### *a) Rellenado*

Las zonas excavadas alrededor de las estructuras deben ser rellenadas con material granular permeable (Ver artículo 1003.22.3), colocado en capas horizontales que no excedan de 15 centímetros de espesor, hasta alcanzar el nivel original del terreno. Cada capa deberá ser humedecida o secada, según sea necesario, y compactada totalmente con el equipo apropiado.

Al hacer rellenos o terraplenes detrás de estribos, pilas o muros, hasta donde sea posible, el material deberá ser colocado simultáneamente, a la misma altura en ambos lados de la estructura. Si las condiciones exigiesen la colocación del relleno o terraplén hasta una altura notablemente más alta en un lado que en el contrario, el material adicional en el lado más alto no deberá ser colocado hasta que el Ingeniero haya otorgado su permiso y además, es preferible no hacerlo hasta que la estructura tenga 14 días de edad o hasta que los ensayos hechos por el laboratorio, bajo la supervisión del Ingeniero, permitan comprobar que el concreto ha alcanzado suficiente resistencia para soportar las presiones producidas por los métodos de construcción utilizados o que los materiales de relleno han sido colocados sin daños o deformaciones en la estructura que excedan un factor de seguridad adecuado.

No serán colocados ni rellenos ni terraplenes detrás de las paredes de cajas de concreto reforzado, estribos o estructuras de marcos rígidos, hasta que la losa superior haya sido colocada y curada adecuadamente. Detrás de estribos sostenidos en su parte superior por la superestructura y detrás de los aletones de cajas y puentes, los rellenos y terraplenes deberán ser levantados simultáneamente detrás de ambos estribos o aletones opuestos.

Todos los terraplenes adyacentes a estructuras deberán construirse en capas horizontales, compactadas según se prescribe en la Sección 205, excepto que se permitirá el uso de apisonadoras mecánicas para obtener la compactación exigida. Se deberá poner especial cuidado para evitar que los rellenos produzcan “acción de cuña” contra la estructura y los taludes que limitan o están dentro del área por rellenar, deberán ser escalonados o dentados para evitar la acción de cuña. La colocación del material para los terraplenes y el escalonado de los taludes, deberá hacerse en tal forma que continuamente haya una berma horizontal de material concienzudamente compactado en una longitud por lo menos, igual a la altura del estribo o muro contra el cual se coloque el relleno, exceptuando donde el suelo original, no alterado, interfiriese dentro de esta área.

Se deberá utilizar piedra triturada, arena gruesa o grava de acuerdo con lo especificado en la Sección 1003.20 para proporcionar un filtro adecuado para el drenaje por medio de los drenes de muros, según muestren los planos. (Ver Sección 923). El relleno estructural y el relleno de fundación serán evaluados de acuerdo con el Cuadro 208-1.

#### *b) Compactación*

El contenido óptimo de humedad y la densidad máxima serán determinados 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 será colocado en cada capa de relleno a, por lo menos, el 95 por ciento de la densidad máxima. La densidad y contenido de humedad in situ serán determinados de acuerdo con AASHTO T 238 y T 239 u otros procedimientos aprobados.

### **208.3.7 Lecho, Relleno y Terraplén para Alcantarillas Tubulares**

El lecho, el relleno y el terraplén para alcantarillas tubulares, serán construidos de acuerdo con la Sección-701.

## **208.4. MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS**

La excavación será efectuada mediante la utilización racional del equipo adecuado que posibilite la ejecución de los trabajos en los diferentes materiales de la excavación.

## **208.5 ACEPTACIÓN**

Los materiales de relleno, de lecho y de relleno de fundación serán evaluados visualmente y por medio de mediciones y ensayos. El Cuadro 208-1 muestra los requisitos mínimos para el muestreo y ensayos. (Ver Sección-100 división 1).

La excavación estructural y el relleno serán evaluados visualmente y mediante mediciones y ensayos. (Ver Sección 100 división 1).

**CUADRO 208-1**  
**Muestreo y Ensayos**

Material o Producto	Propiedad o Característica	Método o Especificaciones del Ensayo	Frecuencia	Lugar del Muestreo
Relleno Estructural	Gradación	AASHTO T 27 y AASHTO T 11	1 por cada tipo de material	Banco de material o en el montón acopiado
Préstamo no Clasificado	Límite Líquido	AASHTO T 89	1 por cada tipo de material	En el material procesado antes de incorporado en la obra
Material de Lecho, Clase C	Humedad - Densidad Densidad in situ y Contenido de humedad	AASHTO T 99 método C AASHTO T 238 y AASHTO T 239 u otros procedimientos aprobados	1 por cada 200 m <sup>3</sup> pero no menos de 2 por cada instalación	En el material compactado
Material de Lecho, Clase B	Gradación	AASHTO T 27 y AASHTO T 11	1 por cada tipo de material	Fuente del material
Relleno de Fundación	Clasificación	AASHTO M 145	1 por cada tipo de material	banco de material o en el montón acopiado
Relleno Granular Selecto	Humedad - Densidad	AASHTO T 99 método C AASHTO T 27 Y AASHTO 11	1 por cada tipo de material 1 por cada 5000 m <sup>3</sup>	En el material procesado antes de incorporado en la obra
Relleno para Muros Encribados	Densidad in situ y Contenido de humedad	AASHTO T 238 y AASHTO 239 u otros procedimientos aprobados	1 por cada 200 m <sup>3</sup> pero no menos de 2 por cada instalación	En el material compactado

El apuntalamiento, el entibamiento y tablestacado serán evaluados visualmente y mediante mediciones y ensayos. (Ver Sección 100, División 1).

El abra y destronque será evaluada bajo las Sección 201 y Sección 202. El concreto para sellado será evaluado bajo la Sección 602.

## 208.6 MÉTODOS DE MEDICIÓN

### 208.6.1 Excavación para Estructuras

El volumen de excavación que se pagará consistirá en la cantidad de metros cúbicos de material aceptablemente excavado de acuerdo con los planos o con las instrucciones por escrito del Ingeniero, medidos en su posición original. En ningún caso la medición para pago incluirá los siguientes volúmenes:

1. El volumen excavado fuera de los planos verticales paralelos, situados a 45 centímetros de: a) Las líneas netas de los cimientos o fundaciones; y b) Las paredes interiores de las alcantarillas de tubo y de arco en su dimensión horizontal más ancha.
2. El volumen excavado fuera de las líneas netas de la excavación, mostradas en los planos para los subdrenes y el relleno colocado fuera de los límites de “relleno para fundación”, que haya establecido el Ingeniero.
3. El volumen incluido dentro de los límites marcados para la excavación en la vía, cambios de canales adyacentes a la estructura, zanjas., etc., para los cuales en las especificaciones se estipula pago de otro modo, o bajo otros conceptos.

4. El volumen de agua u otro líquido resultante de las operaciones de construcción, y que pueda ser bombeado o drenado.
5. El volumen de cualquier excavación efectuada con anterioridad al levantamiento de las secciones transversales del terreno original sin alterar.
6. El volumen de cualquier material re-trabajado; sin embargo, el volumen excavado, según se ordene, será incluido en la medición cuando se indique en los planos, o el Ingeniero ordene la excavación después de la construcción del terraplén, cuando se requiera la instalación de alcantarillas de tubo mediante el método de la “zanja imperfecta”, especificado en la Sección 702.
7. El volumen de excavación para cimentación que se ordene a una profundidad mayor de 1.50 metros por debajo del nivel de desplante de tales cimientos mostrado en los planos originales del Contrato, a menos que el Pliego de Licitación incluya un concepto de pago para excavación ordenada por debajo de los niveles de desplante mostrados en los planos de los cimientos individuales.
8. El volumen excavado en la remoción de alcantarillas tubulares y cabezales de alcantarillas, cuyo pago será subsidiario del concepto de pago para la remoción de alcantarillas y cabezales.
9. La cuña de material que sea necesario para dar estabilidad a las paredes de las excavaciones y seguridad al personal que trabaja dentro de la excavación. El Contratista deberá incluir este costo como subsidiario en su oferta pues no habrá pago directo ni por la remoción de derrumbes ni por el entibamiento de la excavación.

#### **208.6.2 Excavación para Puentes**

El volumen de excavación señalado en los planos o en las Especificaciones Especiales como “Excavación para Puentes”, se medirá como se indica adelante, y para fines de pago se llevará cuenta separada de la excavación para todas las demás estructuras. El volumen de excavación para puentes a pagar será el volumen excavado dentro de los planos verticales paralelos, situados 45 centímetros hacia afuera de las líneas netas de los cimientos. Estos planos verticales definirán el volumen de excavación a pagar, independientemente de los volúmenes excavados dentro y fuera de ellos.

#### **208.6.3 Relleno para Cimentación**

El volumen del relleno para cimentación a pagar será la cantidad del material granular especial, efectivamente entregado y colocado bajo el nivel de desplante de las estructuras, medido en metros cúbicos en su posición final, según lo especificado y ordenado, completo en su lugar y aceptado.

#### **208.6.4 Relleno Estructural**

El relleno estructural será medido en metros cúbicos ya colocado y compactado. Se limitará el volumen de relleno estructural medido en su posición final, al colocado dentro de planos verticales a 45 centímetros afuera y paralelos a las líneas netas de zapatas o fundaciones. Se usarán estos planos verticales para determinar las cantidades de pago independientemente de la cantidad de relleno colocado fuera de estos planos.

#### **208.6.5 Apuntalamiento, Entibamiento y Trabajos Afines**

Cuando el apuntalamiento, entibamiento y trabajos afines se incluyan como una partida de pago en el Pliego de Licitación, serán pagados según la suma global del precio propuesto. Este trabajo incluirá el suministro, construcción, mantenimiento y remoción de todo el apuntalamiento, entibamiento, ataguías, cajones de cimentación, además,

revestimiento de zanjas, control de agua y otras operaciones necesarias para la terminación aceptable de la excavación incluida en las labores de esta sección, hasta una profundidad de 1.50 metros por debajo del nivel de desplante que figure en los planos para la cimentación de cada estructura individual.

### 208.7 BASES PARA EL PAGO

Las cantidades aceptadas, medidas de acuerdo con lo estipulado en la Sección 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, con las siguientes excepciones:

- 1) Cualquier excavación para cimentación de estructuras que fuese ordenada a una profundidad mayor de 1.50 metros por debajo del nivel de desplante mostrado en los planos originales del Contrato, será pagada según lo estipulado el Sección-100 división 1, a no ser que se incluya en el Pliego de Licitación, un concepto de pago por excavación ordenada por debajo del nivel de desplante de la cimentación.
- 2) El concreto será medido y pagado de acuerdo con lo estipulado en la Sección 602 de estas especificaciones.
- 3) Cualquier excavación del camino o de préstamo que se necesite como excedente de la cantidad excavada para estructuras, será medida y pagada de acuerdo con lo estipulado en la Sección 203 de estas especificaciones.
- 4) El apuntalamiento, entibamiento y trabajos afines que se requieran para la excavación ordenada a una profundidad mayor de 1.50 metros por debajo del nivel de desplante de la cimentación que figura en los planos de cualquier estructura individual, será pagada por suma global.

El pago será efectuado bajo los siguientes conceptos:

Código	Concepto de Pago	Unidad de Medidada
208,1	Excavación para Estructuras.	Metro Cúbico (m3)
208,2	Excavación para Puentes.	Metro Cúbico (m3)
208,3	Relleno para Cimientos.	Metro Cúbico (m3)
208,4	Excavación ordenada por debajo del nivel de desplante de la cimentación mostrado en los planos.	Metro Cúbico (m3)
208,5	Relleno Estructural.	Metro Cúbico (m3)
208,6	Apuntamiento, Entibamiento y Trabajos Afines.	Suma global
208,7	Tablestacas.	Suma global

## **SECCIÓN 209**

### **ELIMINACIÓN DE CAMINOS O CALLES EXISTENTES**

#### **209.1 DESCRIPCIÓN**

Este trabajo consistirá en la eliminación, en razonable conformidad con estas especificaciones, de aquellos caminos o calles existentes que son mostrados en los planos o designados por el Ingeniero para ser eliminados.

#### **209.2 MATERIALES**

No aplicable.

#### **209.3 REQUISITOS PARA LA CONSTRUCCIÓN**

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.

Las estructuras existentes serán quebradas en pedazos, los que serán enterrados o removidos donde lo muestren los planos o lo ordene el Ingeniero. Todo material con valor de rescate será cuidadosamente removido procurando 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 el Sección-100 división 1 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.

#### **209.4. MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS**

Se aplicara la utilización racional del equipo adecuado que posibilite la ejecución de los trabajos en los diferentes materiales de la excavacion

#### **209.5 ACEPTACIÓN**

La eliminación de vías existentes será evaluada visualmente.

#### **209.6 MÉTODO DE MEDICIÓN**

Se pagará por el número de unidades de 100 M2 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.

**209.7 BASES PARA EL PAGO**

Las cantidades aceptadas, medidas de acuerdo con lo estipulado en la Sección 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. Referirse a la División I.

Los pagos serán efectuados bajo los siguientes conceptos:

Código	Concepto de Pago	Unidad de Medida
209,1	Eliminación de Caminos (o Calles)	Unidades de 100 m2 existentes

**SECCIÓN 210****CONTROL TEMPORAL DE LA EROSIÓN Y LA SEDIMENTACIÓN****210.1 DESCRIPCIÓN**

Este trabajo consiste en el suministro, instalación, construcción y mantenimiento de medidas temporales de control de la erosión y para evitar la sedimentación de ríos, arroyos, lagos, represas y otras masas de agua y la contaminación de propiedades aledañas por medio del agua pluvial.

Este control se logra mediante el uso de bermas, pretilas, lagunas de sedimentación, cobertura vegetal, esterillas de fibra, coberturas geo sintéticas, mallas, engramado, empedrado, drenes de taludes y otros dispositivos naturales o manufacturados, todo de acuerdo con lo mostrado en los planos u ordenado por el Ingeniero y estas especificaciones.

Los trabajos de control de erosión se realizarán en todas las áreas donde el recurso suelo haya sido alterado por una actividad ejecutada por el Contratista en el desarrollo de la obra.

Es necesario, además, que el Contratista conduzca un programa de control de erosión para el proyecto.

El terraceo se puede realizar con el propósito de controlar la erosión y facilitar el establecimiento de la vegetación, o para aumentar el factor de seguridad.

El acolchado, consiste en crear una cobertura del suelo con distintos materiales, orgánicos o inorgánicos. El acolchado inorgánico puede estar formado por rocas volcánicas, caucho reciclado o algunos geotextiles. Este material no se descompone con facilidad, aunque si mejora la estructura del suelo.

Un método muy efectivo es el uso de barreras vegetales perpendiculares a la línea de máxima pendiente. Para ello se deben utilizar especies perennes, capaces de adaptarse a las condiciones del talud incluida capacidad de producción de biomasa. Se debe prestar atención a que estas plantas estén autorizadas evitando el uso de especies exóticas sin verificar previamente con los servicios correspondientes para evitar la introducción de una especie invasora.

Se estima que una distancia vertical entre hileras de 2 m es adecuada. Conviene prestar atención al hecho de que estas barreras vegetales deben ser lo suficientemente densas para que la escorrentía no pueda atravesarlas formando un reguero.



Las mantas orgánicas, Son materiales relacionados con los geotextiles, constituidos por un entre-cosido de mallas y fibras naturales o sintéticas. Se utilizan para el control de la erosión superficial, como soporte de suelos.

Las geomallas volumétricas, son sistemas tridimensionales formados por varias mallas termosoldadas a los que se les aplica tratamientos para resistir las radiaciones ultravioletas. Se pueden usar en grandes pendientes, por lo que está indicado para desmontes, donde no sea posible aportar suelo para mejorar el substrato. Se adoptan también en combinación con otras técnicas de bioingeniería como las estacas vivas o los lechos de ramas.

## **210.2 MATERIALES**

Los materiales a usar en las medidas de control temporal de la erosión y la sedimentación serán los indicados en los planos, especificaciones especiales y los requerimientos de estas especificaciones:

*Materiales para Control de Erosión y la Sedimentación:*

Artículo 1013.7	Material de Redes para Controlar la Erosión.
Artículo 1013.8	Materiales Misceláneos.
Artículo 1013.9	Materiales para Control Temporal de la Erosión y Sedimentación.
Artículo 1013.10	Espigas y engramado
Artículo 1013.11	Estaquillas Sujetadoras para los Cespedones en Cuadros.
Artículo 1013.12	Esteras y Mallas Sintéticas para Control de Erosión.

Todos los otros materiales deberán satisfacer las normas de calidad comerciales y deberán ser aprobados por el Ingeniero antes de ser incorporados a la obra.

## **210.3 REQUISITOS PARA LA CONSTRUCCIÓN**

En la Reunión de Pre-construcción o antes de dar inicio a las obras correspondientes, el Contratista deberá someter para aprobación, su programa para la realización de los trabajos temporales y permanentes para el control de la erosión y la sedimentación aplicables al abra y destronque, terracería, puentes y otras estructuras sobre vías de agua, construcción de capas superficiales y pavimentación.

También deberá someter para aprobación, el método que propone utilizar para el control de la erosión y sedimentación en las rutas de acarreo y en yacimientos de préstamo, y su plan para la eliminación de materiales de desperdicio. No podrá iniciar el trabajo hasta que los programas de control de erosión y métodos de operación para la construcción pertinentes hayan sido aceptados por el Ingeniero.

Se deberá limitar el área superficial de suelos erosionables que queden al descubierto por las operaciones de abra y destronque, excavación, extracción de materiales de préstamo y la colocación de rellenos; el Contratista deberá tomar inmediatamente las medidas temporales o definitivas, de acuerdo con las instrucciones del Ingeniero, para prevenir la erosión del suelo que pueda afectar desfavorablemente las operaciones de construcción, perjudicar las propiedades adyacentes, o causar la contaminación de arroyos u otras vías de agua adyacentes, lagos, lagunas u otros depósitos de agua. Tal trabajo puede involucrar la construcción de obras temporales como bermas, diques, represas, lagunas de sedimentación, drenajes de talud, y la utilización temporal de coberturas vegetales, esterillas de fibra, siembras u otros dispositivos o métodos adecuados para controlar la erosión. A medida que avance la excavación y hasta donde se considere necesario y práctico, los taludes en corte y relleno deberán ser sembrados y protegidos con la cobertura vegetal que se especifique.

Se requerirá que el Contratista incorpore al Proyecto, lo más pronto posible, las obras permanentes de control de erosión de acuerdo con el programa propuesto y aprobado, para reducir al mínimo la necesidad de medidas temporales para el control de la erosión y sedimentación. Las medidas provisionales para el control de la erosión y la sedimentación serán utilizadas para corregir las condiciones que se presenten durante la construcción, que no fueron previstas en la etapa de diseño y que provisionalmente sean necesarias para controlar la erosión y la sedimentación que se desarrollen durante la ejecución normal de la construcción, pero que podrían no formar parte de las medidas permanentes de control del Proyecto.

Siempre que las condiciones del Proyecto lo permitan, y en las áreas donde sea probable que la erosión y la sedimentación representen un problema, las operaciones se programarán y realizarán en tal forma que el movimiento de tierra y las obras permanentes de control puedan ser realizadas inmediatamente después de que se haya efectuado el abra y destronque. De lo contrario, podrán requerirse medidas temporales de control de erosión entre las etapas sucesivas de trabajo. Bajo ninguna circunstancia, el abra y destronque deben dejar expuesta, sujeta a la erosión, una superficie que exceda de 70,000 metros cuadrados por módulo de equipos de construcción disponible, a menos que lo autorice el Ingeniero.

El Ingeniero limitará las áreas de operación de excavación, préstamo y terraplenado, de acuerdo con el progreso y la capacidad del Contratista de mantener el avance, de acuerdo al programa aceptado, del acabado de terracerías, colocación de cobertura vegetal, siembra y otras medidas permanentes de control de erosión y sedimentación. Si las limitaciones climáticas o estacionales tornan impracticable tal coordinación, se tomarán medidas temporales de control de erosión inmediatamente, hasta donde sea factible y justificado.

El Ingeniero, de acuerdo con su análisis de las condiciones particulares del Proyecto, puede aumentar o disminuir el área superficial de tierra sujeta a la erosión que puede dejarse expuesta, en las operaciones de abra y destronque, excavación, préstamo y terraplenado.

En el caso de que por negligencia del Contratista, descuido o falta de instalación de los controles permanentes como parte del trabajo programado, se requiriesen medidas provisionales de control de la erosión y de la sedimentación, entonces, éstas podrán ser ordenadas por el Ingeniero y ejecutadas por cuenta del Contratista. Los trabajos de control provisional de la erosión y de la sedimentación necesarios, que no fuesen ocasionados por negligencia, descuido o falta de controles permanentes por parte del Contratista, se llevarán a cabo como lo ordene el Ingeniero, sin penalizar al Contratista.

El control temporal de la erosión y de la sedimentación puede incluir la construcción de obras fuera del Derecho de Vía, por ejemplo, en bancos de préstamo, caminos de acarreo y áreas de estacionamiento de equipo. Las obras de control de erosión y sedimentación instaladas por el Contratista serán mantenidas en forma aceptable por él mismo durante todo el período de ejecución del Proyecto.

### **210.3.1 Instalación de Revestimiento de las Cunetas y Zanjas Permanentes**

En lugares donde esté mostrado en los planos o esté especificado el revestimiento de cunetas y zanjas como obras permanentes, dicho revestimiento deberá ser realizado tan pronto como hayan concluido los trabajos de terracería.

### **210.3.2 Protección de las Corrientes de Agua**

El agua proveniente del lavado de agregados u operaciones similares deberá ser tratada por medio de filtración, lagunas de sedimentación u otros medios suficientes para prevenir la descarga de sedimento en las corrientes que la reciben.

El Contratista deberá programar y conducir las operaciones de construcción de tal manera que se evite la sedimentación

de corrientes, lagos y reservorios y propiedades cercanas al Proyecto y prevenir la interferencia con el movimiento de peces migratorios.

Las áreas de desecho y los caminos de construcción deberán ser localizados de manera que se impida que el sedimento entre en las áreas de drenaje de corrientes y embalses o estanques de agua, permitiendo así la aplicación efectiva de medidas de control de la erosión y de la sedimentación.

El equipo mecanizado no deberá ser operado a través de corrientes permanentes o permanecer de otra manera en ellas, a menos que esté permitido expresamente en las Condiciones Especiales del Contrato.

Cuando sea necesario que el equipo cruce frecuentemente corrientes, se deberán construir puentes u otras estructuras provisionales de cruce empleando materiales no erosionables.

Las corrientes, arroyos y otros cursos de agua, deberán quedar libres de la obra falsa, pilotes, escombros y otras obstrucciones colocadas durante la construcción y que no formen parte de la obra terminada, a la brevedad posible.

### **210.3.3 Aplicación de Estabilizador Temporal de Suelos**

Cuando las Condiciones Especiales del Contrato lo requieran, se aplicará un estabilizador temporal de suelos a todas las áreas de suelo expuestas en las que no se esté trabajando activamente, si son suspendidas las operaciones de construcción o si áreas de suelo expuestas van a permanecer sin ser trabajadas durante catorce (14) días o más, el Contratista deberá tratar las áreas expuestas, con un estabilizador temporal de suelos.

El Contratista deberá seguir las instrucciones y recomendaciones del manufacturero sobre el almacenamiento y aplicación del estabilizador de suelos. La tasa de aplicación será la recomendada por el manufacturero, excepto si el estabilizador de suelos no está produciendo los resultados requeridos, se podrá aumentar la tasa de aplicación según lo indique el Especialista Ambiental del Contratante.

Las áreas tratadas que muestren evidencia de erosión continuada y una estabilización anormal del suelo tratado con el estabilizador, dentro de cuatro (4) semanas después de la aplicación inicial, deberán ser tratadas de nuevo sin costo adicional para el Contratante.

### **210.3.4 Abatimiento del Polvo**

Todas las áreas de suelo expuestas deberán ser tratadas con un estabilizador temporal de suelos o mantenidas libres de polvo de alguna otra manera.

El Contratista podrá usar equipo de riego de agua para paliar la contaminación del aire por el polvo. Esta operación recibirá prioridad sobre otras operaciones del Proyecto donde se esté necesitando el equipo de riego de agua.

Los bancos de materiales, caminos de acarreo y todas las demás áreas ocupadas por el Contratista en la construcción del Proyecto, deberán ser mantenidas libres de polvo.

### **210.3.5 Operaciones de Excavación y Movimiento de Tierras**

Los taludes deberán ser protegidos a medida que progresan la excavación o los terraplenados.

El Contratista deberá mantener la superficie de la terracería, en todos los tramos de la vía y durante todas las etapas de la construcción, de tal manera que permita el escurrimiento del agua de lluvia hacia las orillas.

El Contratista deberá proveer facilidades temporales para drenaje de los taludes, con aliviaderos adecuados, a fin de llevar el agua escurrida hacia el pie de los taludes. Los drenes estarán localizados donde lo muestren los planos o lo ordene el Ingeniero.

Los drenes de taludes podrán ser de construcción flexible o rígida y deberán ser capaces de ser alargados o acortados rápidamente a medida que las operaciones de excavación o terraplenado progresan.

En cuanto el programa de trabajos lo permita, se ejecutarán las obras de protección temporal y/o permanente contra la erosión, para lo cual se deberá tomar las siguientes medidas:

Las contracunetas y cunetas de pie de terraplén se ejecutarán de forma previa al comienzo de la excavación o el relleno respectivamente. Las contracunetas situadas en las bermas se construirán una vez alcanzada la cota de la berma y antes de continuar el corte.

A fin de proteger la estructura del pavimento, los subdrenes se ejecutarán de forma previa a la construcción de la subbase, base y pavimento. De igual forma, la cuneta de pie de corte se perfilará y revestirá (si procede) antes de la construcción de pavimento.

Los zampeados de protección de terraplenes frente a escorrentía se ejecutarán de forma simultánea a la construcción de rellenos.

Las medidas de estabilización y/o protección de excavación en la vía se aplicarán, siempre que sean compatibles con la construcción, a medida que avance la construcción.

### **210.3.6 Inspección y Mantenimiento de las Medidas**

El Contratista deberá inspeccionar las medidas de control temporal de la erosión y sedimentación instaladas en el sitio del Proyecto, por lo menos, una vez al mes y dentro de veinticuatro (24) horas después de cada lluvia.

El Contratista deberá reparar cualquiera de las obras de control temporal de la erosión o sedimentación que sufra daños, dentro de los siete (7) días siguientes a la inspección en la que se haya observado el daño o después de recibir notificación del Ingeniero indicando que se necesita la reparación.

Las reparaciones en las obras de control temporal de la erosión y sedimentación deberán ser iniciadas dentro de veinticuatro (24) horas de ocurrido el daño que pudiera resultar en una descarga de sedimento en una corriente, arroyo o embalse de agua.

Todas las obras de control temporal de la erosión y sedimentación deberán ser mantenidas por el Contratista mediante limpieza o reemplazo, según fuere necesario u ordenado por el Ingeniero, de manera que sean plenamente efectivas para los propósitos a que están destinadas, hasta que las obras de control permanente de la erosión y la sedimentación estén en sus lugares y completamente en operación.

Las obras que deberán permanecer después de la conclusión del Proyecto deberán ser mantenidas por el Contratista hasta la aceptación final del Proyecto.

El sedimento depositado en lagunas o trampas de sedimentación, en diques filtrantes y pretiles, deberá ser removido según lo estipulen las CEC o lo ordene el Ingeniero.

### **210.3.7 Remoción de las Obras de Control Temporal**

Todas las obras de control temporal de la erosión y la sedimentación deberán permanecer en su lugar después de que las operaciones de construcción del Proyecto hayan concluido, a menos que esté dispuesto de otra manera en las Condiciones Especiales del Contrato.

El Contratista trasladará todos los materiales de desecho hacia lugares ambientalmente aceptables para el Contratante. Los lugares de desecho fuera del Derecho de Vía deberán ser obtenidos por el Contratista mediante arreglos legalizados con los propietarios de las tierras que cuenten con la aprobación del Contratante.

El sedimento removido podrá ser depositado en lugares ubicados dentro del Derecho de Vía o utilizados en otros trabajos, con aprobación del Ingeniero.

### **210.4 MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS**

Se aplicara la utilización racional del equipo adecuado que posibilite la ejecución de los trabajos.

### **210.5 ACEPTACIÓN**

Los materiales manufacturados usados en las obras de control temporal de la erosión y sedimentación serán evaluados visualmente y mediante certificados del Fabricante, según la División I.

Los materiales usados en pretilas, lagunas de sedimentación, bermas y otras obras de tierra, serán evaluados según la Sección 205 o Sección 208, según corresponda.

La construcción de las obras será evaluada visualmente y mediante mediciones y ensayos de laboratorios según la División I.

### **210.6 MÉTODOS DE MEDICIÓN**

Cuando sean ordenados por el Ingeniero los trabajos de control temporal de la erosión y la sedimentación serán ejecutados bajo los conceptos de pago correspondiente y medidos y pagados a los precios unitarios contratados que sean aplicables. Cuando este trabajo no esté comprendido dentro de alguno de los conceptos de pago que aparecen en el Pliego de Licitación, la medición se llevará a efecto por uno o más de los siguientes métodos, de acuerdo con lo que establezca el Pliego de Licitación.

Cuando el Pliego de Licitación incluya como concepto de pago una suma para trabajos contingentes de control temporal de la erosión y sedimentación, el trabajo será medido y pagado a precios unitarios, a suma global o mediante costo más porcentaje que fuesen acordados conforme a la División I de las Condiciones Generales del Contrato.

Cuando el Pliego de Licitación incluya una suma global para pagar los trabajos previstos de control temporal de la erosión y la sedimentación del suelo, la medición para el pago será hecha de acuerdo con lo establecido en la División I. para las obras de control temporal de la erosión y la sedimentación del suelo que muestren los planos o sean requeridas en Especificaciones Especiales del Contrato.

Cuando el Pliego de Licitación contiene cantidades estimadas para obras de control temporal de la erosión y sedimentación del suelo con base en unidades de obra, la medición será hecha con base en las unidades específicas para cada concepto de pago particular detallado en el Pliego de Licitación y usado según sea ordenado.

Las mediciones se harán en la forma siguiente:

- 1) Los pretiles serán medidos por Metro Cúbico de Mampostería o Concreto.
- 2) Las lagunas de sedimentación serán medidas en Metros Cúbicos.
- 3) Las bermas serán medidas en Metros Lineales.
- 4) Los drenes temporales de taludes serán medidos en Metros Lineales.
- 5) Las trampas de sedimento serán medidas por Unidad.
- 6) El revestimiento de cunetas y zanjas será medido en Metro Cuadrados.
- 7) La estabilización temporal de suelos será medida en Unidades de 100 Metros Cuadrados.
- 8) Los diques de filtración serán medidos en Metros Lineales a lo largo de la cresta.

### 210.7 BASES PARA EL PAGO

Las cantidades aceptadas, medidas de acuerdo con lo estipulado en el Sección 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.

El trabajo de control temporal de la erosión y sedimentación del suelo que se lleve a efecto bajo un concepto de pago de Suma Contingente será pagado según sea especificado en la orden escrita que autorice tal trabajo.

Cuando el Pliego de Licitación no contenga un concepto de pago para medidas de control temporal de la erosión y sedimentación del suelo, el trabajo será pagado bajo otros conceptos de pago del Contrato o bajo lo estipulado en la División I.

El pago será efectuado de acuerdo con los conceptos de pago y unidades siguientes que aparezcan en el Pliego de Licitación:

Código	Concepto de Pago	Unidad de Medida
210,1	Control Temporal de Erosión y Sedimentación del Suelo.	Suma Contingente
210,2	Control Temporal de la Erosión y Sedimentación del Suelo.	Global
210,3	Pretiles de_____ para Control Temporal de la Erosión y Sedimentación del Suelo.	Metro Cúbico (m <sup>3</sup> )
210,4	Laguna de Sedimentación para Control Temporal de la Erosión y Sedimentación del Suelo.	Metro Cúbico (m <sup>3</sup> )
210,5	Bermas para Control Temporal de la Erosión y Sedimentación del Suelo.	Metro Lineal (m)
210,6	Drenes Temporales de Talud para Control Temporal de la Erosión y Sedimentación del Suelo.	Metro Lineal (m)
210,7	Trampas de Sedimento para Control Temporal de la Erosión y Sedimentación del Suelo.	Unidad
210,8	Revestimiento de Cunetas y Zanjas para Control Temporal de la Erosión y Sedimentación del Suelo.	Metro Cúbico (m <sup>2</sup> )
210,9	Estabilización Temporal del Suelo para Control Temporal de la Erosión y Sedimentación del Suelo.	Unidad de 100 m <sup>2</sup>

## **SECCIÓN 211**

### **ACABADO DE LA SUB-RASANTE**

#### **211.1 DESCRIPCIÓN**

Este trabajo consistirá en dar acabado a la superficie de la subrasante del camino o calle y a los hombros, de acuerdo con las especificaciones que siguen y ajustándose razonablemente a los alineamientos, pendientes y secciones transversales típicas que aparezcan en los planos, o fuesen ordenados por el Ingeniero.

El trabajo se deberá llevar a cabo después de que la terracería haya sido substancialmente terminada, y todos los drenajes y estructuras adyacentes hayan sido terminados y rellenados.

Cuando los planos indiquen que sobre la superficie terminada se deberá colocar una capa de base o de material selecto para revestimiento, el Contratista deberá cumplir con todos los requisitos sobre la preparación de la superficie de la vía, especificados para el caso.

#### **211.2 MATERIALES**

Los materiales deberán cumplir con los requisitos estipulados en las siguientes Secciones:

Materiales para Capa Superior del Terraplén	Artículo 1003.22.2
Terraplen	Artículo 1003.22.1

#### **211.3 REQUISITOS PARA LA CONSTRUCCIÓN**

##### **211.3.1 Superficies Nuevas**

Después de que la terracería haya sido sustancialmente terminada a todo el ancho de la vía o calle, la superficie de la subrasante deberá ser acondicionada mediante la remoción de cualquier material blando o inestable que no se compacte debidamente o no sirva para el fin propuesto. Las zonas afectadas y todas las otras partes bajas, hoyos o depresiones, deberán ser nivelados con material selecto, que cumpla los requerimientos de las Sección-205, Sección 301 o Sección 302, según sea el caso.

Luego todo el ancho de la vía deberá ser conformado y compactado como se estipula en la Sección-302. La escarificación, acarreo de materiales, conformación, compactación u otros métodos de trabajo, deberán ser ejecutados o empleados, según sea necesario, para proporcionar una superficie compactada totalmente y terminada de acuerdo con los niveles y secciones transversales que figuren en los planos o sean ordenados por el Ingeniero.

La superficie de la vía deberá ser mantenida continuamente en buenas condiciones para el tráfico, hasta que se coloque la capa siguiente de material o hasta la completa terminación de la obra, según sea el caso.

##### **211.3.2 Hombros**

Cuando los planos estipulen la construcción de una capa de base o de una capa superior o de revestimiento, y la construcción de hombros, utilizando materiales excavados en la vía o de préstamo, los hombros deberán ser construidos con el alineamiento, pendientes y secciones transversales de los planos, de acuerdo con lo estipulado en el Artículo 211.2.

Cuando los planos estipulen que los hombros deberán ser construidos con otros materiales, se deberán construir dichos hombros de conformidad con lo estipulado en los planos y las especificaciones para los otros materiales.

Los hombros terminados deberán tener el alineamiento y niveles, y conformarse razonablemente ajustados a la sección transversal que figura en los planos. Deberán ser limpiados de cualquier material acumulado, reacondicionados si fuese necesario, y mantenidos en buen estado hasta su aceptación final.

### **211.3.3 Caminos o Calles Construidos Anteriormente**

Todo el material de deslizamiento, incluyendo además, la basura en las entradas y salidas de las alcantarillas, deberán ser recogidos y la superficie existente, incluyendo la de las zonas de estacionamiento, deberá ser escarificada, nivelada y conformada hasta que se ajuste razonablemente al alineamiento, niveles y secciones transversales que indiquen los planos o que fuesen fijados por el Ingeniero. Toda parte alta de la superficie deberá ser rebajada a ras y el material resultante será retirado y depositado en las zonas bajas o como relleno en terraplenes, según lo indique el Ingeniero.

En caso de que quedasen algunas depresiones o terraplenes angostos, se deberá contar con suficiente material aprobado para completar el ancho o el nivel requeridos para la superficie de la vía en conformidad razonable con el alineamiento, niveles y secciones transversales mostrados en los planos o establecidos por el Ingeniero. Luego, la superficie de la vía deberá ser nuevamente nivelada y conformada.

En las intersecciones, la superficie de los caminos o calles laterales de acceso deberá ser tratada en forma similar, en las distancias que ordene el Ingeniero o hasta el grado regulado por la nivelación efectuada, para obtener así un acomodo adecuado entre las superficies de rodadura propuesta y las existentes. La superficie deberá ser compactada según estipula el Artículo 205.3.3 y deberá ejecutarse todo el trabajo que pueda ser necesario para producir una fundación completa y aceptable, y la superficie deberá encontrarse en las condiciones especificadas cuando se coloque una capa de revestimiento, subbase, base o el pavimento.

### **211.3.4 Protección de la Superficie**

En todo momento, las zanjas y alcantarillas a lo largo de la vía deberán ser limpiadas y mantenidas de manera que puedan drenarlo de modo eficaz. En ningún caso se deberá colocar una capa de revestimiento, subbase, base o pavimento sobre una superficie que se encuentre lodosa o inestable ni tampoco antes de que la superficie haya sido revisada y aprobada.

## **211.4 MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS**

Se aplicara la utilización racional del equipo adecuado que posibilite la ejecución de los trabajos.

## **211.5 ACEPTACIÓN**

Los materiales usados en el acabado de la subrasante (existentes o acarreados), serán evaluados visualmente y mediante ensayos de calidad.

El acabado de la subrasante será evaluado visualmente y por medio de mediciones y ensayos.



## **211.6 MÉTODOS DE MEDICIÓN**

### ■ *Superficie Nueva*

No se hará medida para pago directo del acabado de la subrasante y hombros en caminos o calles de construcción nueva.

### ■ *Superficies Construidas con Anterioridad*

En caminos o calles existentes, la longitud del acabado de la subrasante a pagar consistirá en el número de kilómetros medidos a lo largo del eje de la vía, acabados de acuerdo con estas especificaciones, hasta la anchura requerida y aceptados.

## **211.7 BASES PARA EL PAGO**

Las cantidades aceptadas, medidas de acuerdo con lo estipulado en el Sección 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, excepto por lo siguiente:

### **211.7.1 Superficie de Caminos o Calles Nuevas**

No será pagado directamente el acabado de la subrasante de un camino o calle nueva, ni el acabado de los hombros, como anteriormente fue especificado. Este trabajo será considerado como obligación subsidiaria del Contratista, amparada bajo los precios unitarios del Contrato para las obras ejecutadas según las Sección 205, Sección 301, Sección 302, u otro trabajo comprendido dentro del Contrato, según el caso.

### **211.7.2 Acabado de la Subrasante de Caminos o Calles Existentes**

Cuando el Pliego de Licitación contiene una cantidad estimada para el “Acabado de la Subrasante”, de una vía construida con anterioridad, la cantidad medida y aceptada será pagada al precio unitario estipulado en el Contrato, de acuerdo con el concepto de pago que se indica más adelante, excepto lo que se estipula en 1), 2) y 3), a continuación:

La excavación a más de 90 centímetros por debajo de la superficie existente será pagada según se estipula en la Sección 208.

La remoción de materiales de derrumbes será pagada según se estipula en la Sección 202. El material adicional ordenado por el Ingeniero, para llevar la superficie hasta el nivel requerido, será medido para pago bajo las secciones apropiadas.

Cuando el Pliego de Licitación no contemple cantidades ni concepto de pago para el “Acabado de la Subrasante”, en un camino o calle construido con anterioridad, el trabajo no será pagado en forma directa, sino que será considerado como obligación subsidiaria del Contratista, amparada bajo otros conceptos de pago del Contrato. Referirse a la División I.

*El pago será efectuado bajo el siguiente concepto:*

<b>Código</b>	<b>Concepto de Pago</b>	<b>Unidad de Medida</b>
212,1	Acabado de la Subrasante de un Camino o Calle Construido con Anterioridad.	Kilómetro (km)

## SECCIÓN 212

### EQUIPO DE COMPACTACIÓN Y FAJAS DE CONTROL DE DENSIDAD Y DISPOSITIVOS DE PRUEBA

#### 212.1 DESCRIPCIÓN

Cuando se haya especificado, se usará el procedimiento descrito a continuación para determinar los requerimientos de densidad de terraplenes selectos o no clasificados, subrasante, sub base, bases y concreto asfáltico. El procedimiento consistirá en la construcción de fajas de control para establecer valores meta de densidad para la capa especificada, más el uso de equipo nuclear portátil para pruebas de humedad/densidad para determinar densidades in situ durante la construcción.

Como alternativas para este control, se sugiere el uso de un Densímetro Eléctrico o un Deflectómetro de Impacto, de cuyas características se hace referencia en el inciso correspondiente al control y muestreo de las obras.

#### 212.2 MATERIALES

No aplicable.

#### 212.3 REQUISITOS PARA LA CONSTRUCCIÓN

Para determinar el valor meta para la densidad, se construirá al comenzar el trabajo una faja de control para cada material componente de la estructura del pavimento que será construido. Cada faja de control, construida a una densidad y a una tolerancia de la superficie aceptables, quedará en su lugar y pasará a ser una sección de la vía completada.

Las fajas de control inaceptables deberán ser corregidas o removidas y reemplazadas a expensas del Contratista. Una faja de control deberá tener un área de aproximadamente 340 metros cuadrados y será del mismo espesor especificado para la construcción de la capa que representa.

Los materiales usados en la construcción de la faja de control deberán satisfacer los requerimientos de las especificaciones, suministrados del mismo banco y deberán ser del mismo tipo usado en el resto de las capas representadas por la faja de control. La capa subyacente o estructura del pavimento sobre la cual se va a construir una faja de control deberá tener la previa aprobación del Ingeniero.

El equipo usado en la construcción de la faja de control deberá ser aprobado por el Ingeniero y del mismo tipo y peso que será usado en el resto de las capas representadas por la faja de control. La compactación de las fajas de control deberá comenzar inmediatamente después de que la capa haya sido colocada al espesor especificado y deberá ser continua y uniforme a lo largo de toda la superficie. La compactación de la faja de control deberá ser continuada hasta que ya no se pueda obtener un aumento apreciable en la densidad con esfuerzos de compactación adicionales.

Al completarse la compactación se determinará la densidad media de la faja de control con el promedio de los resultados de diez pruebas de densidad realizadas con dispositivos nucleares u otros que se recomiendan como alternativas a este densímetro, tomadas en sitios escogidos al azar dentro de la faja de control. La densidad media de la faja de control así obtenida será el valor meta para la densidad del resto de las áreas que ella representa.

Si la densidad media de la faja de control es menor que el 95 por ciento de la densidad de especímenes compactados en el laboratorio, determinada por medio de procedimientos de prueba establecidos en otra parte de estas especificaciones, el Ingeniero podrá ordenar la construcción de otra faja de control.

También podrá ser ordenada por el Ingeniero una nueva faja de control o ser solicitada por el Contratista cuando:

1. Hay un cambio en el material o en la fórmula de la mezcla de trabajo.
2. Han sido aceptados diez días de producción sin la construcción de una nueva faja de control.
3. Hay razones para creer que la densidad de una faja de control no es representativa del material que se está colocando.

#### **212.4 MAQUINARIA, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS**

El equipo de compactación deberá ser capaz de obtener los requisitos de compactación especificados sin causar detrimento al material compactado. El equipo deberá estar compuesto de unidades de compactación modernas y eficientes, satisfactorias para el Ingeniero. Las unidades de compactación podrán ser de cualquier tipo, siempre que sean capaces de compactar cada capa de material según lo especificado y llenar los requisitos mínimos indicados a continuación. Los mínimos exigidos para las aplanadoras son los siguientes:

##### **1) Compactadores de Llantas Neumáticas**

El compactador deberá tener no menos de nueve (9) llantas neumáticas distribuidas en dos ejes. Las llantas delanteras y traseras deberán estar dispuestas de manera que cubran toda el área sobre la cual circula el compactador. Bajo condiciones de trabajo el compactador deberá desarrollar una compresión no menor de 40 N por milímetro de ancho de huella de la llanta.

##### **2) Compactadores Pesados de Llantas Neumáticas**

El compactador deberá tener un peso de no menos de 23 toneladas y tener no menos de cuatro (4) llantas neumáticas oscilantes en una línea transversal. El ancho del compactador deberá ser no menor de 2.40 m y ser construido en dos secciones o más, de tal manera que cada sección sea libre de oscilar o moverse independientemente. Bajo condiciones de trabajo el compactador deberá desarrollar una compresión no menor de 115 N por milímetro de ancho de huella.

##### **3) Compactadores de Llantas Neumáticas Autopropulsados**

El compactador deberá ser del tipo oscilante y tener no menos de siete (7) llantas neumáticas oscilantes en dos ejes y capaz de ser balastado hasta alcanzar el peso requerido. Las llantas delanteras y traseras deberán estar alternadas de manera que las paredes laterales de las llantas tengan un traslape mínimo de 15 mm. El compactador deberá permitir una operación suave al arrancar, parar y retroceder. Las llantas deberán resistir presiones de inflación entre 415 y 825 kPa. El compactador deberá estar equipado con un dispositivo raspador o limpiador en cada llanta para evitar la acumulación de material en las llantas. Cuando sea usado en la compactación de mezclas asfálticas, el compactador deberá estar equipado con un sistema de abastecimiento de agua que mantenga todas las llantas uniformemente humedecidas en forma que la mezcla no se adhiera a las llantas.

El Contratista proveerá medios para determinar el peso del compactador distribuido en cada llanta. Al determinar el peso del compactador se deberá incluir el balasto.

##### **4) Apisonadores de Rodillos**

El apisonador deberá tener un peso mínimo de 15 N por milímetro de ancho de tambor y cada apisonador individual deberá desarrollar una compresión no menor de 690 kPa en su área de apisonar. El ancho del apisonador de rodillos no será menor de 2.4m y deberá estar construido en dos (2) o más secciones en tal forma que cada sección sea libre de oscilar o moverse independientemente. Deberá estar equipado con dientes limpiadores en la parte trasera.

### 5) Aplanadoras de Rodillos de Acero

La aplanadora deberá ser autopropulsada y permitir una operación suave al arrancar, parar o retroceder. El mecanismo de dirección deberá permitir un control positivo de la aplanadora. Los rodillos deberán ser lisos y libres de aberturas o resaltos que dañen la superficie sobre la cual es operada la aplanadora. Las aplanadoras motorizadas deberán estar equipadas con un recipiente para recoger el goteo o derrame de aceite, grasa, gasolina producido durante la operación. La aplanadora de rodillos deberá estar equipada con raspadores ajustables, los que serán usados cuando sea necesario para mantener limpia la superficie de los rodillos.

Cuando se use la aplanadora en superficies asfálticas, la aplanadora deberá estar equipada con tanque de agua y dispositivos rociadores, los que serán necesarios para humedecer los rodillos y evitar que la mezcla o material asfáltico se les adhiera.

### 6) Aplanadoras de Rodillos en Tándem

El Contratista deberá proveer medios para determinar el peso de la aplanadora distribuido en cada eje. Al determinar el peso de la aplanadora se deberá incluir el del balasto. El rodillo, trasero podrá ser combado con una tasa de no más de 5 mm en 1.40m El rodillo delantero deberá estar dividido en no menos de dos secciones y no presentará una comba apreciable. El peso de la aplanadora se ajustará al requerido en el concepto de obra específico bajo construcción. Referirse a la Sección-100 división 1.

### 7) Aplanadoras de Tres Rodillos

Los rodillos traseros de la aplanadora de tres rodillos podrán estar combadas con una tasa de no más de 2 mm en 500 mm y deberán ser propulsadas con engranaje diferencial. El rodillo delantero deberá estar dividido en no menos de dos (2) secciones, no presentará una comba apreciable y deberá traslapar el área de compresión de cada rodillo trasero en no menos de 38 mm el peso de la aplanadora se deberá ajustar a lo requerido en el concepto de trabajo específico en construcción.

### 8) Aplanadora de Zanjas

La aplanadora deberá ser autopropulsada y permitir una operación suave al arrancar, parar o retroceder. El ancho del rodillo de compactación no deberá ser menor de 500 mm el diámetro del rodillo de compactación no deberá ser menor de 1500 mm las ruedas de la aplanadora deberán ser lisas y libres de aberturas o resaltos que dañen la superficie sobre la cual es operada. Las aplanadoras motorizadas deberán estar equipadas con recipientes para recoger el goteo o derrame de aceite, grasa o gasolina producido durante la operación. El rodillo deberá estar provisto de raspadores ajustables que serán usados si es necesario para mantener limpia la superficie del rodillo.

Cuando se use sobre una superficie asfáltica, la aplanadora deberá estar equipada con un tanque de agua y rociadores que serán usados cuando sea necesario para humedecer las ruedas y evitar que el asfalto o mezcla asfáltica se les adhiera. El peso de la aplanadora se deberá ajustar a lo requerido para el concepto de obra bajo construcción. El Contratista deberá proveer los medios para determinar el peso de la aplanadora distribuido sobre el rodillo de compresión. Al determinar el peso, se deberá incluir el balasto. La rueda de balance de la aplanadora deberá ser de altura ajustable a fin de proveer inclinación requerida por la superficie de concepto de obra específico bajo construcción.

### 9) Aplanadora de Rodillo Vibratorio

La aplanadora vibratoria deberá ser autopropulsada y permitir una operación suave al arrancar, parar o retroceder. La amplitud y frecuencia del tambor o tambores vibratorios deberá ser aproximadamente la misma en cada dirección y deberá cumplir con los siguientes requisitos mínimos: diámetro del tambor o rodillo, 1200 mm; longitud del tambor, 1,675 mm; vibradores de 1600 vibraciones por minuto (VPM); fuerza estática unitaria en el tambor o

tambores vibratorios, 22 N/mm; fuerza total aplicada, 57 N/mm; excéntricas ajustables, excéntricas reversibles en el tambor o tambores no propulsados. La fuerza total aplicada para varias combinaciones de VPM y posiciones de la excéntrica deberán ser mostrados en calcomanías adheridas en la aplanadora vibratoria o en una cartilla mantenida en la aplanadora. La aplanadora vibratoria deberá ser equipada con tanque de agua, rociadores o de otros medios aprobados, que serán usados cuando sea necesario para evitar que la mezcla asfáltica se adhiera a los rodillos.

La aplanadora vibratoria deberá tener un tacómetro de caña o lengüeta de tipo manual. El tacómetro vibratorio deberá tener un rango de 1000 a 4000 VPM. El tacómetro deberá tener dos (2) filas de lengüetas, una que lea de 1000 a 2000 y la otra, de 2000 a 4000 VPM.

## **10) Rodillos Pata de Cabra**

Los rodillos pata de cabra o apisonadores deberán ser capaces de ejercer una fuerza de no menos de 44.5 N/mm de longitud del tambor del rodillo. Podrían ser necesarias unidades de compactación más pesadas para alcanzar la densidad especificada en el terraplén.

## **212.5 ACEPTACIÓN**

### **212.5.1 Control de la Compactación**

La capa especificada será colocada, nivelada, ajustadas las irregularidades superficiales y completa y uniformemente compactada cuando el material esté en las condiciones apropiadas.

La densidad de la capa especificada será ensayada, con base en sub lotes, por medio de un dispositivo nuclear portátil de ensayo (humedad/densidad) de acuerdo con la norma ASTM D 2959 ó AASHTO T 238 ó T 239, según sea más apropiado. Los ensayos serán realizados en lugares escogidos al azar dentro de los sub-lotes. Si el resultado de un ensayo individual cae por debajo del 95 por ciento del valor meta para la densidad determinada de acuerdo con el Artículo 212.3, el material representado por ese ensayo será considerado defectuoso y el Contratista deberá compactar más el sub-lote. El resultado deberá ser al menos del 97% en el caso de la subrasante.

Después de que la compactación adicional, el lugar original del ensayo y otro lugar escogido al azar dentro del sub lote, serán ensayados. Los resultados de ambos ensayos serán incluidos en la determinación de la densidad media del lote para los propósitos de aceptación. El resultado del ensayo original no será incluido.

### **212.5.2 Muestreo y Ensayos de Aceptación**

La aceptación de cada capa será hecha con base en lotes definidos de conformidad con los requerimientos de la especificación pertinente. La media y el rango de los ensayos de densidad para el lote serán calculadas de los ensayos de control de densidad especificados escogidos al azar en el sub lote. (Referirse a la División I).

#### *a. Densímetro Eléctrico*

El Densímetro Eléctrico (EDG) es una alternativa no nuclear en la determinación de la humedad y densidad de los suelos compactados usados en las bases, sub-bases y fundaciones. Instrumento portátil, accionado por batería que se puede utilizar en cualquier lugar sin los problemas asociados a la seguridad nuclear.

- No requiere de un técnico con licencia o alto entrenamiento.
- No requiere de un tratamiento especial para transporte ni cumplimiento de regulaciones para materiales peligrosos.

- Fácil de aprender y de utilizar.
- Liviano y fácil de transportar.
- Su exactitud y repetitividad con resultados comparables a los mejores métodos de ensayo.

Especificaciones:

Rango de densidad humedad	Rango típico de sitios compactados
Exactitud de la densidad seca	Dentro del 3% de los ensayos estándar
Rango del Contenido de humedad	Rango típico de sitios compactados
Exactitud del contenido de humedad	Dentro del 2% de los ensayos estándar
Temperatura de operación	0-50°C
Humedad ambiente de operación	5-90°, sin condensación
Energía	Batería de Li Ion en (baterías AA como opcional)
Vida útil de las baterías	Aproximadamente 60 horas de funcionamiento
Cargador de batería	110-240V 50/60Hz
Dimensiones	21"x 17" x 8" (553mm x 432mm x 203mm)
GPS	+/- 3m
Peso neto	15 lb (6,8 kg)

El densímetro Eléctrico incluye: (1) Consola/Caja, 4 dardos de 6", martillo, sensor de suelo y cables; Plantilla para enterrar los dardos, sonda de temperatura, cargador de batería, verificador de campo, anteojos de protección.

*b. Deflectómetro de Impacto Liviano (Deflectómetro de Peso Ligero)*

El Deflectómetro de Impacto Liviano (Deflectómetro de Peso Ligero), es una versión portátil del Deflectómetro de Impacto (Falling Weight Deflectometer). El Deflectómetro de Impacto Liviano utiliza una celda de carga y geófonos con la misma precisión que el Deflectómetro de Impacto. El Deflectómetro de Impacto Liviano (Deflectómetro de Peso Ligero) se puede utilizar para probar pavimentos asfálticos delgados, materiales reciclados estabilizados con asfalto y probar las bases y sub-bases granulares y subrasantes. La salida del Deflectómetro Liviano tiene que calcular la resistencia de múltiples capas de pavimento. El Deflectómetro de Impacto Liviano cumple con la norma ASTM 2583, la norma IAN73 (Reino Unido), la norma danesa y la norma italiana para determinar el módulo y la compactación de un material.

Beneficios Clave del Deflectómetro de Impacto Liviano (Deflectómetro de peso ligero):

- Operable por una persona.
- El ensayo rápido permite un estrecho espaciamiento de los puntos del ensayo, lo que garantiza la homogeneidad de la sección en la prueba.
- Reporte del módulo en el momento de la prueba.
- Evaluación de la compactación y rigidez del material con la misma unidad.
- Control de calidad de las capas de base, sub-base y del subrasante antes de aplicar una sobre carpeta.
- Pruebas en zanjas de servicios públicos para determinar las condiciones de compactación y reducir la probabilidad de asentamientos en el tiempo.

**212.6 MÉTODO DE MEDICIÓN**

Este concepto no será medido para fines de pago.

## **212.7 BASES PARA EL PAGO**

A menos que fuera previsto de otra manera en las Condiciones Especiales del Contrato, el costo de la construcción de las fajas de control será considerado como subsidiario del costo del material para el cual se exige una faja de control. El pago por el material será compensación total por la ejecución del trabajo especificado y el suministro de todo el material, la mano de obra, las herramientas, el equipo e imprevistos necesarios para construir las fajas de control de la densidad. No se hará pago alguno por cualquier material utilizado en la construcción de fajas de control inaceptables.

## **SECCIÓN 213 GEOTEXTILES**

### **213.1 DESCRIPCIÓN**

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.

### **213.2 MATERIALES**

Los materiales a usar en las medidas serán los indicados en los planos, especificaciones especiales y los requerimientos de estas especificaciones:

Los materiales para movimiento de tierras, estabilización de taludes, conformación de terraplenes, y otros trabajos relacionados, se ajustarán a las especiaciones técnicas siguientes:

- Sección 1017 Geotextiles y Geo-compuestos para Drenaje y Otros Usos.

Todos los otros materiales deberán satisfacer las normas de calidad comerciales y deberán ser aprobados por el Ingeniero antes de ser incorporados a la obra.

### **213.3 REQUISITOS PARA LA CONSTRUCCIÓN**

#### **213.3.1 Actividades Previas**

Antes de dar inicio a las obras correspondientes, el Contratista deberá someter para aprobación, su programa para la realización de los trabajos temporales y permanentes para el control de la erosión y la sedimentación aplicables al abra y destronque, terracería, puentes y otras estructuras sobre vías de agua, construcción de capas superficiales y pavimentación.

También deberá someter para aprobación, el método que propone utilizar para el control de la erosión y sedimentación en las rutas de acarreo y en yacimientos de préstamo, y su plan para la eliminación de materiales de desperdicio. No podrá iniciar el trabajo hasta que los programas de control de erosión y métodos de operación para la construcción pertinentes hayan sido aceptados por el Ingeniero.

#### **213.3.2 Aplicación de Geotextiles**

##### ■ *General*

Cuando 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.

**■ Aplicaciones para Separación y Estabilización**

Cuando coloque un geotextil sobre una subrasante, se colocará el geotextil suavemente y libre de tensiones, esfuerzos o pliegues. Se deberá doblar o cortar 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 colocar traslapes longitudinales debajo de sitios donde se conozca de antemano que existirán cargas de ruedas. Mantener el geotextil en sitio usando pines, grapas o apilamientos del mismo material de relleno.

**■ Otras Acciones**

- Para finalizar, volar el material de relleno sobre el geotextil desde su borde o desde el material de relleno previamente colocado. No se debe operar el equipo directamente sobre el geotextil.
- Distribuir el extremo del apilamiento del material de relleno volcado, manteniendo una capa con un espesor mínimo de 300 milímetros. Compactar 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.
- Colocar 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.

**■ Aplicaciones para Control Permanente de Erosión**

- Colocar y anclar el geotextil sobre una superficie previamente aprobada, suave y nivelada. Para los casos de taludes o para protección de las olas, colocar la mayor dimensión del geotextil hacia abajo en el talud. Para protección de cauces, colocar 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. Traslapar el paño ubicado ladera arriba o aguas arriba, sobre el paño de ladera abajo o aguas abajo. Colocar 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 traslapes debe ser de 1 metro entre centros.

Para iniciar la colocación de un geotextil desde el pie de un talud, colocar agregados, protección del talud o riprap sobre el geotextil y luego proceda hacia arriba. Colocar riprap sobre el geotextil con una altura no menor de 300 milímetros. Colocar 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, colocar el geotextil y el material de protección en el mismo día.



#### **213.4 MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS**

Se aplicara la utilización racional del equipo adecuado que posibilite la ejecución de los trabajos.

#### **213.5 ACEPTACIÓN**

Los materiales para uso de geotextiles en movimientos de tierra se deben evaluar de acuerdo a la sección 1017.

La instalación se debe evaluar de acuerdo a las *Subdivisión 200* (Movimiento de Tierras)

La construcción de las obras será evaluada visualmente y mediante mediciones y ensayos de laboratorios según la *División I*.

#### **213.6 MÉTODOS DE MEDICIÓN**

La medición de geotextiles usados en movimientos de tierra se debe hacer en metros cuadrados excluyendo los traslapes, según muestren los planos o sean requeridas en Especificaciones Especiales del Contrato.

Cuando el Pliego de Licitación contiene cantidades estimadas para obras con base en unidades de obra, la medición será hecha con base en las unidades específicas para cada concepto de pago particular detallado en el Pliego de Licitación y usado según sea ordenado.

#### **213.7 BASES PARA EL PAGO**

Las cantidades aceptadas, medidas de acuerdo con lo estipulado en el Sección 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.

El trabajo de control temporal de la erosión y sedimentación del suelo que se lleve a efecto bajo un concepto de pago de Suma Contingente será pagado según sea especificado en la orden escrita que autorice tal trabajo.

Cuando el Pliego de Licitación no contenga un concepto de pago para medidas de control temporal de la erosión y sedimentación del suelo, el trabajo será pagado bajo otros conceptos de pago del Contrato o bajo lo estipulado en la División I.

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 será efectuado de acuerdo con los conceptos de pago y unidades siguientes que aparezcan en el Pliego de Licitación:

<b>Código</b>	<b>Concepto de Pago</b>	<b>Unidad de Medida</b>
213,1	Geotextil para Movimiento de Tierras	Metro Cuadrado (m2)
213,2	Geotextil para Conformación de Terraplén	Metro Cuadrado (m2)
213,3	Geotextil para Estabilización de Taludes	Metro Cuadrado (m2)



Sub División 300

# CAPAS SUPERFICIALES: ESTRUCTURA DE LA PLATAFORMA VIAL



## » SUBDIVISIÓN 300

### *CAPAS SUPERFICIALES ESTRUCTURA DE LA PLATAFORMA VIAL*

*(Pág. 137 - 186)*

#### ■ SECCIÓN 301

##### **REACONDICIONAMIENTO DE LA SUPERFICIE DE CAMINOS EXISTENTES**

- 301.1 DESCRIPCIÓN/Pág.143
- 301.2 MATERIALES/Pág. 143
- 301.3 REQUISITOS PARA LA CONSTRUCCIÓN/Pág. 143
  - 301.3.1 Conformación de Cunetas o Zanjas de Drenaje
  - 301.3.2 Perfilado de Cunetas a Mano
- 301.4 MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS / Pág.144
- 301.5 ACEPTACIÓN/Pág.145
- 301.6 MÉTODO DE MEDICIÓN/Pág. 145
- 301.7 BASES PARA EL PAGO/Pág. 145

#### ■ SECCIÓN 302

##### **MEJORAMIENTO DE LA SUPERFICIE**

- 302.1 DESCRIPCIÓN/Pág.146
- 302.2 MATERIALES/Pág. 146
- 302.3 REQUISITOS PARA LA CONSTRUCCIÓN/Pág.147
  - 302.3.1 Procesamiento
  - 302.3.2 Tiempo para Ejecutar el Trabajo
  - 302.3.3 Forma de Ejecución
  - 302.3.4 Acabado y Curado
  - 302.3.5 Uso de Geo-sintéticos
  - 302.3.6 Mejoramiento con Aditivos o Geo-sintéticos
- 302.4 MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS / Pág.148
- 302.5 ACEPTACIÓN/Pág.149

- 302.6 MÉTODO DE MEDICIÓN/Pág.149
- 302.7 BASES PARA EL PAGO/Pág.150

#### ■ SECCIÓN 303

##### **CAPAS DE AGREGADO NO TRATADO**

- 303.1 DESCRIPCIÓN/Pág.151
- 303.2 MATERIALES/Pág. 151
- 303.3 REQUISITOS PARA LA CONSTRUCCIÓN/ Pág.151
  - 303.3.1 Generalidades
  - 303.3.2 Revoltura (Mezclado) y Esparcido
  - 303.3.3 Material Fino para Granulometría
  - 303.3.4 Compactación
  - 303.3.5 Acabado. Tolerancia de la Superficie
  - 303.3.6 Verificación de Espesores
  - 303.3.7 Mantenimiento
- 303.4 MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS/ Pág.154
- 303.5 ACEPTACIÓN/Pág.155
- 303.6 MÉTODO DE MEDICIÓN/Pág.156
- 303.7 BASES PARA EL PAGO/Pág.156

#### ■ SECCIÓN 304

##### **CAPAS DE AGREGADO TRATADO**

- 304.1 DESCRIPCIÓN/Pág.157
- 304.2 MATERIALES / Pág.157
- 304.3 REQUISITOS PARA LA CONSTRUCCIÓN / Pág.157
  - 304.3.1 Dosificación/Pág.157
  - 304.3.2 Generalidades/Pág.159

- 304.3.3 Revoltura (Mezclado)
- 304.3.4 Colocación, compactación y acabado
- 304.3.5 Juntas de Construcción
- 304.3.6 Curado

304.4 MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS / Pág.162

304.5 ACEPTACIÓN/Pág.162

- 304.5.1 Verificación de Espesores

304.6 MÉTODO DE MEDICIÓN / Pág.163

304.7 BASES PARA EL PAGO / Pág.164

## ■ SECCIÓN 305

### **CAPAS DE MATERIAL NATURAL TRATADO CON CAL**

305.1 DESCRIPCIÓN/Pág.165

305.2 MATERIALES/Pág. 165

305.3 REQUISITOS DE CONSTRUCCIÓN/Pág. 165

- 305.3.1 Preparación de la Superficie de la Vía
- 305.3.2 Preparación de los Materiales
- 305.3.3 Aplicación de la Cal Hidratada
- 305.3.4 Adición de Agua
- 305.3.5 Revoltura (Mezclado)
- 305.3.6 Compactación y Acabado
- 305.3.7 Protección y Curado

305.4 MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS/ Pág.167

305.5 ACEPTACIÓN/Pág.168

305.6 MÉTODOS DE MEDICIÓN/Pág.168

305.7 BASES PARA EL PAGO/Pág.168

## ■ SECCIÓN 306

### **CAPAS DE AGREGADOS GRANULARES NATURALES (SUBBASE, BASE Y SUPERFICIES DE REVESTIMIENTO)**

306.1 DESCRIPCIÓN/Pág.169

306.2 MATERIALES/Pág.169

306.3 REQUISITOS PARA LA CONSTRUCCIÓN / Pág.169

- 306.3.1 Preparación de la Superficie
- 306.3.2 Esparcido y Compactación
- 306.3.3 Acabado y Tolerancia

306.4 MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS/ Pág.171

306.5 ACEPTACIÓN/Pág.171

306.6 MÉTODOS DE MEDICIÓN/Pág.171

306.7 BASES PARA EL PAGO/Pág.172

## ■ SECCIÓN 307

### **BASE TRATADA CON MATERIALES ASFÁLTICOS**

307.1 DESCRIPCIÓN/Pág. 173

307.2 MATERIALES/Pág.173

- 307.2.1 Composición de la Mezcla

307.3 REQUISITOS PARA LA CONSTRUCCIÓN/Pág.174

- 307.3.1 Limitaciones y Tolerancias
- 307.3.2 Preparación de la Superficie
- 307.3.3 Aplicación del Material Asfáltico
- 307.3.4 Revoltura / Mezclado
- 307.3.5 Procedimiento Alternativo de Revoltura / Mezclado
- 307.3.6 Compactación
- 307.3.7 Tolerancia de la Superficie
- 307.3.8 Aplicación del Riego de Imprimación
- 307.3.9 Mantenimiento/

307.4 MAQUINARIA, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS/ Pág.176

307.5 ACEPTACIÓN/Pág.176

307.6 MÉTODOS DE MEDICIÓN/Pág.177

307.7 BASES PARA EL PAGO/Pág.177

## ■ SECCIÓN 308

### **CAPA DE AGREGADO CON TIERRA VEGETAL**

- 308.1 DESCRIPCIÓN/Pág.178
- 308.2 MATERIALES/Pág. 178
- 308.3 REQUISITOS PARA LA CONSTRUCCIÓN/Pág.178
  - 308.3.1 Preparación de la Superficie
  - 308.3.2 Revoltura (Mezclado), Colocación y Compactación
  - 308.3.3 Riego
- 308.4 MAQUINARIA EQUIPO Y HERRAMIENTAS /Pág.179
- 308.5 ACEPTACIÓN/Pág.179
- 308.6 MÉTODOS DE MEDICIÓN/Pág.179
- 308.7 BASES PARA EL PAGO/Pág.180

## ■ SECCIÓN 309

### **PALIATIVO DE POLVO**

- 309.1 DESCRIPCIÓN/Pág.180
- 309.2 MATERIALES/Pág.180
- 309.3 REQUISITOS PARA LA CONSTRUCCIÓN/Pág.181
  - 309.3.1 Generalidades
  - 309.3.2 Preparación y Aplicación
- 309.4 MAQUINARIA, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS/  
Pág.181
- 309.5 ACEPTACIÓN/Pág.182
- 309.6 MÉTODO DE MEDICIÓN/Pág. 182
- 309.7 BASES PARA EL PAGO/Pág. 182

## ■ SECCIÓN 310

### **SUMINISTRO DE AGREGADOS ACOPIADOS**

- 310.1 DESCRIPCIÓN/Pág. 182
- 310.2 MATERIALES/Pág. 182
- 310.3 REQUISITOS PARA LA CONSTRUCCIÓN/Pág. 183
- 310.4 MAQUINARIA, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS / Pág.  
183

- 310.5 ACEPTACIÓN/Pág.183
- 310.6 MÉTODOS DE MEDICIÓN/Pág.184
- 310.7 BASES PARA EL PAGO/Pág.184

## ■ SECCIÓN 311

### **ACOPIO DE MATERIAL EXCEDENTE**

- 311.1 DESCRIPCIÓN/Pág.184
- 311.2 MATERIALES/Pág.185
- 311.3 REQUISITOS PARA LA CONSTRUCCIÓN/  
Pág.185
- 311.4 MAQUINARIA, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS/  
Pág.185
- 311.5 ACEPTACIÓN/Pág.186
- 311.6 MÉTODO DE MEDICIÓN/Pág.186
- 311.7 BASES PARA EL PAGO/Pág.186



## SECCIÓN 301

### REACONDICIONAMIENTO DE LA SUPERFICIE DE CAMINOS EXISTENTES

#### 301.1 DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en el reacondicionamiento de la superficie de un camino o calle que incluye la limpieza y reacondicionamiento de las cunetas, de las entradas y salidas de las alcantarillas y la conformación de los hombros o bermas, ajustándose razonablemente a lo establecido en los planos y en estas especificaciones. Este trabajo debe ejecutarse inmediatamente antes de la aplicación de un riego de imprimación o de la colocación de una capa de sub-base, de base o de una carpeta asfáltica de rodamiento.

Los posibles efectos a causa de un incremento de caudal por cambio climático se deberán analizar en base a cambios en caudales picos sugeridos para la zona en estudio, por lo tanto, aún existe bastante incertidumbre sobre los posibles caudales futuros debido a los efectos del cambio climático; algunos estudios sugieren un ligero descenso de un 5%, mientras que otros estudios sugieren incrementos de hasta un 16%. Realizando un análisis conservador se propone asumir el caso más desfavorable, un incremento de un 16%. Lo que muestra una baja sensibilidad a incrementos de caudal. Si bien se tienen incrementos en el área inundada y las profundidades de inundación, se podría mitigar este efecto con el aumento del nivel de rasante o la inclusión de alcantarillas por kilómetro debido al factor de inundación.

#### 301.2 MATERIALES

Los materiales existentes y/o de adición deberán presentar una calidad tal, que el reacondicionamiento de la superficie cumpla por lo menos, los requisitos exigidos para terraplén en la Subsección (materiales en Terraplenes).

Los materiales que se empleen en el reacondicionamiento deberán provenir de las excavaciones de la explanación, de préstamos laterales o de fuentes aprobadas (canteras); deberán estar libres de sustancias deletéreas, de materia orgánica, raíces y otros elementos perjudiciales, de acuerdo a las exigencias del proyecto y autorizado por el Supervisor.

#### 301.3 REQUISITOS PARA LA CONSTRUCCIÓN

La superficie de la vía, incluyendo los hombros o bermas, deberá ser escarificada hasta la profundidad y anchura que se requiera, salvo lo que se estipula más adelante. El material escarificado deberá ser pulverizado de manera que no más de cinco (5) por ciento de este, excluyendo la grava y la piedra, sea retenido por un tamiz de 50 mm. El material pulverizado deberá ser humedecido, conformado y compactado hasta alcanzar la densidad especificada en el *Artículo 302.3.3*. La nivelación con motoniveladora y el riego de la superficie, si fuese ordenado, deberá continuarse durante las operaciones de compactación.

##### 301.3.1 Conformación de Cunetas o Zanjas de Drenaje

Esta especificación se aplicará en proyectos de rehabilitación que se requiera conformar las cunetas o zanjas de drenajes. El propósito de esta actividad es la de mantener las cunetas abiertas mediante la remoción de obstáculos y sedimentos y restaurarlas de tal manera que guarden su sección original (alineamiento, pendiente y profundidad).

En cualquier situación discrepante se adoptará el criterio del Ingeniero. Todo el material de desecho proveniente de las cunetas se botará en áreas que no afecten a terceros, previa autorización del Ingeniero y la Sección Ambiental.

##### 301.3.2 Perfilado de Cunetas a Mano

Esto aplicará en proyectos de rehabilitación donde sea difícil el uso de equipo mecánico. El propósito de esta actividad es mantener abierto el libre curso de las aguas, mediante la remoción de sedimentos depositados en ellas, devolviéndolas a su estado geométrico original, para un buen drenaje con procedimiento manual.



Se excavará el sedimento manualmente con picos y/o piquetas y retirará con palas, llevando en carretillas a camiones que depositarán el desperdicio en un lugar fuera del área de trabajo y que no perjudique a terceros, previa autorización del Ingeniero y la Sección Ambiental.

Dichos trabajos sólo se efectuarán cuando no haya precipitaciones pluviales y la temperatura ambiental, sea cuando menos de 6°C y los suelos se encuentren a un contenido de humedad inferior a su límite líquido.

Si existiese una superficie asfáltica, ésta deberá ser escarificada y pulverizada hasta que todos los terrones queden reducidos a un tamaño no mayor de 1½ veces el del agregado máximo de la superficie asfáltica existente. Luego, los agregados asfaltados deberán acamellonarse o conservarse en cualquier otra forma para su empleo ulterior en la obra, a menos que fuesen incorporados y compactados junto con los otros materiales de la superficie existente. Se acatará lo que sobre este particular establezcan los planos, las especificaciones especiales de la obra o lo que resuelva el Ingeniero.

La superficie deberá mantenerse en buen estado hasta que se haya colocado la capa de sub-base, base o la carpeta de rodamiento. De ser necesario, el mantenimiento incluirá la aplicación de más agua para evitar agrietamientos o disgregación en los bordes.

Deberá prohibirse la acción de todo tipo de tránsito sobre las capas en ejecución, hasta que se haya completado su compactación.

Cuando se encuentre una superficie dura y compacta, ya sea que ésta hubiere sido tratada previamente o no, con asfalto o concreto y que, de acuerdo con el criterio del Ingeniero, sería debilitada o dañada por la escarificación o conformación con motoniveladora, no se escarificará, sino que, en este caso, todas las depresiones y quiebres de la superficie se corregirán mediante parcheo, rellenando y nivelando las depresiones hasta que se ajusten a la superficie circundante.

El Ingeniero decidirá cuál de los materiales incluidos en el Contrato deberá utilizarse para el parcheo.

Todos los materiales blandos, inestables o en otra forma inapropiados que se encuentren en la superficie que se está reacondicionando, deberán ser retirados según se ordene y reemplazados con materiales adecuados o estabilizados mediante aditivos químicos a que se hace referencia en Artículo 302.3, que hayan sido incluidos en el Pliego de Licitación, u ordenados por el Ingeniero.

El material de reemplazo deberá ser colocado en capas que, estando en condición suelta, no excedan de 20 centímetros de espesor; cada capa deberá ser compactada totalmente como fue estipulado anteriormente.

La superficie deberá ser acabada en armonía razonable con los niveles y secciones transversales de las superficies adyacentes no alteradas.

#### **301.4 MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS**

El equipo empleado deberá ser compatible con los procedimientos de ejecución adoptados y requiere aprobación previa del Supervisor, teniendo en cuenta que su capacidad y eficiencia se ajusten al programa de ejecución de los trabajos y al cumplimiento de las exigencias de la presente especificación.

Los equipos deberán cumplir las exigencias técnicas ambientales para la emisión de gases contaminantes y ruidos, además de cumplir las consideraciones descritas en la Subsección (mantenimiento de equipos).

El Contratista deberá mantener los equipos de construcción en óptimas condiciones, con el objeto de evitar demoras o interrupciones debidas a daños en los mismos. Las máquinas, equipos y herramientas manuales deberán ser de buen diseño y construcción teniendo en cuenta los principios de la seguridad, la salud y la ergonomía en lo que atañe a su diseño. Deben tener como edad máxima la que corresponde a su vida útil. La mala calidad de los equipos o los daños que ellos puedan sufrir, no serán causa que exima al Contratista del cumplimiento de sus obligaciones.

El Supervisor se reserva el derecho de exigir el reemplazo o reparación, por cuenta del Contratista, de aquellos equipos que a su juicio sean inadecuados o ineficientes o que por sus características no se ajusten a los requerimientos de seguridad o sean un obstáculo para el cumplimiento de lo estipulado en los documentos del contrato.

### **301.5 ACEPTACIÓN**

El material para reacondicionamiento de la superficie de vías existentes será evaluado bajo la sección aplicable. El reacondicionamiento de la vía será evaluado visualmente y mediante mediciones y ensayos (*Sección 100 División I*).

Si los trabajos de mejoramiento puedan afectar el tránsito de la vía o en sus intersecciones y cruces con otras vías, el Contratista será responsable de mantenerlo adecuadamente, según lo especificado en la *Sección 100 División I*.

El acabado de la superficie será evaluado bajo la *Sección 205*.

Las superficies de agregados serán evaluadas bajo la *Sección 211 ó 301*, según corresponda.

Las superficies asfálticas serán evaluadas bajo la *Subdivisión 400*.

El sellado de grietas será evaluado bajo la *Sección 417*.

### **301.6 MÉTODO DE MEDICIÓN**

El reacondicionamiento se medirá por hectómetros o por kilómetro, según fuese establecido en los planos o en el Pliego de Licitación y deberá incluir todo el trabajo requerido en las cunetas y hombros o bermas; la escarificación y pulverización del material superficial existente, la preparación, incorporación o conservación de materiales asfálticos existentes, la compactación y el acabado de la superficie y el mantenimiento de la superficie terminada, si fuera necesario.

Si se hubiese establecido el pago separado de “suministro y riego de agua”, el agua se medirá por millar de litros por medio de depósitos calibrados o distribuidores, con medidores exactos proporcionados por el Contratista. Para el pago, sólo se medirá el consumo del agua que sea utilizada para la mezcla de los materiales o para conservar húmeda la superficie, por orden del Ingeniero.

La remoción y renovación del material inadecuado en la subrasante, será medida para su pago según la *Sección-203* y *Sección-205*. El material de bacheo y nivelación serán medidos para su pago de acuerdo con las secciones aplicables.

Los aditivos químicos ordenados por el Ingeniero e incorporados en la superficie reacondicionada, en forma aceptable, serán medidos por tonelada.

Para la conformación de cunetas o zanjas de drenajes la medición se hará por unidad de longitud (ML) debidamente terminada y aceptada.

Para perfilar cunetas a mano la unidad de medida que se utilizará será expresada en Metros Lineales (ML) de cunetas perfiladas, debidamente terminadas y aceptadas.

### **301.7 BASES PARA EL PAGO**

Las cantidades aceptadas para reacondicionamiento, medidas de acuerdo con lo estipulado anteriormente, serán pagadas al precio de contrato por hectómetro o por kilómetro para el reacondicionamiento, y por millar de litros de agua regados en el sitio, siempre que el pago separado de ésta haya sido incluido en el Pliego de Licitación. Estos precios y pagos se considerarán como compensación total por todo el trabajo comprendido en esta Sección.

Para el pago de conformación de cunetas o zanjas de drenajes y perfilar cunetas a mano el pago incluirá la remoción de sedimento, basura, piedra, etc. y su traslado, como también la conformación a sección original de la cuneta.

Estos precios y pagos constituirán compensación total por la escarificación, excavación y/o conformación, compactación, carga, acarreo, mano de obra, herramientas, equipo, descarga de material, etc., al igual que la realización de cualquier trabajo necesario para la debida ejecución de los detalles especificados. Ver *Sección-100 División I*.

Los pagos serán efectuados bajo los siguientes conceptos:

Código	Concepto de Pago	Unidad de Medida
301,01	Reacondicionamiento de la Superficie	Kilómetro (km)
301,02	Reacondicionamiento de la Superficie	Hectómetro (hm)
301,03	Agua para el Reacondicionamiento de la Superficie	Millar de Litros
301,04	Aditivo químico para el Reacondicionamiento de la Superficie	Tonelada (t)
301,05	Material de terraplén para el Reacondicionamiento de la Superficie	Metro Cúbico (m <sup>3</sup> )
301,06	Conformación de Cunetas	Metro lineal (m)
301,07	Perfilado de Cunetas a Mano	Metro lineal (m)

## SECCIÓN 302

### MEJORAMIENTO DE LA SUPERFICIE

#### 302.1 DESCRIPCIÓN

Este trabajo consistirá en la escarificación de la superficie del camino o calle existente y la incorporación al material escarificado, de agregados y aditivos, si fuesen requeridos, o la adición de agregados nuevos y su revoltura con los materiales obtenidos de las cunetas, los taludes, los hombros y la conformación y compactación de la mezcla obtenida, ajustándose razonablemente a la profundidad nominal que figure en los planos. El trabajo incluirá además la realineación de los hombros y la limpieza y reconfiguración de las cunetas, si los planos así lo indicasen.

En algunos casos podrá ser necesario el uso de aditivos químicos para mejorar la calidad de los materiales, o bien, si lo indican los planos, podrá hacerse uso de materiales geo sintéticos, de acuerdo con la Sección 924 o Sección 926, según corresponda.

Los posibles efectos a causa de un incremento de caudal por cambio climático se deberán analizar en base a cambios en caudales picos sugeridos para la zona en estudio, por lo tanto, aún existe bastante incertidumbre sobre los posibles caudales futuros debido a los efectos del cambio climático; algunos estudios sugieren un ligero descenso de un 5%, mientras que otros estudios sugieren incrementos de hasta un 16%. Realizando un análisis conservador se propone asumir el caso más desfavorable, un incremento de un 16%. Lo que muestra una baja sensibilidad a incrementos de caudal. Si bien se tienen incrementos en el área inundada y las profundidades de inundación, se podría mitigar este efecto con el aumento del nivel de rasante o la inclusión de alcantarillas por kilómetro debido al factor de inundación.

#### 302.2 MATERIALES

Los materiales deberán cumplir con lo dispuesto en las siguientes secciones:

- **Agregados** Artículo 1003.20.2 o Artículo 1003.21 o Sección 1003.22
- **Cloruro de Calcio** Artículo 1012.2

- **Cal Hidratada**            Artículo 1012.3
- **Agua**                      Artículo 1012.1
- **Geotextiles**            Sección 924
- **Geomallas**            Sección 926

### **302.3 REQUISITOS PARA LA CONSTRUCCIÓN**

#### **302.3.1 Procesamiento**

Si fuese requerido en los planos, los taludes, los hombros y las cunetas, deberán conformarse con motoniveladora de tal modo que el alineamiento de hombros y cunetas se ajuste razonablemente a la sección transversal que muestran los planos. El material obtenido de este proceso y el material de revestimiento que exista en la superficie de la vía, deberán ser extendidos uniformemente sobre la superficie. Todas las malezas, grama, hierbas, raíces u otro material indeseable que se saque de los taludes y las cunetas mencionadas, deberán ser retirados de la superficie. Si fuese necesario para alcanzar la profundidad exigida en el mejoramiento de la subrasante, la superficie deberá ser escarificada hasta la profundidad necesaria, o bien, acarrear material adicional de yacimientos aprobados para el caso. Todo el material deberá ser mezclado completamente y pulverizado hasta que no más de cinco (5) por ciento del material, exceptuando gravas y piedras, quede retenido en un tamiz de 50 mm. El material mezclado en esa forma deberá ser colocado formando un camellón uniforme.

La escarificación se llevará a cabo en las zonas y con las profundidades que estipulen el Proyecto o el Supervisor, no debiendo en ningún caso afectar esta operación a una profundidad menor de 15 cm, ni mayor de 30 cm. Si la profundidad supera los 30 cm, será necesario aportar nuevo material, por capas, y compactar este material añadido.

Deberán señalarse y tratarse específicamente aquellas zonas en que la operación pueda interferir con obras de drenaje o refuerzo del terreno.

#### **302.3.2 Tiempo para Ejecutar el Trabajo**

La escarificación, conformación y compactación de las áreas a escarificar no deberá realizarse sino hasta cuando se tenga disponible el material, ya sea de subbase o base, para ser colocado en el tramo a trabajar; igualmente no se hará la escarificación si hay peligro de lluvia.

El Ingeniero debe autorizar al Contratista las longitudes de tramos a acondicionar de acuerdo con esta disposición.

#### **302.3.3 Forma de Ejecución**

Al escarificarse las áreas que requieren este trabajo, deberá tenerse los siguientes cuidados y requisitos:

- La escarificación deberá hacerse de tal forma que al introducir los dientes escarificadores, estos no vayan a alterar o a interactuar con la subrasante, para así evitar contaminación con el material existente de subbase o base y permitir su reutilización.
- Se deberá desintegrar todos los pedazos de la costra de la superficie del pavimento (áreas con asfalto) e igualmente desintegrar el material de base que sea removido.
- No se dejará ninguna superficie de la calzada existente actual con áreas o franjas sin haber sido alteradas, es decir sin escarificar.
- Después de haberse efectuado las operaciones indicadas arriba, se mezclará todo el material escarificado hasta conseguir que esté homogéneamente mezclado.

- Después de haberse mezclado homogéneamente el material, se esparcirá y conformará hasta conseguir una superficie perfilada, de acuerdo a los planos o al Ingeniero. La escarificación incluye la conformación y compactación del área escarificada.
- Para finalizar se compactará debidamente toda el área y en caso de que sea necesario se hará riego de agua para ayudar a la compactación.

La cantidad de agregados para el mejoramiento requerido en los planos, deberá ser acarreada y amontonada formando un camellón de sección uniforme. Los materiales de ambos camellones (el material obtenido de la superficie existente y el agregado acarreado), deberán ser mezclados entre sí hasta que todos los materiales estén distribuidos uniformemente a lo largo del camellón combinado.

Deberán señalarse y tratarse específicamente las zonas que correspondan a la parte superior de obras de drenaje o refuerzo del terreno, para que no sean dañadas durante las labores de compactación.

En caso de que fuesen requeridos aditivos químicos, éstos deberán ser distribuidos uniformemente y revueltos por completo con los materiales del camellón.

Durante la operación de revoltura se deberá añadir suficiente agua para proporcionar la humedad adecuada para lograr la compactación requerida. Luego, el material deberá ser extendido uniformemente según la sección transversal correspondiente y compactado hasta obtener una densidad no inferior al 95 por ciento de la densidad máxima obtenida en la prueba AASHTO T 180, Método D. Se harán ensayos para determinar la densidad en el sitio, de acuerdo con los métodos de prueba AASHTO T 191, T 205 u otra norma aprobada. En caso de que en el sitio se encuentren partículas de gran tamaño, se puede requerir el uso del método AASHTO T 224 para corregir la densidad in situ. La compactación deberá acompañarse de trabajo de moto-conformación para asegurar una superficie final razonablemente lisa y uniforme.

#### **302.3.4 Acabado y Curado**

Cuando el Contrato incluya la colocación de una capa de base o carpeta asfáltica sobre la superficie mejorada, ésta última, una vez terminada, deberá ser mantenida en buen estado hasta que se haya colocado la capa subsiguiente. Si fuese necesario se le aplicará más agua para evitar el agrietamiento o disgregación de los bordes, así como el curado de cualquier aditivo químico incorporado.

#### **302.3.5 Uso de Geo-sintéticos**

Si fuere necesario, se podrá hacer uso de materiales geo-sintéticos según los planos o por iniciativa del Contratista y lo aprueba el Ingeniero, ver *sección 213*, tomando en cuenta las recomendaciones del Fabricante.

#### **302.3.6 Mejoramiento con Aditivos o Geo-sintéticos**

Para este tipo de mejoramiento se procederá de acuerdo con la *Sección 213*, *Sección 304*, *Sección 924* y *Sección 926*, según corresponda.

### **302.4 MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS**

El equipo empleado deberá ser compatible con los procedimientos de ejecución adoptados y requiere aprobación previa del Supervisor, teniendo en cuenta que su capacidad y eficiencia se ajusten al programa de ejecución de los trabajos y al cumplimiento de las exigencias de la presente especificación.

Los equipos deberán cumplir las exigencias técnicas ambientales para la emisión de gases contaminantes y ruidos, además de cumplir las consideraciones descritas en la Subsección (mantenimiento de equipos).

### 302.5 ACEPTACIÓN

La aceptación se hará de acuerdo con lo establecido en los *Artículo 303.5* ó *Artículo 304.5*, según corresponda. Se atenderá a los requisitos presentados en el cuadro 302-1:

**CUADRO 302-1**  
**Muestreo y Ensayes**

Material o producto	Propiedad o característica	Método o Especificaciones del Ensaye	Frecuencia	Lugar del Muestreo
Material mezclado en la vía	Graduación	AASHTO T27	1 por cada 5000 m <sup>3</sup>	Material procesado antes de la compactación final
	Humedad - Densidad	AASHTO T99 método C	1 por cada mezcla o cambio de material	Material procesado antes de la compactación final
	Densidad en el sitio y contenido de humedad	AASHTO T238 y AASHTO T238 u otro procedimiento aprobado	1 por cada 2500 m <sup>2</sup>	Subrasante compactada

### 302.6 MÉTODO DE MEDICIÓN

Los agregados para el mejoramiento de la superficie se medirán por metro cúbico o por tonelada.

La humedad en los agregados será deducida del peso, de acuerdo con el *Sección-100 división I*, si así está estipulado en las CEC. Cuando en el Pliego de Licitación sean señalados como materiales alternos, escorias, piedra, o grava, para este concepto de pago y el pago se haga por peso, las cantidades estimadas se calcularán con base en un promedio determinado en el laboratorio, del peso volumétrico seco suelto de los materiales optativos disponibles. No se hará ningún ajuste en el precio unitario del contrato por variaciones en la cantidad final, debidas a diferencias en el peso volumétrico del material realmente empleado.

El agua se medirá por millar de litros, por medio de depósitos calibrados o empleando medidores de agua exactos proporcionados por el Contratista. Únicamente será medida para pago el agua que sea empleada en la revoltura de los materiales o utilizada como fuese ordenado por el Ingeniero con el objeto de conservar húmeda la superficie.

Los aditivos químicos se medirán por tonelada. Cuando estos vengán encostalados, el peso neto impreso al ser empacado por el fabricante será el peso aceptado para pago.

El procesamiento para el mejoramiento de la superficie se medirá por hectómetro o por kilómetro, como esté indicado en los planos o en el Pliego de Licitación y deberá incluir todo el trabajo requerido en las cunetas y hombros, si así lo exigen los planos, la escarificación y pulverización de la superficie existente, la colocación y revoltura de materiales en la vía, la compactación de los materiales, el acabado de la superficie y la conservación de la superficie terminada, en caso de que sea requerida.

Los geo-sintéticos, si fueran utilizados en el mejoramiento, serán medidos de acuerdo con las secciones correspondientes de estas especificaciones.

La cantidad de área escarificada y/o conformada y compactada, será medida por el área trabajada de la calzada existente. La unidad de medida será en metro cuadrado (m<sup>2</sup>).

### 302.7 BASES PARA EL PAGO

Las cantidades aceptadas, medidas de acuerdo con lo estipulado en el Sección 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.

Las cantidades debidamente terminadas y aceptadas de escarificación y/o conformación, medidas de la manera especificada, se pagarán al precio unitario establecido por el Contrato para este detalle.

Además, en este pago el Contratista debe incluir los costos de marcación y remoción del material que no reúna las condiciones de servicio e incluir el acarreo de este material a un lugar escogido por él y aprobado por el Ingeniero, previa coordinación con la Sección Ambiental del MTI, como también la compactación del suelo para la colocación ya sea de sub-base o de la nueva capa base compactada.

Los pagos serán efectuados bajo los siguientes conceptos:

Ítem	Concepto de Pago	Unidad de Medida
302,01	Reacondicionamiento de la Superficie	Kilómetro (km)
302,02	Agregado para Mejoramiento de la Superficie, Graduación	Metro Cúbico (m <sup>3</sup> )
302,03	Agregado para Mejoramiento de la Superficie, Graduación	Tonelada (t)
302,04	Agua para Mejoramiento de la Superficie	Millar de Litros
302,05	Trabajo de Mejoramiento de la Superficie	Hectómetro (hm)
302,06	Trabajo de Mejoramiento de la Superficie	Kilómetro (km)
302,07	Cloruro de Calcio, Tipo	Tonelada (t)
302,08	Cal Hidratada	Tonelada (t)
302,09	Escarificación y Conformación de Calzada	Metro Cuadrado (m <sup>2</sup> )
302,10	Mejoramiento con Aditivos o Geo-sintéticos	Metro Cuadrado (m <sup>2</sup> )

## SECCIÓN 303

### CAPAS DE AGREGADO NO TRATADO

#### 303.1 DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en el suministro y colocación de una o varias capas superficiales de agregado triturado (sub base, base o capas de revestimiento) sobre una superficie preparada conforme a estas especificaciones y ajustadas razonablemente a los alineamientos, pendientes, espesores y secciones transversales típicas mostrados en los planos u ordenados por el Ingeniero.

Se recomienda un monitoreo minucioso antes, durante y después de la construcción de los terraplenes (e.g. inclinómetro horizontal), a fin de realizar un back analysis que permita la verificación de los parámetros asumidos.

Se recomienda el uso de sistemas de drenaje que permita la buena disipación del exceso de presión de poros y control de flujos dentro y por debajo del terraplén.

Se recomienda realizar sondeos exploratorios como ser SPT, CPTu o DMT con sus respectivos ensayos de laboratorio para determinar parámetros de resistencia de los estratos profundos, en especial en los tramos donde el terraplén va a tener una altura mayor a 4m.

Se recomienda la protección de las laderas de los taludes de manera preventiva contra la erosión y pérdida de pie de talud. La mejora de la subrasante mediante el cambio de suelo o el uso de geotextiles como el MacGrid, o el uso de productos como el Consolid o similar, para la estabilización e impermeabilización de los suelos. Estas recomendaciones son válidas para las *Secciones 304 y 306*.

#### 303.2 MATERIALES

Se ajustarán a los siguientes artículos:

<b>Agregados</b>	Artículos 1003.9 y 1003.20
<b>Agua</b>	Artículo 1012.1c

#### 303.3 REQUISITOS PARA LA CONSTRUCCIÓN

##### 303.3.1 Generalidades

- a) El Contratista deberá preparar la superficie sobre la cual se va a colocar la capa de agregados de acuerdo con la *Sección-211* o *Sección-301*, según sea el caso.
- b) Después de producir una cantidad representativa de agregado, deberá someter a la aprobación del Ingeniero los valores meta propuestos para los tamaños aproximados de los tamices, junto con una muestra representativa de 150 kilogramos, no menos de 14 días antes de incorporar el agregado en la obra.

Los materiales que se empleen para el mejoramiento del suelo y que deben ser transportados hasta el lugar donde se realizan las obras deben estar protegidos con lona, humedecidos adecuadamente y contar con las condiciones de seguridad para que éstas no se derramen a lo largo de su recorrido.

El Ingeniero establecerá los valores meta dentro de los márgenes de graduación mostrados en el Cuadro 1003-3 para la graduación requerida.

##### 303.3.2 Revoltura (Mezclado) y Esparcido

El Ingeniero determinará el contenido óptimo de humedad de acuerdo con la norma AASHTO T 180, *método D*. Mezclará el agregado y ajustará el contenido de humedad hasta obtener una mezcla uniforme con un contenido de humedad dentro del 2 por ciento del contenido óptimo de humedad.



El suelo de aporte para el mejoramiento se aplicará en los sitios indicados en los documentos del Proyecto o definidos por el Supervisor, en cantidad tal, que se garantice que la mezcla con el suelo existente cumpla las exigencias, en el espesor señalado en el Proyecto o aprobado por el Supervisor.

El Contratista deberá espaciar y conformar la mezcla sobre la superficie preparada en una capa uniforme.

No se deberá colocar la mezcla en una capa que exceda 15 cm de espesor compacto. Cuando sean necesarios más de una capa, se deberá compactar cada capa de acuerdo con el Artículo 303.3.4, antes de colocar la siguiente capa. El Contratista fijará las rutas del equipo de acarreo en forma tal que circule uniformemente sobre el ancho total de la superficie a fin de evitar la formación de surcos o una compactación dispareja.

Los materiales para la capa de agregados deberán estar bien gradados, con una distribución de grueso a fino, que cumpla con este requisito, de acuerdo con los valores fijados para la granulometría que sea escogida del Cuadro 1003-3. de estas especificaciones.

El Ingeniero hará suficientes pruebas o ensayos del material pétreo para la base, bien durante su procesamiento o del que ya ha sido colocado en la carretera, a fin de mantener un adecuado control de los materiales y de las operaciones de construcción.

El Contratista deberá reemplazar o corregir, a sus expensas, todo material de base que no cumpla con los requisitos estipulados

### **303.3.3 Material Fino para Granulometría**

Si se necesitara material fino, en adición al naturalmente presente en el material de trituración, para satisfacer requisitos de gradación o para asegurar una adherencia adecuada, se añadirá dicho material y se mezclará uniformemente con el proveniente de la trituración.

La mezcla se hará en la planta de producción o en la misma carretera. El material para fino para la mezcla se obtendrá de fuentes escogidas por el Contratista y aprobadas por el Ingeniero.

El Contratista someterá el porcentaje de material fino a utilizar por peso de material de base y requerirá la aprobación del Laboratorio para su incorporación.

La adición de dicho material será tal que resulte una mixtura homogénea que satisfaga los requisitos de calidad en todos los aspectos. Deberá estar libre de terrones, materias vegetales u otras sustancias objetables y no contendrá más de un 15% del material que retenga el tamiz N<sup>º</sup>4.

Sus características físicas serán tales que al combinarlo con el material de trituración lo haga cumplir con todos los requisitos exigidos en las especificaciones.

El material fino cuando no fuera adicionado en la planta de producción, será esparcido uniformemente sobre el material suelto de la Capa de Base colocada en la carretera y totalmente mezclado con ésta.

No se hará pago adicional alguno por el material fino . Su costo se considerará incluido en el precio unitario de la Capa de agregados no tratados.

### **303.3.4 Compactación**

La densidad máxima de la mezcla será determinada de acuerdo con la norma AASHTO T 180, método D.

Cada capa deberá ser compactada en todo su ancho. La compactación deberá progresar de los lados hacia el centro de la vía. A lo largo de cunetas, bordillos, cabezales, muros y todos aquellos lugares que no sean accesibles a las aplanadoras de rodillos, se deberá compactar el material con pisonos o compactadores aprobados.

Los materiales disgregados y los de adición, se humedecerán o airearán hasta alcanzar la humedad apropiada de compactación y, previa la eliminación de partículas mayores de 7.5 cm, se compactarán hasta obtener los niveles de densidad establecidos para la corona del terraplén.

Cada capa deberá ser compactada a no menos del 95% por ciento de la densidad máxima. La densidad y humedad in situ de acuerdo con las normas AASHTO T238 y 239, con el método nuclear descrito en la Sección 212 o en otros métodos aprobados.

Las capas de agregados se colocarán sobre secciones de base existente, Sub-base o Subrasante preparadas y aprobadas. El material suelto se esparcirá con un espesor tal que al ser compactado no resulte en capas menores de 10 cm ni mayores a 20 cm. Cada capa deberá ser adecuadamente compactada antes de colocar sobre ella la siguiente. La colocación, esparcimiento y compactación del material sobre la Sub-base o Subrasante terminada, o sobre la capa subyacente compactada, comenzará por el lugar que indique el Ingeniero.

Los Agregados se compactarán en capas hasta los espesores totales mostrados en los planos o pliegos. Al colocar un espesor total mayor a 20 cm para cumplir eventualmente lo establecido en planos o pliegos, el Ingeniero deberá ordenar al Contratista la colocación de este espesor total en varias capas, evitando que en ningún caso las capas sean menores a 10 cm o mayores a 20 cm.

En caso de espesores de capas combinados, no iguales, es recomendable colocar el menor espesor de capa primero y el resto de capa o capas posteriormente.

Cada capa llevará su control de compactación previo y aprobación correspondiente por el Ingeniero, antes que el Contratista proceda a colocar una capa posterior y así sucesivamente hasta completar el espesor total mostrado en planos o pliegos.

El material será colocado y esparcido uniformemente y sin segregación y deberá ser compactado a una densidad no menor que el 100% de la densidad máxima, con una variación en la humedad de campo no mayor al 2% de la humedad óptima, determinada por el ensayo AASHTO T-99, Método C.

El Ingeniero hará pruebas de densidad del material de base compactado, de acuerdo con el procedimiento AASHTO T-191 ó T-238. Cada prueba deberá abarcar un área representativa no mayor de 1,400 m<sup>2</sup> con el espesor de diseño para la base. Se podrá hacer correcciones respecto a partículas gruesas, de acuerdo con AASHTO T 224.

El Contratista está obligado a la colocación de tacos de nivel en los extremos de la calzada para el control de espesores durante la colocación, esparcimiento y compactación del material de la capa de agregados, a fin de cumplir cabalmente con la verificación de espesores.

El Contratista podrá utilizar un método distinto al sugerido, previa aprobación del Ingeniero .

En los lugares inaccesibles al equipo de compactación, el material de base deberá ser compactado totalmente por medio de apisonadores mecánicos portátiles en la forma indicada por el Ingeniero. Esta situación es aplicable a los bordes de rodadura de Capa Base colocada y que deben cumplir igualmente con lo establecido del 100% mínimo de la densidad máxima según el ensayo AASHTO T 99, Método "C" y que regularmente con el equipo normal de compactación puede no obtenerse. En este caso es obligatorio el uso de apisonadores mecánicos.

### **303.3.5 Acabado. Tolerancia de la Superficie**

La superficie deberá ser acabada a partir de las estacas de nivelación final verificadas ("cabezas azules"), a  $\pm 10$  mm, de la línea de estacas y elevación.

Si no se contara con "cabezas azules" para acabado de rasante, se conformará la superficie con una plantilla y se comprobará con un escantillón de 3 metros. Las áreas defectuosas son las que se desvían de la superficie acabada

en más de 15 mm en 3 metros entre dos puntos cualesquiera de contacto del escantillón con la superficie acabada.

Las áreas defectuosas deberán ser corregidas aflojando el material, agregando o quitando material de la misma calidad, reconvirmando y compactando.

### **303.3.6 Verificación de Espesores**

El espesor de la capa de agregados terminada no deberá tener una diferencia mayor de 1 cm con respecto al espesor indicado en los planos.

El espesor de la capa de agregados se verificará por medio de sondeos o perforaciones de ensayo realizadas durante el progreso del trabajo. Después que la capa de agregados haya sido compactada a la densidad exigida, el espesor deberá medirse en uno o más puntos, tomados al azar, cada 450 m<sup>2</sup>, o su equivalente en metros lineales, según el ancho de la Base, en forma tal que se evite un patrón de distribución regular de los mismos. Cuando un sondeo señale una variación del espesor mostrado en los planos, mayor que la permisible, se harán sondeos adicionales hasta que los sondeos indiquen que el espesor se encuentra dentro de la tolerancia permisible. Cualquier área cuyos espesores no estén dentro de la tolerancia permisible deberá ser corregida por el Contratista, a sus expensas, removiendo o agregando material según sea necesario, conformando y compactando dicha área en la forma indicada en estas especificaciones.

Si se tienen métodos no destructivos, sometidos por el Contratista y aprobados por el Ingeniero que verifiquen los espesores colocados, podrán hacerse uso de ellos.

La perforación de los sondeos y su relleno con material compactado apropiadamente, deberá hacerlo, en todos los casos, el Contratista bajo la supervisión del Ingeniero .

No se pagara por material en exceso de la cantidad requerida según los planos o en exceso de la ordenada por el Ingeniero.

### **303.3.7 Mantenimiento**

El Contratista deberá mantener la capa de agregados en su alineamiento, rasante y sección transversal correctos por medio de moto-conformación, mojando y compactando o cualquier combinación de estas operaciones hasta la colocación de la siguiente capa. Los defectos serán corregidos de acuerdo con el artículo 303.3.5.

## **303.4 MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS**

Todos los equipos deberán ser compatibles con los procedimientos de construcción adoptados y requieren la aprobación previa del Supervisor, teniendo en cuenta que su capacidad y eficiencia se ajusten al programa de ejecución de las obras y al cumplimiento de las exigencias de uso de equipo y maquinaria.

El Contratista deberá mantener en los sitios de las obras los equipos adecuados a las características y magnitud de las obras y en la cantidad requerida, de manera que se garantice su ejecución de acuerdo con los planos, especificaciones de construcción, programas de trabajo y dentro de los plazos previstos.

El Contratista deberá mantener los equipos de construcción en óptimas condiciones, con el objeto de evitar demoras o interrupciones debidas a daños en los mismos. Las máquinas, equipos y herramientas manuales deberán ser de buen diseño y construcción teniendo en cuenta los principios de la seguridad, la salud y la ergonomía en lo que atañe a su diseño. Deben tener como edad máxima la que corresponde a su vida útil. La mala calidad de los equipos o los daños que ellos puedan sufrir, no serán causa que exima al Contratista del cumplimiento de sus obligaciones.

El Supervisor se reserva el derecho de exigir el reemplazo o reparación, por cuenta del Contratista, de aquellos equipos que a su juicio sean inadecuados o ineficientes o que por sus características no se ajusten a los requerimientos de seguridad o sean un obstáculo para el cumplimiento de lo estipulado en los documentos del contrato.

El equipo será el apropiado para la explotación de los materiales, su clasificación, trituración de ser requerido, lavado de ser necesario, equipo de carga, descarga, transporte, extendido, mezcla, homogeneización, humedecimiento y compactación del material, así como herramientas menores.

### 303.5 ACEPTACIÓN

La graduación del agregado y el índice de plasticidad de la capa superficial serán evaluados estadísticamente, de acuerdo con el Sección-100 división 1. Las otras propiedades de calidad serán evaluadas visualmente y mediante mediciones y ensayos (Sección-100 división 1). El Cuadro 303-1 muestra los requisitos mínimos para muestreo y ensaye.

#### (a) Graduación del Agregado

Los límites superior e inferior de la especificación son los valores meta aprobados más o menos las desviaciones permisibles mostradas en el Cuadro 1003-6. El Cuadro 303-1 muestra las categorías de aceptación de las características de calidad.

Comprobar que los materiales por emplear cumplan los requisitos de calidad exigidos.

#### (b) Índice de Plasticidad

Los límites superior e inferior de la especificación para las capas superficiales aparecen en el Cuadro 1003-3. El Cuadro 301-1 muestra las categorías de aceptación de las características de calidad.

La construcción de capas de agregado no tratados será evaluada por inspección visual del Ingeniero y por su conformidad razonable con las medidas y los resultados de los ensayos. El Cuadro 303-1 muestra los mínimos requisitos de muestreo y ensaye.

Se debe verificar el estado y funcionamiento de todo el equipo utilizado por el Contratista.

Se debe supervisar la correcta aplicación de los métodos de trabajo aceptados.

La preparación de la superficie sobre la cual se coloca la capa de agregados será evaluada de acuerdo con las Sección-211 o Sección-301, según corresponda.

Verificar y aprobar la compactación de todas las capas de suelo que forman parte de la actividad especificada.

**CUADRO 303-1**  
**Muestreo y Ensayes**

Material o producto	Propiedad o característica	Categoría	Método o Especificaciones del Ensaye	Frecuencia	Lugar del Muestreo
Capas de Sub base y Base	Graduación (1)		AASHTO T11 y AASHTO T27	1 muestra por cada 1000 t	Del camellón o la vía después de procesado
	9.5 mm	I			
	4.75 mm	I			
	75 µm Otros tamices específicos	I II			
	Límite Líquido	-	AASHTO T89	1 muestra por cada 3000 t	Del camellón o la vía después de procesado.
	Humedad - Densidad (Densidad Máxima)	-	AASHTO T180 método D	1 por cada graduación de agregado producido.	Cantidad producida o del acopio
	Densidad y contenido de humedad in situ	-	AASHTO T 238 y AASHTO T 239 y otros procedimientos aprobados	1 por cada 500 t	In situ en la capa terminada y compactada.

(1) Usar únicamente los tamices indicados para la graduación especificada.

### 303.6 MÉTODO DE MEDICIÓN

El agregado será medido en toneladas, metros cuadrados o en metros cúbicos compactos en su lugar. Si las CEC lo estipulan, será aceptable la medición en metros cúbicos en el vehículo de acarreo. Para la medición en metros cuadrados, el ancho será medido horizontalmente, incluyendo la parte superior del ancho de la superficie de agregado y el sobre ancho permisible en las curvas. Para la medición en metros cuadrados, la longitud será medida horizontalmente a lo largo de la línea central de la vía.

La cantidad de Capa de Agregados por la cual se pagará, será el número de metros cúbicos de Agregados (incluyendo Finos), construido, terminada y aceptada, de acuerdo con los planos y especificaciones, independientemente de la cantidad de material suelto utilizado.

El volumen que se deberá pagar se calculará de acuerdo con las pruebas de espesor o sondeos ordenadas por el Ingeniero, a razón de una o más por cada 100 m lineales de base aceptada, determinado por el método de promedio de áreas extremas.

Cuando los sondeos demuestren que la capa de agregados tiene un espesor menor que el exigido, pero dentro de la tolerancia permisible, el área de la sección transversal típica será multiplicada por la relación entre el espesor real y el exigido (espesor real/espesor exigido).

El área así reducida, como resultado de este ajuste, será utilizada para el cálculo del volumen por el método de promedio de áreas extremas.

No se considerarán, para los efectos de pago, las cantidades de material de capa de agregados colocadas en exceso de las indicadas en la sección transversal típica de los planos, con excepción de las ordenadas por el ingeniero.

La capa base adicional se medirá por metro cúbico de material colocado debidamente autorizado por el Ingeniero.

### 303.7 BASES PARA EL PAGO

Las cantidades aceptadas, medidas de acuerdo con la Sección precedente, serán pagadas al precio de contrato por unidad de medida para los conceptos de pago listados más adelante que aparezcan en el Pliego de Licitación, precio y pago que serán compensación total por el trabajo prescrito en esta Sección.

La cantidad que se pagará por Capa de Agregados será la cifra que resulte de multiplicar el volumen de Capa de Agregados, terminada y aceptada, determinado como se indica en el artículo anterior, por el precio unitario fijado en el Contrato.

Este precio y pago constituirá compensación total por la limpieza inicial y final de las fuentes de origen de los materiales; acondicionamiento o preparación aprobados de la superficie sobre la cual se construirá la Capa de Agregados; suministro, acarreo, colocación, homogenización, escarificación, humedecimiento, compactación y por todo equipo, mano de obra, herramientas, incidencias o imprevistos que se requieran o surjan en relación con la construcción de la Capa de Agregados, de acuerdo con los requisitos especificados. Los pagos serán hechos bajo los conceptos de pago siguientes:

Ítem	Concepto de Pago	Unidad de Medida
303,1	Base de Agregados, Graduación	Tonelada (t)
303,2	Base de Agregados, Graduación	Metro Cuadrado (m <sup>2</sup> )
303,3	Base de Agregados, Graduación	Metro Cúbico (m <sup>3</sup> )
303,4	Subbase, Graduación	Tonelada (t)
303,5	Subbase, Graduación mm., de Espesor	Metro Cuadrado (m <sup>2</sup> )

303,6	Subbase, Graduación	Metro Cúbico (m <sup>3</sup> )
303,7	Capa Superficial de Agregados	Tonelada (t)
303,8	Capa Superficial de Agregados mm, de espesor	Metro Cuadrado (m <sup>2</sup> )
303,9	Capa Superficial de Agregados	Metro Cúbico (m <sup>3</sup> )

## SECCIÓN 304 CAPAS DE AGREGADO TRATADO

### 304.1 DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en la construcción de una o más capas de una mezcla de agregado (grava o piedra triturada) especificado en el Pliego de Licitación, con cemento Portland, o bien, con ceniza fina de altos hornos (CFAH), con cal o con cemento Portland sobre una superficie preparada de acuerdo con estas especificaciones y ajustándose razonablemente a las líneas, rasantes, espesores y secciones transversales típicas mostradas en los planos u ordenados por el Ingeniero.

Las capas de agregado tratado serán designadas como “agregado-cemento” o “agregado/CFAH-cal” o “cemento”.

La graduación de los agregados será una de las mostradas en el Cuadro 1003-6, a menos que las CEC (Condiciones Especiales el Contrato) especifiquen otra.

### 304.2 MATERIALES

Se ajustarán a los siguientes Artículos:

<b>Agregados</b>	Artículo 1003.9, Artículo 1003.20
<b>Material de Secado</b>	Artículo 1003.17
<b>Aditivo químico retardador de fraguado</b>	Artículo 1011.3
<b>Emulsión Asfáltica</b>	Artículo 1002.4
<b>Ceniza Fina de Altos Hornos (CFAH)</b>	Artículo 1012.10
<b>Cal</b>	Artículo 1012.3
<b>Cemento Portland</b>	Artículo 1001.1
<b>Agua</b>	Artículo 1012.1

### 304.3 REQUISITOS PARA LA CONSTRUCCIÓN

#### 304.3.1 Dosificación

El Contratista deberá someter ante el Ingeniero una mezcla propuesta para la capa de agregado tratado, 30 días antes de la producción. Esta deberá tener una resistencia mínima promedio a la compresión de 3.45 MPa sin que ningún ensaye dé valores menores de 2.7 MPa.

Se moldearán, curaran y ensayaran las muestras de la mezcla de agregado con CFAH, cal y/o cemento (abreviada como AC FCC) de acuerdo con la norma ASTM C593, partes 10 y 11, excepto que se revisará el período de fraguado de 7 a 28 días a  $38 \pm 2^\circ\text{C}$ .

Para la mezcla de agregado-cemento, se deberán llenar los parámetros de diseño del Cuadro 304-1.

**CUADRO 304-1**

***Rango de los Parámetros de Diseño de la Mezcla de Agregado-Cemento***

Material	Porcentaje (1)
Agregado	90 – 96
Cemento Portland	4 - 10

(1) En peso del total de mezcla seca.

Para la mezcla AC FCC, se deberán llenar los parámetros de diseño del Cuadro 304-2.

**CUADRO 304-2**

***Rango de los Parámetros de Diseño de la Mezcla AC FCC***

Material	Porcentaje (1)
Agregado	75 - 92
CFAH	6 - 20
Cal y/o Cemento	2 - 5

(1) En peso del total de mezcla seca.

El Contratista deberá incluir con el diseño de la mezcla lo siguiente en cuanto sea aplicable:

- a) Fuente de cada material componente.
- b) Resultados de los ensayos aplicables.
- c) Valores meta para cada tamaño de tamiz.
- d) Una muestra de 90 Kg del agregado.
- e) Una muestra de 25 Kg de la CFAH.
- f) Una muestra de 10 Kg de cal.
- g) Una muestra de 10 Kg de cemento.
- h) Una muestra de 2 Kg del aditivo retardador o de otro tipo.

La producción podrá comenzar solamente después de que el diseño de la mezcla esté aprobado por el Ingeniero. El Contratista deberá suministrar una nueva muestra del diseño de la mezcla si hubiera cambio en una de las fuentes de materiales.

El Ingeniero hará suficientes pruebas o ensayos, con apoyo del laboratorio, de los materiales adicionados con cemento para pavimento.

Se harán especímenes moldeados para un próctor modificado, curado a los siete días de edad y ensayado para una resistencia a la compresión no confinada que debe obtener un mínimo de 30 Kg/cm<sup>2</sup>., AASHTO T208 prueba a compresión no confinada a fin de mantener un adecuado control de los materiales y de las operaciones de construcción.

El Contratista deberá reemplazar o corregir, a sus expensas, todo material a utilizarse como suelo cemento, que no cumpla con los requisitos estipulados.

Además de la prueba a compresión, se deberá encontrar la humedad óptima de compactación de la mezcla de suelo cemento. (Relación Densidad Humedad Óptima AASHTO T134).

Antes de colocar el cemento, durante la ejecución de los trabajos, se determinará la humedad del suelo del lugar para encontrar la cantidad de agua necesaria con el fin de alcanzar la humedad óptima.

Cuando se inicie el proceso de incorporación de agua de mezclado al suelo cemento, se deberán hacer análisis de humedad para buscar la humedad óptima antes de iniciar la compactación.

Durante el proceso de compactación, se deberá determinar el porcentaje de compactación en campo. Normas AASHTO T204, T205, T238 o T191.

### 304.3.2 Generalidades

Los aditivos químicos deberán ser almacenados en recipientes a prueba de intemperie cerrados. Se preparará la superficie sobre la cual va a ser colocado el agregado de acuerdo con la *Sección-205* ó *Sección-211*, según corresponda. Se determinará el contenido óptimo de humedad de acuerdo con AASHTO T 180 método D.

### 304.3.3 Revoltura (Mezclado)

No se deberá comenzar las operaciones de colocación de una capa de mezcla de agregados tratados cuando la superficie o capa subyacente esté lodosa o esté lloviendo o haya amenazas de lluvia inminente.

A no ser que fuese especificado de otro modo, el Contratista puede mezclar los agregados que componen la mezcla empleando cualquiera de los tres métodos que se indican adelante, cuyos procesos deberán incorporar los aditivos que fuesen requeridos.

Cualquiera que sea el método escogido por el Contratista y aprobado por el Ingeniero, el equipo deberá ser provisto (métodos a y b) de dispositivos de dosificación o medidores para proporcionar los componentes, ya sea por peso o por volumen. Para el método (c), el Contratista proveerá los medios para dosificar adecuadamente todos los componentes de la mezcla. En todos los métodos, la exactitud deberá ser mantenida (con base en el peso total de la mezcla seca) para que la tolerancia esté dentro de los siguientes límites:

<input type="checkbox"/>	Agregados	± 2.0% en peso
<input type="checkbox"/>	CFAH	± 1.5% en peso
<input type="checkbox"/>	Cal o Cemento	± 0.5% en peso
<input type="checkbox"/>	Aditivo químico	± 2.0% en peso
<input type="checkbox"/>	Agua	± 2.0% en peso

Se podrá usar un aditivo retardador para el fraguado inicial por un máximo de 2 horas. Este será disuelto en agua para aplicar uniformemente la solución a la mezcla de materiales. Los métodos de mezcla son:

#### a) Método de Planta Estacionaria

Los materiales deberán ser mezclados en una mezcladora aprobada. El agua deberá ser añadida durante la revoltura en la cantidad necesaria para proporcionar el contenido apropiado de humedad para compactar el



material a la densidad especificada. Después de revuelto, el material deberá ser transportado al sitio en que será usado, cuidando de preservar la humedad adecuada y eviten la segregación y pérdida de material fino, y deberá ser colocado sobre la superficie preparada, utilizando un esparcidor de agregados aprobado.

b) *Método de Equipo Móvil*

Después de que el material para cada capa haya sido colocado mediante un esparcidor de agregados o cualquier otro equipo que permita controlar el volumen colocado, el material deberá ser revuelto uniformemente por medio de una planta mezcladora móvil. Durante la revoltura se deberá añadir agua en cantidad suficiente para proporcionar el contenido de humedad apropiado para compactar el material a la densidad especificada.

c) *Método de Revoltura (Mezclado) en Plataforma*

Después de que el material para cada capa haya sido colocado, los componentes deberán revolverse íntegramente hasta la profundidad total de la capa por medio de motoniveladoras u otro equipo aprobado, hasta que la mezcla sea completamente uniforme y el contenido de humedad sea el adecuado para lograr la densidad especificada, para lo cual podrá ser necesario agregar agua en cantidad apropiada durante la revoltura.

#### **304.3.4 Colocación, compactación y acabado**

El Contratista colocará, compactará y acabará el agregado tratado de acuerdo con lo estipulado en los artículos 303.3.2; 303.3.4; y 303.3.5 Se deberá mantener el contenido de humedad (+ 2 por ciento del óptimo) durante la colocación y el acabado.

No deberá dejarse material tratado sin compactar por más de 30 minutos. La compactación y el acabado serán completados dentro de una hora (un poco más cuando se ha usado retardador de fraguado) a partir de que se agrega el agua a la mezcla. La superficie compactada deberá quedar lisa, densa y libre de planos de compactación, crestas o material suelto.

Si el tiempo entre la colocación de anchos parciales (cuando se trabaja la vía por mitades) excede de 30 minutos, se debe dejar una junta de construcción.

Determinada la dosificación por volumen del cemento que debe añadirse al suelo natural, se procederá a determinar el espaciado de los sacos del producto en líneas paralelas a lo largo de la calzada previamente escarificada, definiendo así el área en metros cuadrados, que debe cubrir cada saco.

En caso de utilizar cemento a granel, se determinará el área de rodamiento que se puede trabajar con el contenido de una pipa de cemento. En este caso, se deberá cuidar al solicitar el cemento, que el material no requiera trabajar sobre una longitud mayor a 100 mts.

El Laboratorio ejecutará una prueba de humedad higroscópica del material.

Una vez colocados los sacos del cemento, se procederá a romper la envoltura de los mismos y a vertir manualmente el contenido. Los sacos vacíos serán apilados en un sitio específico para ser retirados al vertedero o quemados en el área del proyecto.

Se procede con el mezclado con equipo apropiado para dicho trabajo, tales como mezcladoras semiromas agrícolas, motoniveladora, recicladoras y aditamentos hidráulicos para mezclado de materiales.

Para garantizar un correcto mezclado en campo, con motoniveladora, es necesario acordonar el material cuando menos dos veces.

Luego se procede a dar un baño con agua, conociendo la humedad higroscópica del material, en forma tal que no exceda hasta un 5% la humedad óptima.

Una vez humedecido el material se procede a uniformizar la humedad acordonando el material. Cuando el material presente una mezcla homogénea de suelo, cemento y agua, se procederá a conformar con moto niveladora. El material suelto se esparcirá con un espesor tal que al ser compactado no resulte en espesores menores al de diseño.

El esparcimiento y compactación del suelo cemento, comenzará por el lugar que indique el Ingeniero.

El material será colocado y esparcido sin segregación y deberá ser compactado a una densidad no menor que el ciento por ciento (100%) de la densidad máxima.

La humedad de compactación deberá ser de hasta cinco por ciento (5%) menor que el porcentaje de humedad óptima, determinada por el ensayo AASHTO T-99.

El Ingeniero, hará pruebas de densidad del material mezclado con cemento compactado, de acuerdo con el procedimiento AASHTO T-191 o mediante el uso de aparatos de pruebas nucleares, debidamente calibrados. Cada prueba deberá abarcar un área representativa, no mayor de 1250 metros cuadrados con el espesor de diseño para la base .

En los lugares inaccesibles al equipo de compactación, el suelo cemento podrá ser compactado totalmente por medio de apisonadores manuales de rejilla para las capas inferiores, y apisonadores lisos para el acabado superficial en la forma indicada por el Ingeniero.

#### **304.3.5 Juntas de Construcción**

Para mezclas de cal y CFAH, conéctese la operación de cada día con el trabajo completado el día anterior removiendo aproximadamente 50 cm de la capa que ha sido completada antes de procesar capas adicionales. Se agregará el 50% de la cantidad original de cal o de CFAH al material remezclado.

Para mezclar con cemento o cuando una mezcla de cal o de CFAH permanece sin perturbar por más de 24 horas, se dejará una junta de construcción transversal cortando desde atrás de la capa completada para formar una cara aproximadamente vertical.

El material próximo a las juntas deberá de pulverizarse completamente, mezclarse con cemento, humedecerse y compactarse energicamente, para mejorar el funcionamiento de las juntas.

Durante la construcción, al final de cada día de trabajo, quedarán pendientes juntas transversales y longitudinales que al comienzo del siguiente día se atacarán. Es común preparar las juntas utilizando las cortadoras de las máquinas.

Finalmente, se dará un riego superficial hasta la saturación a fin de iniciar el curado del material. Estas condiciones de curado deberán mantenerse por 7 días cuando menos.

#### **304.3.6 Curado**

No se permitirá el tráfico sobre la capa de agregado tratado y se deberá mantener la capa terminada continuamente húmeda hasta que sea colocada la siguiente capa encima. El agua deberá ser aplicada a presión mediante barras rociadoras con boquillas que produzcan un rocío fino y uniforme. La siguiente capa encima (si es el caso) podrá ser colocada dentro de 7 días después de completar y acabar la capa de agregados tratados.

La colocación de la siguiente capa de arriba podrá ser diferida hasta 21 días si se sella la superficie con emulsión asfáltica de fraguado rápido. No se deberán sellar las capas intermedias del espesor total de una subbase, base o capa de rodadura, según sea el caso. Se deberá mantener la superficie continuamente húmeda, por lo menos 7 días después de compactarla y acabarla. Después de 7 días aplíquese emulsión asfáltica CRS-2 ó RS-2 a una tasa de aplicación de 1.1 litros por metro cuadrado de acuerdo con la Sección-404. Se deberá dejar una película continua sobre la superficie. Si la superficie es abierta al tráfico público, se deberá aplicar material de secado de acuerdo con la *Sección 401*.

Si la capa de agregados tratados perdiera estabilidad, densidad o acabado antes de la colocación de la siguiente capa encima o de la aceptación del trabajo, se deberá reprocesar, recomprimir y usar los aditivos que fueran necesarios para restaurar la resistencia del material dañado. Luego, se aplicará el sello de emulsión asfáltica cuando la película continua ha sido dañada.

#### **304.4 MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS**

Todos los equipos deberán ser compatibles con los procedimientos de construcción adoptados y requieren la aprobación previa del Supervisor, teniendo en cuenta que su capacidad y eficiencia se ajusten al programa de ejecución de las obras y al cumplimiento de las exigencias de uso de equipo y maquinaria.

El Contratista deberá mantener en los sitios de las obras los equipos adecuados a las características y magnitud de las obras y en la cantidad requerida, de manera que se garantice su ejecución de acuerdo con los planos, especificaciones de construcción, programas de trabajo y dentro de los plazos previstos.

El Contratista deberá mantener los equipos de construcción en óptimas condiciones, con el objeto de evitar demoras o interrupciones debidas a daños en los mismos. Las máquinas, equipos y herramientas manuales deberán ser de buen diseño y construcción teniendo en cuenta los principios de la seguridad, la salud y la ergonomía en lo que atañe a su diseño. Deben tener como edad máxima la que corresponde a su vida útil. La mala calidad de los equipos o los daños que ellos puedan sufrir, no serán causa que exima al Contratista del cumplimiento de sus obligaciones.

El Supervisor se reserva el derecho de exigir el reemplazo o reparación, por cuenta del Contratista, de aquellos equipos que a su juicio sean inadecuados o ineficientes o que por sus características no se ajusten a los requerimientos de seguridad o sean un obstáculo para el cumplimiento de lo estipulado en los documentos del contrato.

El equipo será el apropiado para la explotación de los materiales, su clasificación, trituración de ser requerido, lavado de ser necesario, equipo de carga, descarga, transporte, extendido, mezcla, homogeneización, humedecimiento y compactación del material, así como herramientas menores.

#### **304.5 ACEPTACIÓN**

La CFAH, la cal, el cemento y los aditivos químicos serán evaluados visualmente y certificados de cumplimiento extendidos por los Fabricantes. La emulsión asfáltica será evaluada con base en certificaciones (Ver División I).

La graduación del agregado será evaluada estadísticamente (Ver División I). Los límites superior e inferior de la graduación especificada para el agregado son los valores meta aprobados, más o menos las desviaciones permisibles mostradas en el Cuadro 1003-6. Las otras propiedades de calidad del agregado serán evaluadas visualmente y mediante mediciones y ensayos. El Cuadro 304-3 muestra las categorías de aceptación de las características de calidad y los requisitos mínimos de muestreo y ensaye.

La construcción de las capas de agregado tratado será evaluada visualmente y por medio de mediciones y ensayos para determinar su conformidad con los planos y especificaciones (Ver División I). El Cuadro 304-3 muestra los requisitos mínimos para muestreo y ensaye.

La preparación de la superficie sobre la cual se va a colocar la capa de agregados tratados será evaluada de acuerdo con la Sección 205 o Sección 211, según corresponda.

El sello de emulsión asfáltica será evaluado de acuerdo con la Sección-404. El material de secado será evaluado según la Sección 401.

##### **304.5.1 Verificación de Espesores**

El espesor de la base de suelo cemento terminada no deberá tener una diferencia mayor de un (1) centímetro con respecto al espesor indicado en los planos.

Dicho espesor se verificará por medio de sondeos o perforaciones de ensayo realizados durante el proceso constructivo. Después que la base de suelo cemento ha sido compactada a la densidad exigida, el espesor deberá medirse en uno o más puntos, tomados al azar, cada doscientos cincuenta (250) metros cuadrados o su equivalente en metro lineal, según el ancho de la corona, en forma tal que se evite un patrón de distribución regular de los mismos.

Cuando un sondeo señale una variación de espesor mostrado en los planos, mayor que el permisible, se harán sondeos adicionales hasta que los sondeos indiquen que el espesor se encuentra dentro de la tolerancia permisible.

Cualquier área cuyos espesores no estén dentro de la tolerancia permisible deberá ser corregida por el contratista, a sus expensas, removiendo o agregando material según sea necesario, conformando y compactando dicha área en la forma indicada en estas especificaciones.

La perforación de los sondeos y de su relleno con material compactado apropiadamente, deberá hacerlos, en todos los casos, el Contratista bajo la supervisión del Ingeniero.

No se pagará por material en exceso de la cantidad requerida según los planos o en exceso de la ordenada por el Ingeniero .

**CUADRO 304-3**  
**Muestreo y Ensayes**

Material o producto	Propiedad o característica	Método o Especificaciones del Ensaye	Frecuencia	Lugar del Muestreo
Material Natural	Graduación (1) 9.5 mm 4.75 mm 75 µm Otros tamaños especificados Limite Líquido	AASHTO T 11 y T 27	1 muestra por cada 1000 t	Del camellón o de la vía una vez procesado
		AASHTO T 89	1 muestra por cada 3000 t	Del camellón o de la vía una vez procesado
Mezcla con cal	Humedad - Densidad (Densidad Máxima) Índice de Plasticidad Densidad y contenido de humedad en el sitio	AASHTO T 80 método D	1 por cada graduación producido.	Del material procesado antes de incorporarlo en la obra.
		AASHTO T 90	1 muestra por cada 1000 t	Del material procesado antes de incorporarlo en la obra.
		AASHTO T 239 y T 239 u otros procedimientos aprobados	1 muestra por cada 500 t	En su lugar, de la capa completada y compactada.

(1)Úsese sólo los tamices indicados en la graduación especificada.

### 304.6 MÉTODO DE MEDICIÓN

El agregado tratado será medido en toneladas o en metros cúbicos. La CFAH, la cal y el cemento serán medidos en tonelada.

La emulsión asfáltica será medida de acuerdo con la Sección 404. El material de secado será medido de acuerdo con la Sección 401.

La cantidad de base de suelo cemento por la cual se pagará, será el número de metros cúbicos de base colocada, construida, terminada y aceptada, de acuerdo con las especificaciones de los planos, independientemente de la cantidad de material suelto utilizado.

El volumen que se deberá pagar se calculará de acuerdo con las pruebas de espesor o sondeo ordenada por el Ingeniero, a razón de una más por cada cien (100) metros lineales de base aceptada, determinado por el método de promedio de áreas externas.

Cuando los sondeos demuestren que la base tiene un espesor menor que el exigido, el área de la sección transversal típica será multiplicada por la relación entre el espesor real y el exigido (espesor real /espesor exigido). El área así reducida, como resultado de este ajuste, será la utilizada para el cálculo del volumen por el método de promedio de áreas externas.

No se considerarán, para los efectos de pago, las cantidades de material de base de suelo cemento colocada en exceso de las indicadas en la sección transversal típica de los planos, con excepción de las ordenadas por el Ingeniero.

### 304.7 BASES PARA EL PAGO

Las cantidades aceptadas, medidas de acuerdo con el Sección precedente, serán pagadas al precio de contrato por unidad de medida para los conceptos de pago listados más adelante que aparezcan en el Pliego de Licitación, precio y pago que serán compensación total para el trabajo prescrito en esta Sección.

La cantidad que se pagará por base compactada, será la cifra que resulte de multiplicar el volumen de base terminada y aceptada, determinado como se indica en el Sección anterior, por el precio unitario fijado en el contrato.

Este precio y pago constituirá compensación total por la limpieza inicial y final de las fuentes de origen de los materiales, acondicionamiento o preparación aprobados de la superficie sobre la cual se construirá la base de suelo cemento; diseño de la mezcla, suministro de todos los materiales (incluyendo el porcentaje de cemento a utilizar), acarreo, colocación, mezclado, escarificación, humedecimiento, compactación, curado y por todo equipo, mano de obra, herramientas, incidencias o imprevistos que se requieran o surjan en relación con la construcción de la base de suelo cemento, de acuerdo con los requisitos especificados. (Ver División I).

El pago será hecho bajo los siguientes conceptos o los que aparezcan en el Pliego de Licitación:

Ítem	Concepto de Pago	Unidad de Medida
304,01	Capa de Agregados Tratados, con , Graduación	Tonelada (t)
304,02	Capa de Agregados Tratados, con , Graduación	Metro Cúbico (m <sup>3</sup> )
304,03	Cemento	Tonelada (t)
304,04	Ceniza Fina de Altos Hornos (CFAH)	Tonelada (t)
304,05	Cal	Tonelada (t)

## SECCIÓN 305

### CAPAS DE MATERIAL NATURAL TRATADO CON CAL

#### 305.1 DESCRIPCIÓN

Este trabajo consistirá en la construcción de una o más capas de material natural mezclado con cal hidratada y agua, e incluirá la preparación de los materiales, el suministro y la aplicación de la cal, la adición de agua, la revoltura, la conformación, la compactación, el acabado, la protección y mantenimiento de la capa terminada.

#### 305.2 MATERIALES

Los materiales deberán cumplir con los requisitos estipulados en los siguientes artículos:

<b>Materiales Naturales</b>	Artículo 1003.21
<b>Material de Secado</b>	Artículo 1003.17
<b>Emulsión Asfáltica</b>	Artículo 1002.4
<b>Asfaltos Líquidos</b>	Artículo 1002.3
<b>Cal Hidratada</b>	Artículo 1012.3
<b>Agua</b>	Artículo 1012.1c

El tipo y clase de material asfáltico, si fuese requerido para el curado de superficies tratadas, serán especificados en el Pliego de Licitación.

#### 305.3 REQUISITOS DE CONSTRUCCIÓN

##### 305.3.1 Preparación de la Superficie de la Vía

La superficie de la vía se preparará conforme se establece en la Sección-211 ó en la Sección-301, según corresponda.

Se cortarán suficientes drenes a través del material acamellonado a lo largo de la vía, para permitir un drenaje permanente de la superficie de ésta, o bien los drenes se cortarán a través de los materiales amontonados a intervalos suficientes para impedir el estancamiento del agua y el material amontonado se moverá de sitio cuando sea necesario, para permitir que se seque la superficie de la vía existente.

##### 305.3.2 Preparación de los Materiales

Si se tratara simplemente de estabilizar la superficie preparada de la vía, ésta deberá ser escarificada hasta la profundidad y el ancho requeridos para la estabilización de la capa superficial. El material así obtenido se pulverizará parcialmente.

La profundidad de escarificación deberá controlarse cuidadosamente; las operaciones de nivelación serán realizadas de manera que la superficie bajo el material escarificado no sea alterada y se ajuste a la sección transversal establecida. Antes de comenzar el trabajo de estabilización, se deberá remover todos los materiales inadecuados y las piedras existentes, retenidas en la malla de 50 milímetros.

El material por estabilizar con cal podrá ser material de afirmado o provenir, de la escarificación de la capa superficial existente o ser un suelo natural proveniente de:

- Excavaciones o zonas de préstamo.
- Agregados locales.
- Mezclas de ellos.

Cualquiera que sea el material por emplear, deberá estar libre de materia orgánica u otra sustancia que pueda perjudicar la elaboración y fraguado del concreto.

Si se trata de estabilizar material natural nuevo, éste será obtenido de fuentes aprobadas y acarreado a la vía ya sea en forma de camellones uniformes o de montones espaciados convenientemente.

### **305.3.3 Aplicación de la Cal Hidratada**

La cantidad de aplicación de la cal será la mostrada en los planos o la indicada por el Ingeniero. La cal se aplicará al material parcialmente pulverizado en forma de polvo seco o de pasta.

El equipo esparcidor deberá distribuir la cal uniformemente sin pérdidas excesivas. No se permitirá que ningún equipo, con la excepción de las pipas de agua y el equipo usado para riego y revoltura, circule sobre la cal regada hasta que haya sido mezclada. Cualquier procedimiento que produzca pérdidas excesivas o desplazamiento de la cal, se discontinuará de inmediato.

La proporción de sulfatos del suelo, expresada como  $SO_4=$  no podrá exceder de 0,2% en peso.

### **305.3.4 Adición de Agua**

Se deberá añadir agua a la mezcla de cal y material natural por medio de distribuidores a presión o con equipo móvil. El agua se añadirá durante la operación de revoltura para proporcionar un contenido de humedad que se aproxime, más o menos, 5 por ciento al contenido de humedad óptimo de la mezcla.

### **305.3.5 Revoltura (Mezclado)**

La cal y el agua serán revueltas completamente con todo el material escarificado o acarreado. Luego la mezcla se amontona o se esparcirá sobre la corona de la vía, y se sellará la superficie con una compactadora de llantas neumáticas o aplanadora de rodillos de acero para retardar la pérdida de humedad. La mezcla permanecerá en reposo y en remojo durante un período no menor de 48 horas.

Después del período de reposo y remojo de 48 horas, se agregará más agua y se llevará la mezcla al contenido de humedad óptimo, más o menos, 3 por ciento.

Cuando se usen equipos móviles, posiblemente se requerirá una revoltura adicional con arados de discos, escarificadores o pasadas sucesivas del equipo.

### **305.3.6 Compactación y Acabado**

La compactación final y el acabado deberán completarse dentro de las 24 horas después de iniciada la revoltura final, a menos que el Ingeniero indique lo contrario. Después de que los materiales hayan sido revueltos satisfactoriamente, se distribuirá y se compactará la mezcla hasta obtener una densidad no menor del 95 por ciento de la densidad máxima determinada según la norma AASHTO T180, Método D, o según otros métodos aprobados. Posiblemente se requiera un rociado leve durante el tendido para mantener el contenido de humedad especificado. La compactación irá acompañada de sucesivas pasadas de la motoniveladora para eliminar todas las irregularidades.

La superficie será escarificada y nivelada durante el proceso de acabado para eliminar cualquier huella dejada por el equipo. El aplanado final de la superficie terminada deberá ser hecho con una compactadora de llantas neumáticas.

Las determinaciones de la densidad en el sitio se harán según las normas AASHTO T 191, T-205 u otros métodos aprobados. Posiblemente se requiera el uso del procedimiento AASHTO T - 224 para corregir la densidad por los sobretamaños presentes en la mezcla.

### 305.3.7 Protección y Curado

A menos que se indique lo contrario en las CEC, durante un período de 7 días, no se permitirá la circulación de vehículos o equipo sobre la capa recién terminada, exceptuando al equipo rociador. Durante este período de curado, la capa se rociará ligeramente con agua a intervalos frecuentes para impedir que se seque.

Si está considerado en el Pliego de Licitación la humedad podrá ser preservada aplicando una película de material asfáltico (CRS-2, RS-2 ó MC-70) a una tasa de aplicación de 1.1 litros por metro cuadrado, según la *Sección-404*.

El agua deberá ser limpia y estará libre de materia álcalis y otras sustancias deletéreas. Su pH, medido según norma, deberá estar comprendido entre 5,5 y 8,0 y el contenido de sulfatos, expresado como SO<sub>4</sub>= y determinado según norma, no podrá ser superior a 3.000 ppm, determinado según la norma en general, se considera adecuada el agua potable y ella se podrá emplear sin necesidad de realizar ensayos de calificación antes indicados.

Si la superficie es abierta al tráfico público, se deberá aplicar material de secado de acuerdo con la *Sección-401*.

El Contratista reparará por su propia cuenta todo daño sufrido por la capa tratada, causado por otra cualquiera de las operaciones de la construcción. Se deberá colocar por lo menos una capa de sub-base o base sobre la capa tratada con cal, antes de permitir las operaciones de transporte y acarreo sobre ella para las otras fases del Proyecto.

### 305.4 MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS

El Contratista deberá mantener en los sitios de las obras los equipos adecuados a las características y magnitud de las obras y en la cantidad requerida, de manera que se garantice su ejecución de acuerdo con los planos, especificaciones de construcción, programas de trabajo y dentro de los plazos previstos.

El Contratista deberá mantener los equipos de construcción en óptimas condiciones, con el objeto de evitar demoras o interrupciones debidas a daños en los mismos. Las máquinas, equipos y herramientas manuales deberán ser de buen diseño y construcción teniendo en cuenta los principios de la seguridad, la salud y la ergonomía en lo que atañe a su diseño. Deben tener como edad máxima la que corresponde a su vida útil. La mala calidad de los equipos o los daños que ellos puedan sufrir, no serán causa que exima al Contratista del cumplimiento de sus obligaciones.

El Supervisor se reserva el derecho de exigir el reemplazo o reparación, por cuenta del Contratista, de aquellos

**CUADRO 304-3**  
**Muestreo y Ensayes**

Material o producto	Propiedad o característica	Método o Especificaciones del Ensaye	Frecuencia	Lugar del Muestreo
Material Natural	Graduación (1) 9.5 mm	AASHTO T 11 y T 27	1 muestra por cada 1000 t	Del camellón o de la vía una vez procesado
	4.75 mm 75 µm Otros tamaños especificados Límite Líquido	AASHTO T 89	1 muestra por cada 3000 t	Del camellón o de la vía una vez procesado
Mezcla con cal	Humedad - Densidad (Densidad Máxima)	AASHTO T 80 método D	1 por cada graduación producido.	Del material procesado antes de incorporarlo en la obra.
	Índice de Plasticidad	AASHTO T 90	1 muestra por cada 1000 t	Del material procesado antes de incorporarlo en la obra.
	Densidad y contenido de humedad en el sitio	AASHTO T 239 y T 239 u otros procedimientos aprobados	1 muestra por cada 500 t	En su lugar, de la capa completada y compactada.

(1) Úsese sólo los tamices indicados en la graduación especificada.



equipos que a su juicio sean inadecuados o ineficientes o que por sus características no se ajusten a los requerimientos de seguridad o sean un obstáculo para el cumplimiento de lo estipulado en los documentos del contrato.

El mantenimiento o la conservación adecuada de los equipos, maquinaria y herramientas, no solo es básico para la continuidad de los procesos de producción y para un resultado satisfactorio y óptimo de las operaciones a realizarse, sino que también es de suma importancia en cuanto a la prevención de los accidentes.

### 305.5 ACEPTACIÓN

La cal hidratada será evaluada visualmente y mediante certificados de cumplimiento extendidos por el Fabricante (*División I*).

El material asfáltico será evaluado mediante certificado del Fabricante y la *Sección 1002*.

La graduación del agregado y las demás propiedades de calidad del agregado, serán evaluadas visualmente y mediante mediciones y ensayos. El Cuadro 305-1 muestra los requisitos mínimos para el muestreo y ensaye.

La construcción de la capa (o capas) de materiales naturales tratados con al hidratada, será evaluada visualmente y mediante mediciones y ensayos para determinar su conformidad con los planos y especificaciones (*Ver División I*).

La preparación de la superficie sobre la cual se va a colocar la capa de materiales naturales tratados con cal hidratada será evaluada de acuerdo con la *Sección-211* ó *Sección-301*, según corresponda.

El sello asfáltico (membrana) será evaluado de acuerdo con la *Sección-404*. El material de secado será evaluado de acuerdo con la *Sección-401*.

### 305.6 MÉTODOS DE MEDICIÓN

La cal hidratada se medirá por tonelada. Todos los materiales medidos o proporcionados por peso deberán ser pesados por un personal calificado y competente, en los sitios designados por el Ingeniero, en básculas exactas y aprobadas. Sin embargo, cuando sólo se pague el peso real del material, sólo se aceptarán pesos de báscula para el material que vaya a ser procesado en plantas mezcladoras. Los camiones usados para acarrear material que sea pagado por peso, serán pesados vacíos a diario y cada vez que lo indique el Ingeniero. Cada camión llevará una marca de identificación claramente legible. Si se usa cal hidratada en sacos, se usará para medición el peso neto empaquetado y marcado en el empaque por el Fabricante.

Los materiales asfálticos se medirán de acuerdo con la División I. El procesamiento de la capa se medirá por metro cuadrado de acuerdo con las dimensiones mostradas en los planos y los cambios ordenados por el Ingeniero.

### 305.7 BASES PARA EL PAGO

Las cantidades aceptadas de capa tratada con cal serán pagadas a los precios del Contrato por tonelada para la cal hidratada; por libro para el asfalto líquido y asfalto emulsificado y, por metro cuadrado, para el procesamiento y acabado in situ de la capa tratada con cal. El suministro y aplicación del material asfáltico será pagado bajo el concepto de pago que le corresponda según el Pliego de Licitación. Ver División I.

Los pagos serán hechos bajo los siguientes conceptos:

Ítem	Concepto de Pago	Unidad de Medida
305,01	Ejecución Capa de Materiales Naturales con Cal Hidratada.	Metro Cuadrado (m <sup>2</sup> )
305,02	Cal Hidratada	Tonelada (t)
305,03	Materiales Nuevos	Metro Cúbico (m <sup>3</sup> )

## SECCIÓN 306

### CAPAS DE AGREGADOS GRANULARES NATURALES (SUBBASE, BASE Y SUPERFICIES DE REVESTIMIENTO)

#### 306.1 DESCRIPCIÓN

Este trabajo consistirá en la construcción de una o varias capas de sub-base, base y superficies de rodado compuestas de materiales naturales, colocados sobre una superficie preparada de acuerdo con estas especificaciones, ajustándose razonablemente a las líneas, pendientes, espesores y secciones transversales típicas que figuren en los planos o que fueren establecidas por el Ingeniero.

Los materiales aprobados son provenientes de canteras u otras fuentes. Incluye el suministro, transporte, colocación y compactación del material, en conformidad con los alineamientos, pendientes y dimensiones indicados en el Proyecto y aprobados por el Supervisor, y teniendo en cuenta lo establecido en el Plan de Manejo Ambiental.

#### 306.2 MATERIALES

Los materiales deberán cumplir con los siguientes requisitos:

Materiales Naturales	Articulos 1003.21 y Sección 1003.8
Agua	Articulo 1012.1

Cuando se utilice el método de planta estacionaria, los agregados serán sometidos a ensayos de aceptación, inmediatamente después de revueltos, usando muestras tomadas del efluente de la planta mezcladora.

Cuando sea utilizado el método de planta viajera o el método de revoltura en el camino, el agregado será sometido a ensayos de aceptación, basados en muestras tomadas después de la revoltura y antes del esparcido, en el sitio de producción.

Se utilizarán materiales granulares naturales procedentes de excedentes de excavaciones, canteras, o escorias metálicas, establecidas en las especificaciones técnicas y aprobadas por el Supervisor; así mismo podrán provenir de la trituración de rocas, gravas o estar constituidos por una mezcla de productos de diversas procedencias.

Las partículas de los agregados serán duras, resistentes y durables, sin exceso de partículas planas, blandas o desintegrables y sin materia orgánica, terrones de arcilla u otras sustancias perjudiciales. Sus condiciones de limpieza dependerán del uso que se vaya a dar al material.

Para el traslado del material de afirmado al lugar de obra, deberá humedecerse y cubrirse con lona para evitar emisiones de material particulado, que pudiera afectar a los trabajadores y poblaciones aledañas.

#### 306.3 REQUISITOS PARA LA CONSTRUCCIÓN

##### 306.3.1 Preparación de la Superficie

La superficie, incluyendo los hombros, deberá ser preparada, construida y acabada según lo estipulado en la Sección 211 o Sección 301, según corresponda, antes de colocar la capa o capas objeto de esta Sección (Sub-base, base o superficie de rodamiento).

Cuando se hagan acarreo sobre material colocado previamente, los viajes del equipo de acarreo deberán distribuirse uniformemente sobre toda la superficie recién construida, con el objeto de minimizar la corrugación de la superficie y evitar que se obtenga una compactación dispereja.

El material se descargará cuando se compruebe que la plataforma sobre la cual se va a apoyar tenga la densidad apropiada y las cotas indicadas en los planos. Todas las irregularidades que excedan las tolerancias admitidas en la especificación respectiva deberán ser corregidas.

### **306.3.2 Esparcido y Compactación**

Cuando el material esté mezclado uniformemente, la mezcla deberá distribuirse en forma tal que se obtenga una superficie lisa, de espesor uniforme concordante con el espesor nominal establecido en los planos.

Inmediatamente después de terminada la distribución y la conformación del material, cada capa deberá compactarse en su ancho total por medio de aplanadoras de ruedas lisas, compactadores neumáticos u otro equipo de compactación aprobado. La compactación deberá progresar gradualmente desde las orillas hacia el centro, en sentido paralelo al eje o línea central de la vía y deberá continuar hasta que toda la superficie haya sido compactada. Cualquier irregularidad o bache que surja durante la compactación, deberá corregirse aflojando el material en ese lugar y añadiendo o quitando material hasta que la superficie quede lisa y uniforme.

A lo largo de bordillos, cabezales y muros y en todos los lugares inaccesibles para el equipo de compactación auto-propulsado, el material deberá compactarse íntegramente con apisonadores o compactadores portátiles aprobados.

La compactación de cada capa continuará, utilizando motoniveladoras y aplanadoras hasta que se haya obtenido una superficie lisa y pareja y se haya alcanzado una densidad seca (peso volumétrico seco) no menor del 95 por ciento de la densidad seca que se haya obtenido para el mismo material, de acuerdo con el Método D de AASHTO T 180 u otro método aprobado. *Ver Cuadro 306-1.*

La determinación de la densidad en el sitio, se hará de acuerdo con el procedimiento AASHTO T 191, T 205, u otro método aceptado. Podrá exigirse el uso del procedimiento AASHTO T 224 para corregir la densidad determinada in situ por efecto del sobretamaño de ciertas partículas del material granular.

En esta actividad se tomarán los cuidados necesarios para evitar derrames de material que puedan contaminar las fuentes de agua, suelo y flora cercana al lugar de compactación. Los residuos generados por esta y las actividades mencionadas anteriormente deben ser colocados en los depósitos de materiales excedentes.

### **306.3.3 Acabado y Tolerancia**

La aceptación de la superficie terminada de la última capa de la superficie se hará según el Artículo 303.3.5. Cualquier área en que las variaciones de la superficie exceden de este límite, deberá volverse a trabajar hasta que las variaciones de superficie caigan dentro de la tolerancia establecida.

Durante el avance de la obra, el Ingeniero hará mediciones por medio de agujeros de prueba, después de compactar dicho material, hasta lograr la densidad requerida, para determinar el espesor de material suelto que se necesita para obtener el espesor nominal requerido por los planos.

La perforación de los agujeros de prueba y su relleno con material aprobado y adecuadamente compactado, la hará el Contratista bajo la supervisión del Ingeniero.

El material se dispondrá en un cordón de sección uniforme, donde será verificada su homogeneidad. Si es necesario construir combinando varios materiales, se mezclarán formando cordones separados para cada material en la vía, que luego se unirán para lograr su mezclado. Si fuere necesario humedecer o airear el material, para lograr la humedad de compactación, el Contratista empleará el equipo adecuado y aprobado, de manera que no perjudique la capa subyacente y deje una humedad uniforme en el material. Después de mezclado, se extenderá en una capa de espesor uniforme que permita obtener el espesor y grado de compactación exigidos.

El muestreo y ensayos de aceptación se ajustarán a lo indicado en el Cuadro 303-1.

### 306.4 MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS

Se aplicará la utilización racional del equipo adecuado que posibilite la ejecución de los trabajos.

### 306.5 ACEPTACIÓN

La graduación del agregado y el Índice de Plasticidad de la capa superficial (subbase, base o superficies de rodado), serán evaluados de acuerdo con la División I (Evaluación estadística); las otras propiedades de calidad serán evaluadas visualmente y mediante mediciones y ensayos (Ver División I). El Cuadro 303-1 muestra los requisitos mínimos para el muestreo y ensayos.

(a) Graduación del Agregado

Los límites superior e inferior de las especificaciones son los valores meta aprobados, más o menos las desviaciones permisibles mostradas en el Cuadro 1003-6. El Cuadro 303-1 muestra las categorías de aceptación de las características de calidad.

(b) Índice de Plasticidad

Los límites superior e inferior de la especificación para sub-base, base o superficies de rodamiento, aparecen en el Cuadro 1003-3. El Cuadro 301-1 presenta las categorías de aceptación de las características de calidad.

**CUADRO 306-1**  
**Muestreo y Ensayes**

Material o producto	Propiedad o característica	Método o Especificaciones del Ensaye	Frecuencia	Lugar del Muestreo
Mezcla	Humedad - Densidad	AASHTO T 180 método D	1 por cada mezcla o cambio de material	Del material procesado antes de incorporarlo en la obra.
	Densidad en el sitio y contenido de humedad	AASHTO T 238 y T 239 u otros procedimientos aprobados	1 muestra por cada 2500 m <sup>2</sup>	Material ya compactado.

NOTA:

*En caminos de bajos volúmenes de tráfico no será requerido el método estadístico de evaluación, sino que se aplicará el método visual y el de mediciones y ensayos.*

La construcción de capas superficial (subbase, base y superficies de rodamiento), será evaluada por inspección visual y mediante mediciones y ensayos. El Cuadro 306-1 muestra los requisitos mínimos para el muestreo y ensayos.

La preparación de la superficie sobre la cual se coloca la capa superficial de materiales naturales será evaluada bajo las *Sección 211 o Sección 301*, según corresponda.

### 306.6 MÉTODOS DE MEDICIÓN

La cantidad por la cual se pagará será el número de metros cúbicos o toneladas de material que, de acuerdo con lo que se establezca en las CEC, podrán medirse: (a) En los vehículos incluyendo todo el material de relleno, o bien, (b), colocado, compactado y aceptado, en la capa terminada in situ, en cuyo caso la medición se hará por el método de secciones transversales y áreas medias. Si el Pliego de Licitación lo establece, se puede pagar por material colocado en pilas de acopio autorizadas. Cuando se pague por peso, con base en el promedio del día de las pruebas de humedad, los pesos determinados en la báscula se ajustarán para restar el peso correspondiente a la humedad

que podrá variar  $\pm 2$  por ciento de la humedad óptima determinada por el Método AASHTO T 180 u otro método aprobado.

No se hará ningún ajuste al precio unitario del contrato por variación de la cantidad debida a diferencias en el peso unitario suelto del material efectivamente empleado. La provisión de agua que se añade a los materiales no será objeto de reconocimiento económico

### **306.7 BASES PARA EL PAGO**

Las cantidades aceptadas, medidas de acuerdo con la Sección 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, cuyo precio y pago serán compensación total por el trabajo prescrito en esta sección, con las siguientes excepciones:

- a) El material que por órdenes del Ingeniero se deje en pilas de acopio para uso futuro, será pagado según la Sección 311.
- b) El abra, destronque y limpieza de yacimientos y canteras, se pagará de acuerdo con la Sección 201.
- c) La preparación de la superficie sobre la cual se coloque la capa será incluida bajo el trabajo de la Sección 211 o Sección 301, según corresponda. *Ver Sección 100 división I .*

Los pagos se harán bajo los siguientes conceptos:

Ítem	Concepto de Pago	Unidad de Medida
306,01	Base de Grava, Graduación	Metro Cúbico (m <sup>3</sup> )
306,02	Base de Grava, Graduación	Tonelada (t)
306,03	Sub-Base de Grava, Graduación	Metro Cúbico (m <sup>3</sup> )
306,04	Sub-Base de Grava, Graduación	Tonelada (t)
306,05	Capa de Revestimiento de Grava, Graduación	Metro Cúbico (m <sup>3</sup> )
306,06	Capa de Revestimiento de Grava, Graduación	Tonelada (t)
306,08	Base colocada in situ según Especificaciones Especiales	Metro Cuadrado (m <sup>2</sup> )

## SECCIÓN 307 BASE TRATADA CON MATERIALES ASFÁLTICOS

### 307.1 DESCRIPCIÓN

Este trabajo consistirá en la construcción de una o más capas de base compuesta de materiales asfálticos mezclados en el lugar, incluyendo un riego de imprimación, procesadas de acuerdo con estas especificaciones y ajustándose razonablemente a los alineamientos, pendientes, espesores y secciones transversales típicas mostradas en los planos u ordenados por el Ingeniero.

Debe establecerse el prediseño indicando las proporciones de la(s) mezcla(s) que se vayan a usar en cada sitio y debe determinar el espesor correspondiente en cada caso.

### 307.2 MATERIALES

Los materiales a usar deberán cumplir con los requisitos estipulados en los siguientes artículos:

<b>Agregados</b>	Artículo 1003.7 Sección 1003.19 Artículo 1003.20
<b>Asfaltos Líquidos:</b> RC-70, RC-250, RC-800, RC-3000, MC-250, MC 800	Artículo 1002.3
<b>Emulsiones Asfálticas:</b> SS-1, SS-1h, CSS-1, CSS-1h	Artículo 1002.4
<b>Aditivo para Adherencia</b> (si fuere necesario)	Artículo 1002.8

Por lo menos quince días antes del inicio de los trabajos, el Ingeniero deberá obtener muestras de los materiales que van a ser usados en la construcción de la base. Las muestras deberán someterse a los ensayos que permitan determinar si son apropiados para la base y, de ser así, el porcentaje de asfalto que debe agregarse para obtener la base más estable.

Se deberán fijar los valores meta dentro de los rangos de variación de la graduación mostrados en el Cuadro 1003-6, 1003-10, u otra aprobada.

#### 307.2.1 Composición de la Mezcla

Los constituyentes de la base deberán combinarse en una proporción tal, que después de mezclados, resulte una mezcla homogénea, y que todas las partículas estén revestidas con asfalto. El Contratista deberá incorporar la cantidad de material asfáltico que sea necesaria para proporcionar una mezcla que, una vez terminada y compactada en el lugar, tenga un contenido de asfalto de 4 a 5.5 por ciento referido al peso seco de los constituyentes de la mezcla. El porcentaje exacto de asfalto que deberá contener la mezcla lo fijará el Ingeniero entre estos límites, después de efectuadas las pruebas de laboratorio. El contenido de asfalto de la mezcla no deberá variar en más de 0.6 por ciento, respecto al porcentaje especificado por el Ingeniero y, en ningún caso, el contenido de asfalto deberá ser menor de 4 por ciento, exceptuando lo especificado a continuación.

El Ingeniero puede ordenar que la cantidad de material asfáltico se aumente o se disminuya, saliéndose de los límites fijados en el párrafo precedente, con el objeto de conseguir una base más estable. Las medidas y pagos por tales aumentos y disminuciones en el contenido de asfalto se harán de acuerdo con lo establecido en los Artículo 307.5 y Artículo 307.6.

Con suficiente antelación al inicio de los trabajos, el Contratista entregará al Supervisor, para su verificación, muestras representativas de los materiales y asfaltos que se propone utilizar, avaladas por los resultados de los ensayos o certificados que demuestren la conveniencia de utilizarlos en la mezcla e igualmente presentará el diseño de la misma.

### **307.3 REQUISITOS PARA LA CONSTRUCCIÓN**

#### **307.3.1 Limitaciones y Tolerancias**

- a) No se harán riegos de rebajado asfáltico cuando el contenido de humedad del material que va a ser estabilizado sea mayor del 8 por ciento del peso seco del material. El contenido de humedad, cuando se usen emulsiones asfálticas, no deberá exceder el porcentaje máximo indicado en las Especificaciones Especiales u ordenado por el Ingeniero.
- b) No se regarán materiales asfálticos cuando, en opinión del Ingeniero, las condiciones atmosféricas o del material que va a ser estabilizado, no son adecuadas.
- c) El espesor de la capa de base estabilizada se determinará por medio de mediciones hechas en la base terminada, que se harán a intervalos que no excedan de 100 metros para carreteras de dos carriles. Cuando el espesor de la base medida es más de 13 milímetros menor que el espesor requerido, el Contratista deberá remediar la deficiencia de espesor, escarificando y agregando la mezcla asfáltica que sea necesaria para completar el espesor. Cuando el espesor medido exceda más de 13 milímetros al espesor requerido por los planos o especificado, deberá considerarse como que la medida arrojó el espesor especificado más 13 milímetros. El espesor promedio, será el resultado de promediar los espesores medidos en la forma indicada anteriormente. En caso de que el espesor promedio sea de más de 7 milímetros menor que el espesor requerido, se hará un ajuste en el precio unitario utilizado para pago. El precio ajustado guardará la misma relación al precio unitario de contrato que la relación encontrada entre el espesor promedio medido y el espesor requerido. Si el Ingeniero considera que el déficit en el espesor afectaría apreciablemente la estabilidad de la base, ordenará su reconstrucción.

#### **307.3.2 Preparación de la Superficie**

La superficie será preparada de acuerdo con los requerimientos de la Sección-211 o Sección-301 según fuere aplicable. Antes de que se inicie cualquier operación de estabilización, la superficie será conformada y nivelada para ajustarla a las líneas, rasante y secciones transversales requeridas. Si se necesita material adicional para ajustarse a la rasante diseñada, tal material deberá ser colocado de acuerdo con las instrucciones del Ingeniero y cualquier material inadecuado deberá ser retirado y sustituido con material aceptable.

#### **307.3.3 Aplicación del Material Asfáltico**

Después que el material que va a ser estabilizado ha sido acondicionado aceptablemente, el material asfáltico será rociado uniformemente en el ancho total de la base propuesta; la distribución del asfalto podrá fraccionarse en varios riegos hasta alcanzar la cantidad total requerida, excepto en el caso en que se haya especificado el uso de plantas viajeras, como se especifica en el Artículo 307.3.5. El material asfáltico deberá ser aplicado a la temperatura apropiada para su mezcla (Ver Cuadro 1002-5), para lograr una distribución apropiada, el material asfáltico no deberá calentarse a una temperatura, o por un espacio de tiempo, que cause un cambio considerable en la viscosidad del mismo.

#### **307.3.4 Revoltura / Mezclado**

Después de que el asfalto haya sido distribuido sobre el agregado, deberá mezclarse inmediata y continuamente, utilizando un equipo aprobado para la revoltura. Cada aplicación de asfalto deberá mezclarse satisfactoriamente con el agregado antes de que se haga la siguiente aplicación. Inmediatamente después de la última aplicación de asfalto, con la que se completa el total requerido por la capa de base o por una de las capas de la base, todos los materiales en el espesor total de la capa en proceso deberán mezclarse y remezclarse adicionalmente, según sea necesario para producir una masa homogénea, de color uniforme, en la que todas las partículas de agregado estén revestidas con asfalto.

El contenido de humedad del agregado deberá mantenerse al porcentaje especificado durante todo el proceso de

revoltura. Después de completar la revoltura, la mezcla de base deberá ser conformada ajustándola razonablemente a los alineamientos, pendientes y sección transversal típica mostrados en los planos.

Si el espesor total requerido para la base de agregados tratados con asfalto excede de 15 centímetros, la base deberá ser construida en capas de igual espesor que no excedan individualmente los 15 centímetros. La superficie de cada capa deberá escarificarse de acuerdo con las direcciones del Ingeniero, con el objeto de asegurar una adherencia adecuada con la capa de arriba. Los materiales revueltos no deberán dejarse acamellonados por un período mayor de tres días, a menos que, condiciones atmosféricas adversas impidan su conformación.

### **307.3.5 Procedimiento Alternativo de Revoltura / Mezclado**

En el caso de que el Contratista elija el uso de una planta viajera para la construcción de la capa de base en vez de los métodos descritos anteriormente, la planta usada deberá ser capaz de producir los resultados deseados de acuerdo con estas especificaciones. Toda planta deberá estar equipada con medidores en los tanques que contienen el material asfáltico, de manera que pueda controlarse con precisión la cantidad de asfalto introducida en la mezcla. El material asfáltico deberá incorporarse a una temperatura que esté dentro de los límites de aplicación recomendados para el tipo de material asfáltico y en la cantidad especificada para la mezcla.

Cuando se use una planta que requiera que el material haya sido previamente acamellonado, el camellón de material deberá recortarse de tal manera que tenga un volumen uniforme.

La revoltura en la planta deberá continuar hasta que se obtenga una masa homogénea, de color uniforme, en la que todas las partículas de agregado estén revestidas con asfalto.

### **307.3.6 Compactación**

Antes de la compactación, la mezcla deberá ser aireada hasta que toda la materia volátil del asfalto haya sido evaporada en tal grado que permita una compactación adecuada. La capa de base deberá luego ser conformada, compactada y acabada, de conformidad con la sección típica mostrada en los planos y las líneas y rasante establecidas por el Ingeniero. Las operaciones de conformación y compactación continuarán hasta que la base esté compactada uniformemente a satisfacción del Ingeniero. La compactación final deberá llevarse a cabo con una aplanadora tándem de rodillos lisos o con una compactadora neumática.

Las zonas que por su reducida extensión o su proximidad a estructuras rígidas no permitan el empleo del equipo de mezcla y compactación aprobado durante la fase de prueba, se compactarán con los medios que resulten adecuados para el caso, aprobados por el Supervisor, de manera que la mezcla resulte homogénea y la densidad alcanzada no sea inferior a la exigida por la presente especificación.

En esta actividad se tomarán los cuidados necesarios para evitar derrames de material que puedan contaminar las fuentes de agua, suelo y flora cercana al lugar de compactación. Los residuos generados por esta actividad, deben ser colocados en los depósitos establecidos.

La densidad de la mezcla será determinada de acuerdo con AASHTO T 180, método D. La mezcla deberá ser compactada a no menos del 95% de la densidad máxima.

### **307.3.7 Tolerancia de la Superficie**

El acabado de la superficie será realizado de acuerdo con lo estipulado en el *Artículo 303.3.5*.

### **307.3.8 Aplicación del Riego de Imprimación**

Antes de la colocación de la carpeta de rodamiento, deberá aplicarse un riego de imprimación de material asfáltico, tal como se especifica en la Sección-401 de estas especificaciones. El riego se hará cuando y donde lo indique el Ingeniero, a una tasa de 0.23 a 1.13 litros por metro cuadrado. La tasa exacta de aplicación será determinada por el Ingeniero.



### 307.3.9 Mantenimiento

El Contratista deberá mantener en buenas condiciones, sin pago adicional, toda la corona de la vía dentro de los límites de su Contrato, a satisfacción del Ingeniero; desde el inicio hasta que todo el trabajo haya sido completado y aceptado. El mantenimiento deberá incluir la inmediata reparación de todos los defectos que puedan haber quedado o la corrección de cualquier irregularidad que pueda existir, ya sea antes o después de la aplicación de la carpeta de rodamiento. Las reparaciones se harán de manera que garantice la restauración de una superficie uniforme y la durabilidad del área reparada.

### 307.4 MAQUINARIA, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

Se aplicará la utilización racional del equipo adecuado que posibilite la ejecución de los trabajos.

### 307.5 ACEPTACIÓN

Los materiales asfálticos serán evaluados de acuerdo con la *División I y la Sección 1002*. En adición a lo indicado en las presentes especificaciones, el Supervisor deberá efectuar ensayos para el control de mezcla y de densidad y resistencia de ella luego de compactada.

La graduación del agregado será evaluada estadísticamente (Ver División I). Los límites superior e inferior de la especificación de graduación del agregado son los valores meta aprobados, más o menos las desviaciones permisibles mostradas en el Cuadro 1003-6. El Cuadro 307-1 da las categorías de aceptación de las características de calidad y los requisitos mínimos para el muestreo y ensaye. Todas las otras propiedades de calidad del agregado, será evaluadas visualmente y mediante mediciones y ensayos (Ver División I).

Finalmente, la construcción del suelo estabilizado con emulsión no se podrá iniciar hasta que la mezcla cuente con la aprobación del Supervisor.

La construcción de las capas de base tratada con materiales asfálticos será evaluada visualmente y mediciones o ensayos de laboratorio (Ver División I).

La preparación de la superficie sobre la cual se va a colocar la base tratada con materiales asfálticos será evaluada de acuerdo con la *Sección 211 o Sección 301*, según corresponda.

**CUADRO 307-1**  
**Muestreo y Ensayes**

Material o producto	Propiedad o característica	Categoría	Método o Especificaciones del Ensaye	Frecuencia	Lugar del Muestreo
Agregado	Graduación (1) 9.5 mm 4.75 mm 75 µm Otros tamices especificados	I I I II	AASHTO T 11 y AASHTO T 27	1 muestra por cada 1000 t	Del transportador de banda un poco antes de la revoltura
	Límite Líquido	—	AASHTO T 89	1 muestra por cada 3000 t	Del transportador de banda un poco antes de la revoltura
Mezcla	Humedad - Densidad (Densidad Máxima)	—	AASHTO T 180 método D	1 por cada graduación de agregado producido.	De la mezcla producida o de la pila de acopio antes de procesarlo
	Densidad en el sitio y contenido de humedad	—	AASHTO T 238 y AASHTO T 239 u otros procedimientos aprobados	1 muestra por cada 500 t	Capa de base terminada en el sitio

(1) Úsese sólo tamices indicados en la graduación especificada.

### 307.6 MÉTODOS DE MEDICIÓN

- a) El agregado para la capa de base tratada con material asfáltico se medirá por tonelada, por metro cuadrado o por metro cúbico en los vehículos de acarreo. Para la medición por metros cuadrados, el ancho será medido horizontalmente. La longitud será también medida horizontalmente a lo largo de la línea central de la vía.
- b) El material asfáltico será medido en toneladas o en litros.
- c) Para espesores variables de base o para bases que no tengan un precio unitario de oferta, los metros cuadrados medidos serán convertidos a metros cuadrados equivalentes para los cuales haya precios unitarios de oferta. La equivalencia será basada en la relación existente entre el espesor variable y el espesor para el cual existe precio unitario contratado.
- d) El aumento o disminución en la cantidad de materiales asfálticos será la diferencia entre la cantidad calculada de acuerdo con las tasas de aplicación establecidas en el Sección 307.06 y la cantidad realmente colocada en la base compactada de acuerdo con las instrucciones por escrito del Ingeniero. La cantidad de material asfáltico contenido en la base terminada será determinada mediante ensayos de extracción y no será incluido el asfalto que haya sido absorbido por el agregado.
- e) El material asfáltico realmente usado en el riego de imprimación (si fuese requerido), será medido en toneladas o en litros.

### 307.7 BASES PARA EL PAGO

Las cantidades aceptadas, medidas de acuerdo con lo prescrito en el Sección 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, excepto que, para la base de agregados tratados con asfalto, los precios unitarios de contrato serán ajustados estadísticamente, de acuerdo con la *División I* El pago será compensación total por el trabajo prescrito en esta Sección (*Ver División I*).

Los pagos serán hechos bajo los siguientes conceptos de pago:

Ítem	Concepto de Pago	Unidad de Medida
307,01	Base de Agregados Tratados con Asfalto, Gradación	Toneladas (t)
307,02	Base de Agregados Tratados con Asfalto, Espesor mm, Gradación	Metro Cuadrado (m <sup>2</sup> )
307,03	Base de Agregados Tratados con Asfalto, Gradación	Metro Cúbico (m <sup>3</sup> )
307,04	Asfalto Emulsificado, Grado , para BTA.	Toneladas (t)
307,05	Asfalto Emulsificado, Grado para BTA.	Litros (l)
307,06	Asfalto Rebajado, Grado para BTA.	Toneladas (t)
307,07	Asfalto Rebajado, Grado para BTA.	Litros (l)

## SECCIÓN 308 CAPA DE AGREGADO CON TIERRA VEGETAL

### 308.1 DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en el suministro y colocación de una mezcla de agregado, tierra vegetal y semilla sobre hombros preparados u otras superficies, de acuerdo con estas especificaciones y ajustada razonablemente a las líneas rasantes, espesores y sección transversal típicos mostrados en los planos u ordenados por el Ingeniero.

Este trabajo consiste en la preparación del suelo, siembra de semillas de herbáceas, riego, fertilización, y agua, con finalidad de evitar y mitigar la erosión y ocurrencia de procesos geodinámicos que pudieran afectar la flora, fauna y poblaciones aledañas a la vía, de acuerdo con estas especificaciones, en conformidad con el Proyecto y aprobación del Supervisor.

La aplicación de este trabajo se realizará sobre taludes de terraplenes, cortes y otras áreas.

### 308.2 MATERIALES

Los materiales cumplirán con lo estipulado en los siguientes artículos:

Agregado	Artículo 1003.15
Tierra Vegetal	Artículo 1013.1
Agua	Artículo 1012.1
Semilla	Artículo 1013.4

### 308.3 REQUISITOS PARA LA CONSTRUCCIÓN

#### 308.3.1 Preparación de la Superficie

El Contratista deberá completar el pavimento adyacente antes de colocar sobre el hombro la capa de mezcla de agregado y tierra vegetal. Se escarificará el área sobre la cual se va a colocar la mezcla hasta una profundidad de 75 mm. Todos los terrones o césped serán reducidos a un tamaño máximo de 100 mm.

Nivelar el área de sembrío de semillas según alineamiento y pendiente establecidas en el Proyecto. Remover las malezas, tronquillos, piedras de 5 cm de diámetro o mayores y algún otro escombros que esté en detrimento a la aplicación, crecimiento o mantenimiento de la vegetación herbácea.

Cultivar el área de sembrío de semillas a una profundidad mínima de 75 mm y preparar un lecho firme para su colocación.

En los taludes con una inclinación superior a 3:1, la profundidad del cultivo podrá ser disminuida como se indique en el Proyecto.

#### 308.3.2 Revoltura (Mezclado), Colocación y Compactación

La mezcla deberá contener un  $50 \pm 10$  por ciento de agregado y  $50 \pm 10$  por ciento de tierra vegetal en volumen con suficiente agua para la compactación.

Los componentes deberán ser revueltos formando una mezcla uniforme la cual será esparcida en una capa uniforme sobre la superficie preparada. La mezcla será conformada de acuerdo con las líneas, rasante y sección transversal. Se

deberán eliminar todos los terrones y piedras de más de 50 mm de diámetro, antes de compactar. Se esparcirá la semilla en seco sobre la superficie a una tasa de aplicación de 85 kg por hectárea.

La máxima densidad de la mezcla será determinada de acuerdo con AASHTO T 99, método C. La mezcla deberá ser compactada a, por lo menos, un 90% de la densidad máxima. La densidad en el sitio será determinada de acuerdo con AASHTO T 238 u otros procedimientos de ensaye aprobados. Después de compactar la mezcla se volverá a esparcir semilla en seco sobre la superficie a una tasa de aplicación de 85 kg por hectárea.

### 308.3.3 Riego

Humedecer las áreas antes del sembrado y mantener la humedad hasta 10 días después de la germinación de las semillas.

### 308.4 MAQUINARIA EQUIPO Y HERRAMIENTAS

Se aplicara la utilización racional del equipo adecuado que posibilite la ejecución de los trabajos.

### 308.5 ACEPTACIÓN

El agregado para la mezcla con suelo será evaluado visualmente y por medio de mediciones y ensayos de laboratorio (Sección-100 división I). El Cuadro 308-1 da los requisitos mínimos para el muestreo y ensaye. La semilla y la tierra vegetal serán evaluadas visualmente y certificaciones de los productores y/o del MAG-FOR.

**CUADRO 308-1**  
**Muestreo y Ensayes**

Material o producto	Propiedad o característica	Método o Especificaciones del Ensaye	Frecuencia	Lugar del Muestreo
Agregado	Graduación (1)	AASHTO T 11 y AASHTO T 27	1 por cada 1500 t	Fuente del material o pila de acopio
Mezcla	Humedad - Densidad	AASHTO T 99 método C	1 por cada mezcla o cambio en el material	Material procesado antes de ser incorporado en la obra
	Densidad y humedad en el sitio	AASHTO T 233 y AASHTO T 239 u otros procedimientos aprobados	1 muestra por cada 2500 m <sup>2</sup>	Material compactado

(1)Úsese sólo tamices indicados en la graduación especificada.

La construcción de la capa de agregados con tierra vegetal será evaluada visualmente, mediciones y ensayos de laboratorio (Sección 100 división I).

### 308.6 MÉTODOS DE MEDICIÓN

La capa de agregado con tierra vegetal será medida en toneladas, en metros cuadrados o en metros cúbicos en el vehículo de acarreo.

### 308.7 BASES PARA EL PAGO

Las cantidades aceptadas, medidas de acuerdo con el Sección precedente, serán pagadas al precio de contrato por unidad de medida para los conceptos de pago listados más adelante que aparezcan en el Pliego de Licitación, precio y pago que serán compensación total por el trabajo prescrito en esta Sección.

Las cantidades aprobadas y medidas serán pagadas a precio del contrato por unidad de medida, del presupuesto oferta. El pago cubrirá de manera integral el trabajo prescrito en esta sección, incluyendo el riego periódico para establecer y mantener el crecimiento de las plantas Ver la *División I*.

El pago será hecho bajo los siguientes conceptos:

Ítem	Concepto de Pago	Unidad de Medida
308,01	Capa de Agregado y Tierra Vegetal.	Tonelada (t)
308,02	Capa de Agregado y Tierra Vegetal, mm de espesor.	Metro Cuadrado (m <sup>2</sup> )
308,03	Capa de Agregado y Tierra Vegetal.	Metro Cúbico (m <sup>3</sup> )

## SECCIÓN 309 PALIATIVO DE POLVO

### 309.1 DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en el suministro y aplicación de uno o más riegos de un paliativo de polvo sobre una superficie preparada, de acuerdo con estas especificaciones, a las CEC (Condiciones Especiales del Contrato), o las órdenes del Ingeniero.

En general se incluyen todas las acciones, facilidades, dispositivos y operaciones que sean requeridos para garantizar la seguridad y confort del público usuario erradicando cualquier incomodidad o molestias que puedan ser ocasionados por deficientes servicios de mantenimiento de tránsito y seguridad vial.

La elevación en la cota de la rasante podría adoptarse como una adaptación al cambio climático, si bien estos paliativos de polvo son sustancias que se vierten sobre la superficie de la carretera, estos no deben estar en contacto directo con escurrimientos superficiales elevados.

Se recomienda el aumento de espesor del paliativo en un 10% para evitar el cambio brusco de temperaturas debido a las ondas frías.

### 309.2 MATERIALES

Los materiales cumplirán con los requisitos estipulados en los siguientes artículos:

Cloruro de Calcio	Articulo 1012.2
Emulsión Asfáltica	Articulo 1002.4
Sulfonato de Lignina	Articulo 1012.11
Cloruro de Magnesio	Articulo 1012.2
Agua	Articulo 1012.1

El Contratista, después de aprobado el paleativo respectivo, deberá instalar de acuerdo a su programa y de los frentes de trabajo, todas las señales y dispositivos necesarios en cada fase de obra y cuyas cantidades deberán ser aprobadas por el Supervisor.

### **309.3 REQUISITOS PARA LA CONSTRUCCIÓN**

#### **309.3.1 Generalidades**

Se deberá usar un equipo distribuidor que se ajuste a lo estipulado en el Artículo 401.4, 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 paliativo no deberá ser aplicado cuando el día esté nublado o lluvioso o cuando se espere 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 podrá dar varias aplicaciones a una tasa reducida, si fuera necesario. No se deberá descargar paliativo de polvo en corrientes de agua o cauces.

El Contratista propondrá para aprobación del Supervisor, los equipos más adecuados para las operaciones por realizar, con la frecuencia que sea necesaria. Básicamente el Contratista pondrá para el servicio de nivelación una motoniveladora y camión cisterna; volquetes y cargador en caso sea necesario efectuar bacheos. La necesidad de intervención del equipo será dispuesta y ordenada por el Supervisor.

#### **309.3.2 Preparación y Aplicación**

(a) Con Emulsión Asfáltica

El Contratista preparará la superficie según lo estipulado en la Sección-301.

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 del Ingeniero de las proporciones exactas. Antes de la aplicación 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 404.3.2.

(b) Con Sulfonato de Lignina, Cloruro de Calcio o de Magnesio

El Contratista deberá preparar la superficie de la vía por medio de moto-conformación 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  $40 \pm 10$  por ciento de Sulfonato de lignina en volumen. Cuando se use cloruro de calcio, la solución en agua deberá contener  $32 \pm 5$  por ciento de cloruro de calcio en peso. Antes de la aplicación, será necesario que el Ingeniero 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 Ingeniero. Seguidamente se procederá a compactar la superficie.

### **309.4 MAQUINARIA, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS**

Se aplicará la utilización racional del equipo adecuado que posibilite la ejecución de los trabajos.

### 309.5 ACEPTACIÓN

El material paliativo de polvo (emulsión asfáltica, sulfonato de lignina, cloruro de calcio, cloruro de magnesio) serán evaluados mediante certificados del Fabricante).

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.

### 309.6 MÉTODO DE MEDICIÓN

La aplicación del paliativo de polvo será medido 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.

El control de emisión de polvo y otros solicitados por el Supervisor, ha sido ejecutado a satisfacción del Supervisor, se considerará una unidad completa en el período de medición.

### 309.7 BASES PARA EL PAGO

Las cantidades aceptadas, medidas de acuerdo con el Sección precedente, serán pagadas al precio de contrato por unidad de medida para los conceptos de pago listados más adelante que aparezcan en el Pliego de Licitación, precio y pago que constituirán compensación total por el trabajo prescrito en esta Sección. Ver las Sección-100 división I.

El pago será efectuado bajo los siguientes conceptos:

Ítem	Concepto de Pago	Unidad de Medida
309,01	Aplicación de Paliativo de Polvo	Kilómetro (km)
309,02	Aplicación de Paliativo de Polvo	Metro Cuadrado (m <sup>2</sup> )
309,03	Emulsión Asfáltica Grado	Tonelada (t)
309,04	Sulfonato de Lignina	Tonelada (t)
309,05	Cloruro de Calcio	Tonelada (t)
309,06	Cloruro de Magnesio	Tonelada (t)

## SECCIÓN 310 SUMINISTRO DE AGREGADOS ACOPIADOS

### 310.1 DESCRIPCIÓN

Este trabajo consistirá en el suministro y acopio, en los lugares designados en los planos o en las CEC, de agregados de la designación o clase especificada, ajustándose razonablemente a estas especificaciones o a lo ordenado por el Ingeniero.

### 310.2 MATERIALES

Los agregados apilados o amontonados deberán satisfacer los requisitos de la sección y designación indicada en

el concepto de pago correspondiente en el Pliego de Licitación. El muestreo para la aceptación se hará durante el apilamiento o después de haberlo completado.

Los trabajos comprendidos en esta actividad serán realizados por el Contratista, el que proveerá y empleará los materiales, herramientas y equipo, previa aprobación de la SUPERVISIÓN de Obras.

### 310.3 REQUISITOS PARA LA CONSTRUCCIÓN

Los lugares escogidos para el acopio de agregados serán demarcados y estaqueados por el Ingeniero y deberán despejarse, limpiarse de árboles, tocones, matorrales y escombros, de acuerdo con lo que dispone la Sección-201. El piso para cada montón deberá emparejarse para obtener una sección transversal uniforme. Los montones terminados deberán ser nítidos y de forma regular, y deberán ocupar el área más pequeña que sea posible. Únicamente cuando así lo ordene el Ingeniero, la altura de los montones o su profundidad promedio, podrá ser menor de seis metros. Los taludes de los costados no deberán tener una inclinación menor de 1 1/2 horizontal a 1 vertical.

El apilamiento de los agregados en montones deberá hacerse de conformidad con los requerimientos de la División I.

### 310.4 MAQUINARIA, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

Se aplicará la utilización racional del equipo adecuado que posibilite la ejecución de los trabajos

### 310.5 ACEPTACIÓN

El agregado a ser acopiado será evaluado bajo la sección identificada en el concepto de pago.

La graduación del agregado y el Índice de Plasticidad de la capa superficial, así como las otras propiedades de calidad serán evaluadas visualmente y mediante mediciones y ensayos.

La preparación del sitio y la construcción de los acopios serán evaluados visualmente y mediante mediciones. El abra y limpieza serán evaluados bajo la Sección-201.

El cuadro 310-1 presenta los requisitos mínimos para el muestreo y ensayos.

**CUADRO 310-1**  
**Muestreo y Ensayes**

Material o producto	Propiedad o característica	Método o Especificaciones del Ensaye	Frecuencia	Lugar del Muestreo
Agregado	Graduación (1)	AASHTO T 11 y AASHTO T 27	1 por cada 1500 t	Fuente del material o pila de acopio
Mezcla	Humedad - Densidad	AASHTO T 99 método C	1 por cada mezcla o cambio en el material	Material procesado antes de ser incorporado en la obra
	Densidad y humedad en el sitio	AASHTO T 238 y AASHTO T 239 u otros procedimientos aprobados	1 muestra por cada 2500 m <sup>2</sup>	Material compactado



### 310.6 MÉTODOS DE MEDICIÓN

La cantidad de agregado por el que se pagará será el número de metros cúbicos o toneladas ordenadas y acopiadas conforme estas especificaciones en los sitios autorizados. Si el Pliego de Licitación estipula el pago por metro cúbico, los montones terminados serán medidos y el volumen calculado por medio de secciones transversales, usando el método del promedio de las áreas extremas, haciendo coincidir los puntos de medición antes y después. No se hará ninguna concesión por asentamiento ni por contracción.

Cuando sean designadas como materiales alternos, escorias, piedra o grava y se establezcan para ellos conceptos de pago separados en el Pliego de Licitación y el pago se haga por peso, las cantidades estimadas se basarán en un promedio, determinado en el laboratorio, del peso volumétrico de los materiales alternos disponibles. No se hará ningún ajuste en el precio unitario del Contrato por variación en la cantidad, debido a diferencias con el peso volumétrico del material efectivamente utilizado.

### 310.7 BASES PARA EL PAGO

Las cantidades aceptadas del agregado acopiado, medidas de acuerdo con el Sección precedente, serán pagadas al precio de contrato por unidad de medida, cuyo precio y pago será la compensación total por el trabajo prescrito en esta Sección, excepto en cuanto a la limpieza de los lugares donde se coloquen los montones, lo que será pagado bajo la Sección 200.

El pago se hará bajo los conceptos siguientes:

Ítem	Concepto de Pago	Unidad de Medida
310,01	Agregado Acopiado, Sección	Graduación Metro Cúbico (m <sup>3</sup> )
310,02	Agregado Acopiado, Sección	Graduación Tonelada (t)

## SECCIÓN 311

### ACOPIO DE MATERIAL EXCEDENTE

#### 311.1 DESCRIPCIÓN

Es la actividad de acondicionamiento y disposición final de los materiales excedentes de la obra en lugares debidamente autorizados, y se construirán de acuerdo con el diseño específico que se haga para cada uno de ellos en el Proyecto, en el que se debe contemplar, acorde al Plan de Manejo Ambiental, la forma cómo serán depositados los materiales y el grado de compactación que se debe alcanzar, la necesidad de construir obras complementarias orientadas a conseguir la estabilidad del depósito. Incluye la obtención de permisos y autorizaciones correspondientes.

En construcción de carreteras, será particularmente importante no descuidar aquellas tareas de acopio de materiales excedentes que permiten garantizar unas condiciones adecuadas de vialidad y seguridad vial frente a los fenómenos climáticos adversos previstos.

En este sentido, intensificar las labores de protección frente a precipitaciones extremas y obras de protección en zonas designadas para este fin.

### **311.2 MATERIALES**

Se debe colocar la señalización correspondiente al camino de acceso y en la ubicación del lugar del depósito mismo. Los caminos de acceso, al tener el carácter provisional, deben ser construidos con el menor movimiento de tierras posible y poner una capa de material granular para facilitar el tránsito de los vehículos en la obra.

Las áreas designadas para el depósito de materiales excedentes, no deberán ser zonas inestables o áreas de importancia ambiental, tales como humedales o áreas agrícolas. Así mismo, se deberá tener las autorizaciones correspondientes en caso de que el área señalada sea de propiedad privada, zona de reserva, o territorios especiales definidos por ley.

### **311.3 REQUISITOS PARA LA CONSTRUCCIÓN**

Los lugares de depósito de materiales excedentes se elegirán y construirán de acuerdo con las disposiciones legales vigentes sobre la materia.

Antes de colocar los materiales excedentes, se deberá retirar la capa orgánica del suelo hasta que se encuentre una capa que permita soportar la sobrecarga inducida por el depósito, a fin de evitar asentamientos que pondrían en peligro la estabilidad del lugar de disposición. El material vegetal removido se colocará en sitios adecuados que permitan su posterior uso para las obras de restauración y recuperación ambiental de áreas afectadas.

La excavación, si se realiza en laderas, debe ser escalonada, de tal manera que disminuya las posibilidades de falla del relleno por el contacto.

Deberán estar lo suficientemente alejados de los cuerpos de agua, de manera que durante la ocurrencia de crecientes, no se sobrepase el nivel más bajo de los materiales colocados en él.

El área total del depósito de materiales excedentes y su capacidad de material compactado en metros cúbicos serán definidas en el proyecto o autorizadas por el Supervisor. Antes del uso de las áreas destinadas a Depósito de Materiales Excedentes se efectuará un levantamiento topográfico de cada una de ellas, definiendo su área y capacidad. Así mismo se deberá efectuar otro levantamiento topográfico después de haber sido concluidos los trabajos en los depósitos para verificación y contraste de las condiciones iniciales y finales de los trabajos. Los planos topográficos finales deben incluir información sobre los volúmenes depositados, ubicación de muros, drenaje instalado y tipo de vegetación utilizada.

El lugar elegido no deberá perjudicar las condiciones ambientales o paisajísticas de la zona o donde la población aledaña pueda quedar expuesta a algún tipo de riesgo sanitario o ambiental.

No deberá colocarse los materiales sobrantes sobre el lecho de los ríos ni en quebradas, ni a una distancia menor de 30 m a cada lado de las orillas mismos.

Se debe evitar la contaminación de cualquier fuente y corriente de agua por los materiales excedentes.

Los materiales excedentes que se obtengan de la construcción de la carretera deberán ser retirados de las áreas de trabajo y colocados en las zonas indicadas para su disposición final.

La disposición de los materiales excedentes será efectuada en forma gradual y compactada por tanda de vaciado, de manera que el material particulado originado sea mínimo.

### **311.4 MAQUINARIA, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS**

Se aplicará la utilización racional del equipo adecuado que posibilite la ejecución de los trabajos

### 311.5 ACEPTACIÓN

Al momento de abandonar el lugar de disposición de materiales excedentes, éste deberá compactarse de manera que guarde armonía con la morfología existente del área y al nivel que no interfiera con la siguiente actividad de restauración y recuperación ambiental de áreas afectadas, utilizando la flora propia del lugar y a ejecutarse, en el caso de árboles y arbustos, de conformidad con lo establecido en la norma.

Los daños ambientales que origine el Contratista deberán ser subsanados bajo su responsabilidad, asumiendo todos los costos correspondientes.

### 311.6 MÉTODO DE MEDICIÓN

La medición de la adecuación y el manejo del lugar final del depósito de materiales excedentes se hará por metro cúbico (m<sup>3</sup>) de material depositado y conformado.

### 311.7 BASES PARA EL PAGO

El pago correspondiente a la ejecución de la conformación y acopio de Materiales Excedentes se hará por metro cúbico (m<sup>3</sup>).

El pago constituirá la compensación completa por el costo del equipo, personal, materiales e imprevistos para la ejecución de esta partida, por lo que todo el trabajo ejecutado debe estar de acuerdo con lo especificado en la presente Subsección y contar con la aprobación del Supervisor.

No se incluye en el pago de esta partida el transporte del material a depositar.

Ítem	Concepto de Pago	Unidad de Medida
311,01	Acopio de Material Excedente	Metro Cúbico (m <sup>3</sup> )



Sub División 400

**PAVIMENTOS FLEXIBLES Y  
TRATAMIENTOS SUPERFICIALES**

## » SUBDIVISIÓN 400

### PAVIMENTOS FLEXIBLES Y CAPAS SUPERFICIALES

(Pág. 187 - 312)

#### ■ SECCIÓN 401

##### **REACONDICIONAMIENTO DE LA SUPERFICIE DE CAMINOS EXISTENTES**

401.1 DESCRIPCIÓN/Pág.195

401.2 MATERIALES/Pág. 195

401.3 REQUISITOS PARA LA CONSTRUCCIÓN/Pág. 195

401.3.1 Limitaciones debidas a Condiciones Climatológicas

401.3.2 Preparación de la Superficie

401.3.3 Aplicación del Material Asfáltico

401.3.4 Aplicación del Material de Secado

401.4 MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS / Pág.196

401.5 ACEPTACIÓN/Pág.197

401.6 MÉTODO DE MEDICIÓN/Pág. 197

401.7 BASES PARA EL PAGO/Pág. 197

#### ■ SECCIÓN 402

##### **MEJORAMIENTO DE LA SUPERFICIE**

402.1 DESCRIPCIÓN/Pág.198

402.2 MATERIALES/Pág. 198

402.3 REQUISITOS PARA LA CONSTRUCCIÓN/Pág.198

402.3.1 Preparación de la Superficie

402.3.2 Riego del Asfalto

402.4 MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS /Pág.199

402.5 ACEPTACIÓN/Pág.199

402.6 MÉTODO DE MEDICIÓN/Pág.199

402.7 BASES PARA EL PAGO/Pág.199

#### ■ SECCIÓN 403

##### **CAPAS DE AGREGADO NO TRATADO**

403.1 DESCRIPCIÓN/Pág.200

403.2 MATERIALES/Pág.200

403.2.1 Agregados Minerales para Recubrimiento

403.3 REQUISITOS PARA LA CONSTRUCCIÓN/Pág.201

403.3.1 Limitaciones debidas a Condiciones Climatológicas

403.3.2 Preparación de la Superficie

403.3.3 Aplicación del Asfalto

403.3.4 Aplicación de los Agregados de Recubrimiento

403.4 MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS/ Pág.202

403.5 ACEPTACIÓN/Pág.203

403.6 MÉTODO DE MEDICIÓN/Pág.203

403.7 BASES PARA EL PAGO/Pág.203

#### ■ SECCIÓN 404

##### **CAPAS DE AGREGADO TRATADO**

404.1 DESCRIPCIÓN/Pág.204

404.2 MATERIALES / Pág.204

404.2.1 Material Asfáltico.

404.2.2 Agregados

404.3 REQUISITOS PARA LA CONSTRUCCIÓN / Pág.211

404.3.1 Generalidades

404.3.2 Aplicación del Asfalto

404.3.3 Aplicación de los Agregados

404.4 MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS /  
Pág.212

404.5 ACEPTACIÓN/Pág.212

404.5.1 Verificación de Espesores

404.6 MÉTODO DE MEDICIÓN / Pág.213

404.7 BASES PARA EL PAGO / Pág.213

## ■ SECCIÓN 405

### ***CAPAS DE MATERIAL NATURAL TRATADO CON CAL***

405.1 DESCRIPCIÓN /Pág.214

405.2 MATERIALES /Pág. 214

405.3 REQUISITOS DE CONSTRUCCIÓN/Pág.214

405.3.1 Composición de la Mezcla (Fórmula  
de la Mezcla de Trabajo) .

405.3.2 Preparación de la Superficie

405.3.3 Limitaciones de Clima

405.3.4 Preparación del Asfalto

405.3.5 Preparación del Agregado

405.3.6 Mezclado

405.3.7 Acarreo

405.3.8 Procedimientos de Arranque de la  
Producción

405.3.9 Colocación y Acabado

405.3.10 Compactación

405.3.11 Juntas, Acabado de los Bordes y  
Limpieza.

405.3.12 Lisura del Pavimento.

405.4 MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS/  
Pág.222

405.4.1 Planta Mezcladora de Concreto  
Asfáltico

405.4.2 Equipo de Acarreo

405.5 ACEPTACIÓN/Pág.233

405.6 MÉTODOS DE MEDICIÓN/Pág.234

405.7 BASES PARA EL PAGO/Pág.234

## ■ SECCIÓN 406

### ***CAPAS DE AGREGADOS GRANULARES NATURALES***

#### ***(SUBBASE, BASE Y SUPERFICIES DE REVESTIMIENTO)***

406.1 DESCRIPCIÓN/Pág.235

406.2 MATERIALES/Pág.235

406.3 REQUISITOS PARA LA CONSTRUCCIÓN / Pág.236

406.3.1 Limitaciones debidas a Condiciones  
Climatológicas

406.3.2 Preparación de la Base

406.3.3 Colocación de los Agregados

406.3.4 Aplicación del Material Asfáltico

406.3.5 Proceso de Mezclado

406.4 MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS/  
Pág.238

406.5 ACEPTACIÓN/Pág.238

406.6 MÉTODOS DE MEDICIÓN/Pág.239

406.7 BASES PARA EL PAGO/Pág.240

## ■ SECCIÓN 407

### ***BASE TRATADA CON MATERIALES ASFÁLTICOS***

407.1 DESCRIPCIÓN/Pág. 240

407.2 MATERIALES/Pág.241

407.2.1 Composición de la Mezcla

407.3 REQUISITOS PARA LA CONSTRUCCIÓN/Pág.241

407.3.1 Generalidades

407.4 MAQUINARIA, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS/  
Pág.241

407.5 ACEPTACIÓN/Pág.242

407.6 MÉTODOS DE MEDICIÓN/Pág.242

407.7 BASES PARA EL PAGO/Pág.242

## ■ SECCIÓN 408

### **CAPA DE AGREGADO CON TIERRA VEGETAL**

- 408.1 DESCRIPCIÓN/Pág.243
- 408.2 MATERIALES/Pág. 243
- 408.3 REQUISITOS PARA LA CONSTRUCCIÓN/Pág.243
  - 408.3.1 Composición de la Mezcla (Fórmula de Control)
  - 408.3.2 Preparación de la Superficie
  - 408.3.3 Limitaciones Climatológicas
  - 408.3.4 Preparación y Mezclado del Material
  - 408.3.5 Acarreo, Colocación y Acabado
  - 408.3.6 Compactación
  - 408.3.7 Juntas y Limpieza
- 408.4 MAQUINARIA EQUIPO Y HERRAMIENTAS /Pág.244
  - 408.4.1 Planta Mezcladora y Pavimentadora
- 408.5 ACEPTACIÓN/Pág.244
- 408.6 MÉTODOS DE MEDICIÓN/Pág.245
- 408.7 BASES PARA EL PAGO/Pág.245

## ■ SECCIÓN 409

### **PALIATIVO DE POLVO**

- 409.1 DESCRIPCIÓN/Pág.246
- 409.2 MATERIALES/Pág.246
- 409.3 REQUISITOS PARA LA CONSTRUCCIÓN/Pág.246
  - 409.3.1 Composición de la Mezcla (Fórmula de Control)
  - 409.3.2 Preparación de la Superficie
  - 409.3.3 Limitaciones Climatológicas
  - 409.3.4 Mezclado, Acarreo, Colocación y Compactación
- 409.4 MAQUINARIA, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS/  
Pág.249
  - 409.4.1 Planta Mezcladora

- 409.5 ACEPTACIÓN/Pág.249
- 409.6 MÉTODO DE MEDICIÓN/Pág. 250
- 409.7 BASES PARA EL PAGO/Pág. 250

## ■ SECCIÓN 410

### **SUMINISTRO DE AGREGADOS ACOPIADOS**

- 410.1 DESCRIPCIÓN / Pág. 251
- 410.2 MATERIALES / Pág. 251
- 410.3 REQUISITOS PARA LA CONSTRUCCIÓN / Pág. 251
  - 410.3.1 Composición de la Mezcla (Fórmula de Control)
  - 410.3.2 Limitaciones Climatológicas.
  - 410.3.3 Preparación de la Superficie.
  - 410.3.4 Mezclado
  - 410.3.5 Acarreo, Esparcido y Acabado
  - 410.3.6 Compactación
  - 410.3.7 Riego Asfáltico
  - 410.3.8 Tratamiento Superficial
- 410.4 MAQUINARIA, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS /  
Pág. 254
  - 410.4.1 Planta Mezcladora
- 410.5 ACEPTACIÓN / Pág.254
- 410.6 MÉTODOS DE MEDICIÓN / Pág.255
- 410.7 BASES PARA EL PAGO / Pág.255

## ■ SECCIÓN 411

### **ACOPIO DE MATERIAL EXCEDENTE**

- 411.1 DESCRIPCIÓN / Pág.256
- 411.2 MATERIALES / Pág.256
- 411.3 REQUISITOS PARA LA CONSTRUCCIÓN /  
Pág.256
  - 411.3.1 Composición de la mezcla  
(dosificación de diseño)

411.4 MAQUINARIA, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS / Pág.257

411.4.1 Planta de procesamiento de mezcla asfáltica reciclada.

411.4.2 Construcción

411.5 ACEPTACIÓN/Pág.257

411.6 MÉTODO DE MEDICIÓN/Pág.260

411.7 BASES PARA EL PAGO/Pág.260

■ **SECCIÓN 412**

***CARPETA DE CONCRETO ASFÁLTICO EN CALIENTE TIPO SUPERPAVE***

412.1 DESCRIPCIÓN / Pág.261

412.2 MATERIALES / Pág.261

412.3 REQUISITOS PARA LA CONSTRUCCIÓN O PROCEDIMIENTOS / Pág.261

412.3.1 Composición de la mezcla asfáltica (dosificación de diseño)

412.3.2 Preparación de la Superficie

412.3.3 Limitaciones de Clima

412.3.4 Preparación del Asfalto

412.3.5 Preparación del Agregado

412.3.6 Mezclado

412.3.7 Acarreo

412.3.8 Procedimientos de Arranque de la Producción

412.3.9 Colocación y Acabado

412.3.10 Compactación

412.3.11 Juntas, Acabado de los Bordes y Limpieza.

412.3.12 Lisura del Pavimento.

412.4 MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS / Pág.266

412.4.1 Planta Mezcladora de Concreto Asfáltico.

412.4.2 Equipo de Acarreo

412.5 ACEPTACIÓN / Pág.266

412.6 MÉTODOS DE MEDICIÓN / Pág.268

412.7 BASES PARA EL PAGO / Pág.269

■ **SECCIÓN 413**

***SELLO CON LECHADA ASFÁLTICA***

413.1 DESCRIPCIÓN / Pág.269

413.2 MATERIALES / Pág.269

413.3 REQUISITOS PARA LA CONSTRUCCIÓN / Pág.270

413.3.1 Composición de la Mezcla (Fórmula de Control)

413.3.2 Preparación de la Superficie.

413.3.3 Limitaciones por Condiciones del Clima

413.3.4 Aplicación de la Lechada Asfáltica

413.4 MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS / Pág.271

413.5 ACEPTACIÓN / Pág.272

413.6 MÉTODOS DE MEDICIÓN/ Pág.272

413.7 BASES PARA EL PAGO / Pág.273

■ **SECCIÓN 414**

***TRATAMIENTO ASFÁLTICO DE MANTENIMIENTO***

414.1 DESCRIPCIÓN / Pág.273

414.2 MATERIALES / Pág.273

414.2.1 Materiales Asfálticos

414.2.2 Agregados

414.3 REQUISITOS PARA LA CONSTRUCCIÓN / Pág.273

414.3.1 Limitaciones debidas a Condiciones Climatológica

414.3.2 Preparación de Superficie

414.3.3 Aplicación del Material Asfáltico

414.3.4 Distribución de los Agregados

414.3.5 Barrido y Compactación



414.3.6 Acopio de Materiales

414.4 MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS /  
Pág.275

414.5 ACEPTACIÓN / Pág.275

414.6 MÉTODOS DE MEDICIÓN / Pág.275

414.7 BASES PARA EL PAGO / Pág.276

## ■ SECCIÓN 415

### **SELLO DE ARENA ASFALTO EN FRÍO**

415.1 DESCRIPCIÓN / Pág.277

415.2 MATERIALES / Pág.277

415.3 REQUISITOS PARA LA CONSTRUCCIÓN /  
Pág.278

415.3.1 Limitaciones del Clima

415.3.2 Temperatura de Aplicación del  
Asfalto.

415.3.3 Preparación de la Mezcla

415.3.4 Curado de la Mezcla.

415.3.5 Esparcido, Conformación y  
Compactación.

415.3.6. Caso Especial: Incorporación de  
Material Existente en la Calzada Actual

415.3.7 Prueba de la Superficie

415.3.8 Determinación de la Densidad.

415.3.9 Disposiciones Complementarias.

415.4 MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS/  
Pág.282

415.5 ACEPTACIÓN / Pág.282

415.6 MÉTODO DE MEDICIÓN/ Pág.282

415.6.1 Carpeta de Mezcla

415.6.2 Asfalto

415.7 BASES PARA EL PAGO / Pág.283

## ■ SECCIÓN 416

### **CARPETAS ASFÁLTICAS CON GEOTEXTILES**

416.1 DESCRIPCIÓN / Pág.284

416.2 MATERIALES / Pág.284

416.3 REQUISITOS PARA LA CONSTRUCCIÓN /Pág.284

416.3.1 Preparación de la Superficie

416.3.2 Limitaciones Climatológicas.

416.3.3 Aplicación del Sellador Asfáltico.

416.3.4 Colocación del Geotextil de  
Pavimentar.

416.4 MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS /  
Pág.285

416.5 ACEPTACIÓN / Pág.285

416.6 MÉTODO DE MEDICIÓN / Pág.285

416.7 BASES PARA EL PAGO / Pág.286

## ■ SECCIÓN 417

### **SELLADO DE GRIETAS CON SELLADOR PARA PAVI- MENTOS VERTIDO EN CALIENTE**

417.1 DESCRIPCIÓN/ Pág.286

417.2 MATERIALES/ Pág.286

417.3 REQUISITOS PARA LA CONSTRUCCIÓN/ Pág.286

417.3.1 Limitaciones debidas a Condiciones  
Climatológicas.

417.3.2 Preparación de las Grietas.

417.3.3 Aplicación del Sellador

417.3.4 Reapertura de la Vía al Tráfico

417.4 MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS/  
Pág.287

417.5 ACEPTACIÓN / Pág.287

417.6 MÉTODO DE MEDICIÓN / Pág.287

417.7 BASES PARA EL PAGO / Pág.288

**■ SECCIÓN 418****CONCRETO ASFÁLTICO EN CALIENTE PARA OBRAS MENORES**

418.1 DESCRIPCIÓN /Pág.288

418.2 MATERIALES/Pág.288

418.3 REQUISITOS PARA LA CONSTRUCCIÓN O PROCEDIMIENTOS/Pág.288

418.3.1 Composición de la Mezcla (Fórmula de la Mezcla de Trabajo)

418.3.2 Preparación de la Superficie

418.3.3 Limitaciones Climatológicas.

418.3.4 Colocación.

418.3.5 Compactación

418.3.6 Lisura del Pavimento

418.4 MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS/ Pág.289

418.5 ACEPTACIÓN /Pág.289

418.6 MÉTODOS DE MEDICIÓN /Pág.290

418.7 BASES PARA EL PAGO /Pág.290

**■ SECCIÓN 419****MEZCLA ASFÁLTICA PROCESADA EN FRIO PARA CAPAS DE BASE INCORPORANDO MATERIAL RECICLADO**

419.1 DESCRIPCIÓN /Pág.290

419.2 MATERIALES/Pág.290

419.3 REQUISITOS PARA LA CONSTRUCCIÓN /Pág.291

419.3.1 Composición de la Mezcla Asfáltica (dosificación de diseño)

419.3.2 Preparación de la Superficie

419.3.3 Limitaciones Climáticas

419.3.4 Mezclado

419.3.5 Distribución, Acabado y Compactación

419.4 MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS/ Pág.293

419.5 ACEPTACIÓN /Pág.293

419.6 MÉTODO DE MEDICIÓN /Pág.294

419.7 BASES PARA EL PAGO /Pág.294

**■ SECCIÓN 420****RECICLADO EN FRIO DE BASES RECUPERADAS**

420.1 DESCRIPCIÓN / Pág.295

420.2 MATERIALES /Pág.295

420.2.1 Material In Situ

420.2.2. Agente Estabilizador

420.3 REQUISITOS PARA LA CONSTRUCCIÓN/Pág.296

420.3.1 Generalidades

420.3.2 Condiciones Climáticas

420.3.3 Control de Humedad en el Campo

420.3.4 Requerimientos Antes de Comenzar la Recuperación

420.4 MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS/ Pág.298

420.4.1 Generalidades

420.4.2 Maquina Recuperadora de Capa Base en Frio en Sitio

420.4.3 Compactadores

420.4.4 Camión Cisterna Para el Suministro de Emulsión Asfáltica y Agua

420.4.5 Motoniveladora

420.5 ACEPTACIÓN /Pág.298

420.5.1 Control y Nivel

420.5.2 Control de Compactación

420.6 MÉTODO DE MEDICIÓN / Pág.299

420.7 BASES PARA EL PAGO/ Pág.299

■ **SECCIÓN 421**

**GEOTEXTILES PARA PAVIMENTOS**

- 421.1 DESCRIPCIÓN /Pág.300
- 421.2 MATERIALES /Pág.300
- 421.3 REQUISITOS PARA LA CONSTRUCCIÓN /Pág.300
  - 421.3.1 Preparación de Superficie
  - 421.3.2 Limitación de Condiciones Climáticas
  - 421.3.3 Aplicación del Sello Asfáltico
  - 421.3.4 Colocación de la Tela Geotextil
- 421.4 MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS/ Pág.301
- 421.5 ACEPTACIÓN /Pág.301
- 421.6 MÉTODO DE MEDICIÓN/Pág.301
- 421.7 BASES PARA EL PAGO/ Pág.302

■ **SECCIÓN 422**

**MICROPAVIMIENTOS**

- 422.1 DESCRIPCIÓN/Pág.302
- 422.2 MATERIALES /Pág.302
  - 422.2.2. Material Bituminoso
  - 422.2.3 Agua
- 422.3 REQUISITOS PARA LA CONSTRUCCIÓN /Pág.304
  - 422.3.1 Explotación de los materiales y elaboración de los agregados
  - 422.3.2 Diseño del Micro Pavimento y Obtención de Formula de Trabajo
  - 422.3.3 Notificación y Control de Transito
  - 422.3.4 Preparación de la superficie
  - 422.3.5 Limitaciones Climáticas.
  - 422.3.6 Aplicación de Micro Pavimento

- 422.4 MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS / Pág.309
- 422.5 ACEPTACIÓN /Pág.310
  - 422.5.1 Agregados y Emulsión
  - 422.5.2. Composición y Resistencia del Mortero
- 422.6 MÉTODO DE MEDICIÓN /Pág.312
- 422.7 BASES PARA EL PAGO /Pág.312

## SECCIÓN 401 IMPRIMACIÓN ASFÁLTICA DE BASES

### 401.1 DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en el suministro y aplicación de material asfáltico sobre una superficie preparada previamente de acuerdo con estas especificaciones y ajustándose razonablemente a los requisitos establecidos en los planos. El trabajo incluye, además, la preparación de la superficie y el suministro y colocación del material de secado que fuese requerido.

El grado del asfalto para imprimación es designado de acuerdo con AASHTO M 140 ó AASHTO M 208, para emulsiones asfálticas y AASHTO M 81 o AASHTO M 82 para asfaltos rebajados o diluidos.

### 401.2 MATERIALES

Los materiales deberán cumplir con lo estipulado en los siguientes artículos:

Material de Secado.....	Artículo-1003.17
Asfaltos Rebajados.....	Artículo-1002.3
Emulsión Asfáltica.....	Artículo-1002.4

Las temperaturas de aplicación de los materiales asfálticos deberán ajustarse a lo establecido en el Artículo-1002.10.

### 401.3 REQUISITOS PARA LA CONSTRUCCIÓN

#### 401.3.1 Limitaciones debidas a Condiciones Climatológicas

El riego de imprimación deberá aplicarse únicamente cuando la superficie que se vaya a tratar esté seca o ligeramente húmeda y cuando el tiempo no esté brumoso ni lluvioso.

#### 401.3.2 Preparación de la Superficie

Inmediatamente antes de proceder a la aplicación del material asfáltico, deberá quitarse toda tierra suelta, polvo y otros materiales objetables que hubiese en la superficie, empleando una barredora mecánica o un soplador o ambos, según fuese necesario. Si el Ingeniero lo ordenase, la superficie deberá ser alisada ligeramente con la cuchilla de una motoniveladora y compactada inmediatamente antes de la aplicación del material asfáltico, en cuyo caso no será necesario usar de la barredora, ni del soplador. Cuando fuese ordenado por el Ingeniero, se deberá hacer un ligero riego de agua, un poco antes de aplicar el material asfáltico, para evitar que cualquier polvo fino residual disminuya la penetración del asfalto.

#### 401.3.3 Aplicación del Material Asfáltico

El material asfáltico deberá ser regado uniforme y continuamente en todo el ancho de la sección que se vaya a imprimir, empleando un distribuidor a presión. Cuando se tenga que mantener la circulación del tráfico, el riego de imprimación no deberá cubrir más de la mitad del ancho de la superficie de rodamiento. Se deberá tener cuidado de

que la aplicación del asfalto en los empalmes de los riegos no exceda la cantidad especificada. Si existiese exceso de asfalto en ciertas áreas, éste deberá ser redistribuido con una escobilla o rodillo de goma. Las áreas donde no se haya aplicado asfalto o éste no fuera suficiente, deberán ser corregidas. Al iniciar un nuevo riego deberá ponerse papel de construcción, cubriendo el final del riego anterior. El nuevo riego deberá iniciarse sobre el papel de construcción. El papel de construcción deberá ser quitado y desechado en forma satisfactoria.

Cuando se tenga que mantener la circulación del tráfico, deberá ser canalizado controladamente en la parte de la superficie de rodamiento no tratada. Tan pronto como el asfalto haya sido absorbido por la superficie y no se adhiera a las llantas, se desviará el tráfico al carril imprimado y se procederá a la imprimación del ancho restante de la superficie de rodamiento.

Las cantidades, la tasa de aplicación, las temperaturas y las áreas listas para recibir el asfalto, deberán ser aprobadas antes de la aplicación del riego de imprimación.

Las superficies de estructuras y árboles cercanos a las áreas a imprimir, deberán ser protegidas de tal manera que se evite que sean salpicadas o dañadas. Ningún asfalto sobrante deberá ser desechado en bancos de préstamo, cunetas o arroyos.

#### **401.3.4 Aplicación del Material de Secado**

Después de aplicado el riego de asfalto, deberá dejarse curar no menos de 24 horas. En caso de que el tráfico tuviese que ser desviado sobre una superficie recién imprimada, se puede extender material de secado según lo ordene el Ingeniero, para cubrir cualquier asfalto no absorbido, antes de que hubiese penetrado lo suficiente, para evitar que se adhiera a las llantas de los vehículos y con el fin de disminuir el daño debido a una posible lluvia, antes que se haya logrado la penetración completa.

El esparcido se hará de manera que ningún vehículo pueda circular directamente sobre el asfalto recién aplicado, que no se encuentre adecuadamente recubierto con material de secado.

#### **401.4 MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS**

El Contratista deberá proporcionar el equipo para calentar y aplicar el material asfáltico, así como para aplicar el material de secado.

El distribuidor de asfalto deberá ser diseñado, equipado, mantenido y manejado en forma tal, que el material asfáltico pueda ser aplicado uniformemente a temperatura constante, sobre anchos variables hasta de 4.57 metros a tasas fácilmente determinables y controlables, desde 1.0 a 2.25 l/m<sup>2</sup>, a presión uniforme y con una variación permisible respecto a cualquier cantidad especificada que no exceda de 0.09 l/m<sup>2</sup>. El equipo distribuidor deberá contar con un tacómetro, con manómetros indicadores de presión, dispositivos exactos para medir el volumen o un depósito calibrado y un termómetro que señale la temperatura del contenido del depósito. Los distribuidores deberán estar equipados con una unidad motriz para la bomba y barras rociadoras por las que pueda recircularse el material asfáltico, ajustables, lateral y verticalmente.

Para la colocación del material de secado se usará un esparcidor de agregados, autopropulsado de diseño aprobado, soportado por lo menos por cuatro ruedas equipadas con llantas neumáticas en dos ejes. El distribuidor de agregados deberá estar equipado con controles efectivos para que la cantidad necesaria de material sea depositada uniformemente sobre el ancho completo del material asfáltico. Podrán ser utilizados otros métodos de esparcido de agregados, siempre que se obtengan resultados equivalentes y hayan sido aprobados.

**401.5 ACEPTACIÓN**

- Las emulsiones asfálticas y los rebajados asfálticos serán evaluados mediante certificaciones y por medio de mediciones y ensayos de calidad (División I, Art. 102.21) y bajo el Artículo-1002.4.
- El agregado para material de secado será evaluado mediante certificados de calidad del Fabricante y, si es manufacturado en el Proyecto, mediante ensayos (División I, Art. 102.21).
- La construcción del riego de imprimación será evaluada mediante mediciones y ensayos (División I, Art. 102.21).
- La preparación de la superficie será evaluada acorde a lo establecido la Sección-301.

**401.6 MÉTODO DE MEDICIÓN**

El asfalto será medido por tonelada o por litro, y el material de secado se medirá por tonelada o por metro cúbico, o en las unidades indicadas en el Pliego de Licitación.

Cuando los conceptos de pago mostrados en el Pliego de Licitación incluyan materiales optativos tales como escoria, piedra o grava y el pago se haga por peso, la estimación de las cantidades se basará en pesos volumétricos promedios determinados en el laboratorio, sobre los materiales optativos correspondientes.

No se hará ningún ajuste en el precio unitario de contrato por variación en la cantidad debida a diferencias en el peso volumétrico del material efectivamente empleado.

**401.7 BASES PARA EL PAGO**

Las cantidades aceptadas, determinadas, según se estipuló 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 será compensación total por todo el trabajo prescrito en esta Sección (División I, Art 102.13).

El pago se realizará acorde a los siguientes conceptos:

Ítem de Pago	Descripción -- Concepto de Pago	Unidad de Medida
401.1	Asfalto Rebajado MC_____ para imprimación	Litro
401.2	Asfalto Rebajado MC_____ para imprimación	Tonelada
401.3	Emulsión Asfáltica, Grado____ para imprimación	Litro
401.4	Emulsión Asfáltica, Grado___ para imprimación	Tonelada
401.5	Material de Secado.	Metro Cúbico
401.6	Material de Secado.	Tonelada

## SECCIÓN 402 RIEGOS ASFÁLTICOS DE LIGA

### 402.1 DESCRIPCIÓN

Este trabajo consistirá en el suministro y aplicación de asfalto sobre una superficie de rodamiento existente, asfaltada o de concreto, preparada de acuerdo con estas especificaciones y ajustándose razonablemente a las tasas de aplicación y a las líneas mostradas en los planos o establecidos por el Ingeniero.

### 402.2 MATERIALES

El asfalto deberá ser del tipo y clase que se especifiquen en el Pliego de Licitación y deberá ajustarse a los requisitos de los artículos siguientes:

Asfalto Rebajado .....	Artículo-1002.3
Emulsiones ASFálticas.....	Artículo-1002.4
Agua.....	Artículo-1012.1

Las temperaturas de aplicación de los materiales asfálticos deberán ajustarse a lo establecido en el Artículo-1002.10.

Cuando el Pliego de Licitación requiera el uso de Emulsiones ASFálticas tipo SS-1, se deberá añadir agua a la emulsión asfáltica, mezclándola completamente con ésta, en tal proporción que la mezcla resultante contenga un volumen de agua agregada de aproximadamente un 40%. La cantidad exacta de agua que se deberá agregar deberá ser estudiada en laboratorio y aprobada por el Ingeniero.

### 402.3 REQUISITOS PARA LA CONSTRUCCIÓN

#### 402.3.1 Preparación de la Superficie

La superficie existente deberá ser acondicionada reparando los baches, usando métodos aprobados de parcheo y luego barrida para obtener una superficie que al recibir el asfalto esté libre de irregularidades, razonablemente lisa, uniforme y limpia.

Las áreas inestables u onduladas deberán ser eliminadas y reemplazadas con materiales adecuados para parcheo. El pago del parcheo se hará al precio unitario de contrato para los diversos materiales empleados; a no ser que en el Contrato esté incluida una partida para reacondicionamiento de la superficie. Los bordes de los pavimentos existentes deberán ser limpiados cuando vayan a quedar adyacentes al nuevo pavimento, para permitir que se adhiera el asfalto.

#### 402.3.2 Riego del Asfalto

El asfalto de liga deberá ser aplicado uniformemente, con un distribuidor a presión dentro de las 24 horas precedentes a la colocación de la carpeta de rodamiento (mezcla asfáltica) sobre dicha superficie. Las tasas de aplicación del asfalto serán de 0.15 a 0.70 l/m<sup>2</sup>.

Se deberá permitir que la superficie seque hasta que el asfalto alcance un estado pegajoso adecuado para recibir la capa superficial de rodamiento (carpeta de concreto o de mezcla asfáltica). El riego de liga deberá ser aplicado con la anticipación apropiada para obtener la condición pegajosa adecuada en el momento de colocar la carpeta de rodamiento. El Contratista deberá proteger contra daño el riego de liga, hasta que se haya colocado la carpeta.

El riego de liga no se deberá aplicar en tiempo de lluvia o frío, o sobre una superficie mojada. La cantidad, la tasa de aplicación, la temperatura y las áreas por tratar, deberán ser aprobadas con anterioridad a la aplicación.

El riego de liga deberá ser aplicado de manera que produzca la mínima molestia al tráfico; éste será regulado para evitar embarraduras o el rodado de los vehículos sobre el asfalto recién regado.

Las superficies de estructuras y árboles cercanos a los lugares bajo tratamiento, deberán ser protegidas de tal manera que se evite que sean salpicadas o manchadas. El asfalto sobrante no deberá ser desechado en bancos de préstamo, cunetas o arroyos.

#### 402.4 MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS

El Contratista deberá proveer equipo para el calentamiento y aplicación del asfalto, el cual deberá satisfacer los requisitos del Artículo-401.4. También deberá proveer una barredora mecánica o un soplador mecánico o ambos, para efectuar la limpieza que fuese necesaria en la superficie que va a ser tratada.

#### 402.5 ACEPTACIÓN

- Los asfaltos rebajados y las emulsiones asfálticas serán evaluados mediante certificaciones y por medio de mediciones y ensayos (División I, Art. 102.21) y bajo el Artículo-1002.4.
- La ejecución del riego de liga será evaluada visualmente, mediante mediciones y ensayos (División I, Art. 102.21).
- La preparación de la superficie a que se va aplicar el riego será evaluada acorde a la Sección-301.

#### 402.6 MÉTODO DE MEDICIÓN

El asfalto para el riego de liga se medirá por toneladas o por litros. El agua añadida a las emulsiones asfálticas no se medirá para efecto de pago.

#### 402.7 BASES PARA EL PAGO

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 la compensación total por todo el trabajo prescrito en esta Sección. (División I, Art 102.13).

El pago se efectuará bajo los conceptos siguientes:

Ítem de Pago	Descripción -- Concepto de Pago	Unidad de Medida
402,1	Asfalto rebajado, Grado__ para Riego de Liga	Litro
402,2	Asfalto rebajado, Grado__ para Riego de Liga	Tonelada
402,3	Emulsión Asfáltica, Grado__para Riego de Liga	Litro
402,4	Emulsión Asfáltica, Grado__para Riego de Liga	Tonelada



## SECCIÓN 403 RIEGOS ASFÁLTICOS DE SELLO O RECUBRIMIENTO

### 403.1 DESCRIPCIÓN

Este trabajo consistirá en el suministro y aplicación de material asfáltico sobre una superficie de rodamiento asfaltada existente, que puede ser seguido o no por la aplicación de una capa de agregados minerales de recubrimiento. Estos trabajos deberán ejecutarse de acuerdo con estas especificaciones y ajustándose razonablemente a las tasas de aplicación y a las líneas mostradas en los planos o establecidos por el Ingeniero.

Las cantidades aproximadas de material para riego de sello por metro cuadrado, deberán ajustarse a lo dispuesto en el Cuadro 403-1. Estas cantidades corresponden a agregados con peso específico de 2.65, como lo establecen las Normas AASHTO T 84 y T 85. Cuando el agregado utilizado en la obra tenga un peso específico mayor de 2.75 ó menor de 2.55, se deberá efectuar una corrección en la cantidad de aplicación, la cual consistirá en multiplicar la cantidad de kilogramos indicados en el Cuadro 403-1, por la relación entre el peso específico del agregado y 2.65. Las cantidades exactas que se deberán emplear, serán establecidas por el Ingeniero.

**Cuadro 403-1**

*Cantidades de Materiales para Riegos Asfálticos de Sello o Recubrimiento*

Material	Unidad	Tipo1	Tipo 2	Tipo 3
Asfalto	l/m <sup>3</sup>	0.23 a 0.55	0.54 a 1.14	0.73 a 1.50
Agregados para Sello o Recubrimiento	Kg/m <sup>3</sup>	Ninguno	5.40 a 10.9	8.13 a 13.5

### 403.2 MATERIALES

El tipo y la clase de asfalto serán especificados en el Pliego de Licitación. El asfalto deberá ser del tipo y clase que señale el Pliego de Licitación y también deberá estar de acuerdo con los requisitos de los artículos siguientes:

Cemento Asfáltico.....	Artículo-1002.1
Asfalto Rebajado.....	Artículo-1002.3
Emulsiones Asfálticas.....	Artículo-1002.4

Las temperaturas de aplicación de los materiales asfálticos, deberán estar de acuerdo con las indicadas en el Artículo 1002.10.

#### 403.2.1 Agregados Minerales para Recubrimiento

Deberán satisfacer los requisitos del Artículo-1003.14 para el tipo indicado en el Pliego de Licitación. El agregado puede ser aceptado apilado en los sitios de acopio.

### 403.3 REQUISITOS PARA LA CONSTRUCCIÓN

#### 403.3.1 Limitaciones debidas a Condiciones Climatológicas

El riego de sello o recubrimiento deberá ser aplicado únicamente cuando la superficie que se vaya a tratar se encuentre seca o ligeramente húmeda, cuando la temperatura de la superficie de la vía sea de 21°C ó más, y cuando el tiempo no esté brumoso o lluvioso.

#### 403.3.2 Preparación de la Superficie

El riego de sello o de recubrimiento deberá comenzar hasta que la superficie existente se encuentre debidamente compactada.

El asfalto no deberá ser aplicado sino hasta que la superficie se encuentre limpia, y el tramo que será sellado o recubierto haya sido aprobado.

#### 403.3.3 Aplicación del Asfalto

- Cuando se vaya a usar emulsión asfáltica de curado lento, dilúyase agregando una cantidad de agua, igual a la de la emulsión.
- El asfalto deberá ser aplicado uniforme y continuamente sobre la superficie que se va a tratar, a una temperatura que esté dentro de los límites especificados y empleando un distribuidor a presión.
- La cantidad de asfalto que se deberá aplicar por metro cuadrado, será indicada por el Ingeniero.
- Si la textura de la superficie fuera tal que permita que el asfalto penetre demasiado rápidamente, entonces podrá ser necesaria una aplicación preliminar entre 0.23 y 0.45 litros por metro cuadrado de superficie.
- Al principio de cada riego deberá colocarse una faja de papel de construcción que tenga, por lo menos, 90 centímetros de ancho y un largo 30 centímetros mayor que el ancho a usar en la barra distribuidora. El riego deberá comenzar sobre el papel de construcción.
- Si al terminar el riego y cortar el flujo de asfalto no se obtiene una línea final nítida, deberá exigirse al Contratista que también utilice el papel de construcción al final de cada riego.
- El papel de construcción, después de su utilización, deberá ser desechado satisfactoriamente.
- El distribuidor de asfalto deberá avanzar de frente, a la velocidad adecuada para la aplicación de la tasa requerida en el momento en que sea abierta la barra rociadora.
- Las áreas que no hayan sido regadas o hayan quedado deficientes en asfalto, deberán ser corregidas. Los empalmes de los riegos deberán efectuarse cuidadosamente para asegurar una superficie lisa y segura para el tráfico.
- La longitud del tramo a regar con asfalto no deberá exceder la que pueda cubrir inmediatamente el equipo esparcidor de agregados.
- El ancho del riego de sello con asfalto no deberá exceder de 15 centímetros al ancho que se pueda cubrir con el equipo esparcidor de agregados.
- Bajo ninguna circunstancia las operaciones deberán conducirse en tal forma que se permita que el asfalto colocado se enfríe, cure, reseque o que, de cualquier otra manera, impida la adherencia con el agregado de recubrimiento.

- Cuando el equipo distribuidor de asfalto no esté trabajando, se deberá estacionar de tal manera que de la barra rociadora o mecanismo de aplicación, no gotee asfalto sobre la superficie de la vía.
- Cuando el riego de sello sea del Tipo 1, del Cuadro 403-1, se deberá permitir que el asfalto penetre durante un período mínimo de 24 horas. Si después de este período se notaran manchas por exceso de asfalto, se deberá aplicar sobre ellas una capa ligera de arena u otro material aprobado, abriendo después al tráfico la superficie tratada.

#### **403.3.4 Aplicación de los Agregados de Recubrimiento**

El recubrimiento con agregados para los riegos de sello Tipo 2 y 3, se deberá hacer inmediatamente después de la aplicación del asfalto y en las cantidades especificadas. Esta aplicación deberá efectuarse de tal forma que en ningún momento las llantas del esparcidor hagan contacto con el asfalto recién aplicado.

Si así lo indicara el Ingeniero, los agregados de recubrimiento deberán ser humedecidos con agua, para eliminar o disminuir la película de polvo sobre las partículas del agregado. Dicho humedecimiento se deberá efectuar el día anterior a la utilización de los agregados. En lugar del humedecimiento, el agregado puede ser pre-revestido con asfalto.

Si después de esparcir los agregados de recubrimiento, quedaran áreas no cubiertas o deficientes en agregado, deberán ser corregidas inmediatamente con adición del mismo material. La compactación inicial deberá comenzar inmediatamente después de esparcir los agregados y consistirá en una pasada completa de una aplanadora auto-propulsada de ruedas de acero. Después se utilizará el compactador de rodillo neumático, con la cual se efectuarán tres pasadas completas. La compactación con el compactador de rodillo neumático deberá completarse el mismo día en que se efectúe el riego de sello.

Después del esparcido y aplanado de los agregados, la superficie deberá ser barrida ligeramente o conservada en otra forma durante un período de 4 días, o según lo ordene el Ingeniero. El mantenimiento de la superficie en que se ha efectuado el riego de sello, incluirá la distribución de agregado, con el objeto de absorber cualquier excedente de asfalto, o cubrir áreas deficientes en agregados. El mantenimiento se llevará a cabo de manera que no se desplace el material pétreo que ya esté adherido al asfalto. El excedente de agregado deberá ser barrido de la superficie por medio de la barredora giratoria, cuando lo indique el Ingeniero.

El Contratista deberá proveer un vehículo guía y su conductor para dirigir el tráfico sobre la superficie tratada con un riego asfáltico de sello o recubrimiento. La velocidad máxima durante las 24 horas siguientes al esparcido del agregado, será de 40 Km/hora, o la que disponga el Ingeniero. (División I, Art. 102.6).

#### **403.4 MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS**

El siguiente equipo o su equivalente deberá ser provisto por el Contratista:

- Equipo para calentar y aplicar el asfalto, el cual deberá satisfacer los requisitos del Artículo-401.4.
- Una barredora giratoria autopropulsada, un soplador, o ambos, de ser necesario.
- Cuando se tenga que esparcir agregados de recubrimiento, un mínimo de un compactador de rodillos lisos y un compactador de ruedas neumáticas, que satisfagan los requisitos de la Sección 212.
- Un segundo compactador de rodillo neumático en lugar del compactador de rodillos cuando sea aprobado por el Ingeniero. El compactador de rodillos lisos deberá trabajar a una velocidad máxima de cinco (5) kilómetros por hora, y los compactadores de rodillo neumático, a una velocidad máxima de ocho (8) kilómetros por hora.

- Un esparcidor de agregados autopropulsado, que cumpla los requisitos establecidos para este equipo en el artículo Artículo-401.4.

### 403.5 ACEPTACIÓN

Los rebajados asfálticos y las emulsiones asfálticas serán evaluados mediante mediciones y ensayos (División I, Art 102.21 y el Artículo-1002.4).

Los agregados para recubrimiento serán evaluados mediante certificados, si fueran suministrados por un proveedor y mediante mediciones y ensayos (División I, Art. 102.21).

La construcción de capas de sello o revestimiento será evaluada visualmente y mediante mediciones y ensayos (División I, Art. 102.21).

La preparación de la superficie a ser sellada o recubierta será evaluada bajo la Sección-301.

### 403. 6 MÉTODO DE MEDICIÓN

El asfalto será medido en toneladas o litros, y el agregado para recubrimiento se medirá en toneladas o metros cúbicos.

Cuando los conceptos de pago mostrados en el Pliego de Licitación incluyan como materiales optativos escoria, piedra o grava y el pago se efectúe por peso, el cálculo de las cantidades de agregado se hará con base en el promedio de los pesos volumétricos secos obtenidos en el laboratorio de muestras tomadas en su lugar de acopio. No se hará ningún ajuste en el precio unitario de Contrato por variaciones en las cantidades, debido a diferencias en el peso volumétrico del material efectivamente empleado.

### 403.7 BASES PARA EL PAGO

Las cantidades aceptadas, medidas según 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 la compensación total por el trabajo prescrito en esta Sección. (División I, Art 102.13).

El pago se hará bajo los siguientes conceptos:

Ítem de Pago	Descripción -- Concepto de Pago	Unidad de Medida
403.1	Agregado de recubrimiento para riego de sello, Tipo 2	Metro Cúbico
403.2	Agregado de recubrimiento para riego de sello, Tipo 2	Tonelada
403.3	Agregado de recubrimiento, Gradación _____ para riego de sello, Tipo 3	Metro Cúbico
403.4	Agregado de recubrimiento, gradación _____ para riego de sello, Tipo 3	Tonelada
403.5	Asfalto _____ para riego de sello.	Litro
403.6	Asfalto _____ para riego de sello.	Tonelada
403.7	Emulsión Asfáltica _____ para riego de sello.	Litro
403.8	Emulsión Asfáltica _____ para riego de sello	Tonelada
403.9	Cemento Asfáltico _____ para riego de sello	Litro
403.10	Cemento Asfáltico _____ para riego de sello	Tonelada

## SECCIÓN 404 TRATAMIENTOS SUPERFICIALES ASFÁLTICOS

### 404.1 DESCRIPCIÓN

Este trabajo se efectuará sobre una superficie de rodamiento previamente imprimada y consistirá en el tratamiento de dicha superficie con material asfáltico y agregado pétreo, aplicados en una o varias capas, de acuerdo con estas especificaciones y ajustándose razonablemente a las líneas mostradas en los planos o establecidas por el Ingeniero.

El tratamiento superficial asfáltico podrá consistir en la aplicación de uno o más riegos de sello, o bien, en la aplicación de una capa asfáltica de imprimación, seguida de uno o más riegos de sello, según se especifique.

Las cantidades aproximadas de materiales por metro cuadrado, así como la secuencia del esparcido de los agregados, deberán satisfacer los requisitos indicados en los Cuadros 404-1 y 404-2, de acuerdo con la designación del tratamiento requerido que aparece en el Pliego de Licitación.

Los pesos indicados en los Cuadros 404-1 y 404-2, corresponden a agregados que tienen un peso específico de 2.65, tal como lo establecen las normas AASHTO T 84 y T 85. Cuando el agregado utilizado en la obra tenga un peso específico mayor de 2.75 ó menor de 2.55, se deberá efectuar una corrección en la cantidad de aplicación, la cual consistirá en multiplicar la cantidad de kilogramos indicados en dichos cuadros por la relación del peso específico del agregado a 2.65.

Las cantidades de material indicadas en esos cuadros, son aproximadas. Las tasas exactas de aplicación serán determinadas por medio de fajas de control aprobadas por el Ingeniero para cada aplicación. Las cantidades de material asfáltico por metro cuadrado de la superficie a tratar, podrán ser variadas por el Ingeniero para ajustarse a las condiciones de campo. La cantidad de agregados por metro cuadrado, después del ajuste por peso específico, no deberá ser cambiado, excepto cuando el Ingeniero ordene que una parte del material sea apilado. Asimismo, el Ingeniero podrá ordenar que este material apilado o parte de él, sea utilizado en el tratamiento de la superficie.

### 404.2 MATERIALES

#### 404.2.1 Material Asfáltico

El material asfáltico deberá ser del tipo y clase que señale el Pliego de Licitación y deberá estar de acuerdo con los requisitos de los artículos siguientes:

Cemento Asfáltico.....	Artículo 1002.1 ó 1002.2
Asfalto Rebajado.....	Artículo 1002.3
Emulsiones Asfálticas.....	Artículo 1002.4

Las temperaturas de aplicación de los materiales asfálticos deberán estar de acuerdo con las indicadas en el Artículo 1002.10.

#### 404.2.2 Agregados

Los agregados y el material de secado deberán satisfacer los requisitos de los Artículo-1003.14 y Artículo-1003.17, respectivamente, para los tamaños especificados (Ver Cuadros 1003-7 y 1003-8). El material puede ser aceptado y apilado en los sitios de acopio.

a.- Tratamiento Asfáltico Superficial Simple

Este trabajo consiste en la aplicación de un (1) riego de material bituminoso sobre una superficie, seguido por la extensión y compactación de una capa de agregado pétreo, de acuerdo con esta especificación y de conformidad con los alineamientos, cotas y secciones indicados en los planos o determinados por el Ingeniero. Todo lo demás, aplicar esta Sección.

**CUADRO 404-1a**

**Cantidades de Materiales por metro cuadrado (Usando Asfaltos Rebajados o Cemento Asfáltico) para Tratamientos Superficiales Asfálticos Simples.**

**Columnas TSA-1**

Gradación de los agregados y secuencia de las operaciones (Ver Cuadro 1003-7)	Unidad de Medida	Designación del Tratamiento					
		TSA-1	TSA-2	TSA-3	TSA-4	TSA-5	TSA-6
<b><u>Primera Capa</u></b>							
Aplicar material Asfáltico	Litros	1.36	1.00	1.13	0.68	1.36	0.91
Esparcir agregados:							
Gradación D	Kg	13.6	13.5	.....	.....	.....	.....
Gradación C	Kg	.....	.....	19.0	.....	.....	.....
Gradación B	Kg	.....	.....	.....	21.8	27.2	.....
Gradación A	Kg	.....	.....	.....	.....	.....	38.1
<b><u>Segunda Capa</u></b>							
Aplicar material asfáltico	Litros	.....	0.6	1.13	1.36	1.6	1.81
Esparcir agregados:							
Gradación E	Kg	.....	5.4	8.7	.....	.....	.....
Gradación D	Kg	.....	.....	.....	6.5	10.9	.....
Gradación C	Kg	.....	.....	.....	.....	.....	10.9
<b><u>Tercera Capa</u></b>							
Aplicar material asfáltico	Litros	.....	.....	.....	0.7	.....	0.91
Esparcir agregados:							
Gradación E	Kg	.....	.....	.....	4.35	.....	6.53
<b><u>Cuarta Capa</u></b>							
Aplicar material asfáltico	cm <sup>3</sup>	.....	.....	.....	.....	.....	0.91
Esparcir agregados:							
Gradación F	Kg	.....	.....	.....	.....	.....	4.35
<b><u>Totales:</u></b>							
Material asfáltico	Litros	1.36	1.6	2.26	2.74	2.96	4.54
Agregado	Kg	13.6	19	27.7	32.7	38.1	59.88

**CUADRO 404-2a**

**Cantidades de Materiales por metro cuadrado (Usando Emulsiones Asfálticas) para Tratamientos Superficiales Asfálticos Simples**

**Columna TSE-1**

Gradación de los agregados y secuencia de las operaciones (Ver Cuadro 1003-7)	Unidad de Medida	Designación del Tratamiento					
		TSE-1	TSE-2	TSE-3	TSE-4	TSE-5	TSE-6
<b><u>Primera Capa</u></b>							
Aplicar la emulsión	Litros	1.63	Nada	Nada	Nada	Nada	Nada
Esparcir agregados:							
Gradación D	Kg	13.6	13.6	.....	.....	.....	.....
Gradación C	Kg	.....	.....	16.3	.....	.....	.....
Gradación B	Kg	.....	.....	.....	19.58	18.2	.....
Gradación A	Kg	.....	.....	.....	.....	.....	38.08
<b><u>Segunda Capa</u></b>							
Aplicar emulsión	Litros	.....	2.0	1.59	2.04	2.27	2.04
Esparcir agregados:							
Gradación E	Kg	.....	5.4	5.44	.....	.....	.....
Gradación D	Kg	.....	.....	.....	8.7	10.88	10.88
<b><u>Tercera Capa</u></b>							
Aplicar emulsión	Litros	.....	.....	1.13	1.13	1.13	2.04
Esparcir agregados:							
Gradación E	Kg	.....	.....	5.44	4.35	5.44	6.53
<b><u>Cuarta Capa</u></b>							
Aplicar emulsión	Litros	.....	.....	.....	.....	.....	1.13
Esparcir agregados:							
Gradación F	Kg	.....	.....	.....	.....	.....	4.35
<b><u>Totales:</u></b>							
	Litros	1.63	2.0	2.72	3.17	3.4	5.21
Emulsión	Kg	13.6	19.0	27.2	32.6	34.44	59.84
Agregado							

*b.- Tratamiento Asfáltico Superficial Doble*

Este trabajo consiste en 2 aplicaciones de un material asfáltico (Rebajado o Cemento Asfáltico - una sola si es Emulsión) seguidas sucesivamente por la extendida y compactación de también dos capas de agregado pétreo, sobre una superficie, de conformidad con los alineamientos, cotas y secciones indicados en los planos o determinados por el Ingeniero. Para todo lo demás, aplicar esta Sección

**CUADRO 404-1b**

**Cantidades de Materiales por metro cuadrado (Usando Asfaltos Rebajados o Cemento Asfáltico) para Tratamientos Superficiales Asfálticos Dobles**

**Columnas TSA-2; TSA-3; TSA-5**

Gradación de los agregados y secuencia de las operaciones (Ver Cuadro 1003-7)	Unidad de Medida	Designación del Tratamiento					
		TSA-1	TSA-2	TSA-3	TSA-4	TSA-5	TSA-6
<b><u>Primera Capa</u></b>							
Aplicar material Asfáltico	Litros	1.36	1.00	1.13	0.68	1.36	0.91
<b>Esparcir agregados:</b>							
Gradación D	Kg	13.6	13.5	.....	.....	.....	.....
Gradación C	Kg	.....	.....	19.0	.....	.....	.....
Gradación B	Kg	.....	.....	.....	21.8	27.2	.....
Gradación A	Kg	.....	.....	.....	.....	.....	38.1
<b><u>Segunda Capa</u></b>							
Aplicar material asfáltico	Litros	.....	0.6	1.13	1.36	1.6	1.81
<b>Esparcir agregados:</b>							
Gradación E	Kg	.....	5.4	8.7	.....	.....	.....
Gradación D	Kg	.....	.....	.....	6.5	10.9	.....
Gradación C	Kg	.....	.....	.....	.....	.....	10.9
<b><u>Tercera Capa</u></b>							
Aplicar material asfáltico	Litros	.....	.....	.....	0.7	.....	0.91
<b>Esparcir agregados:</b>							
Gradación E	Kg	.....	.....	.....	4.35	.....	6.53
<b><u>Cuarta Capa</u></b>							
Aplicar material asfáltico	cm <sup>3</sup>	.....	.....	.....	.....	.....	0.91
<b>Esparcir agregados:</b>							
Gradación F	Kg	.....	.....	.....	.....	.....	4.35
<b><u>Totales:</u></b>							
Material asfáltico	Litros	1.36	1.6	2.26	2.74	2.96	4.54
Agregado	Kg	13.6	19	27.7	32.7	38.1	59.88



**CUADRO 404-2b**

**Cantidades de Materiales por metro cuadrado (Usando Emulsiones Asfálticas)  
para Tratamientos Superficiales Asfálticos Dobles**

**Columnas TSE-2**

Gradación de los agregados y secuencia de las operaciones (Ver Cuadro 1003-7)	Unidad de Medida	Designación del Tratamiento					
		TSE-1	TSE-2	TSE-3	TSE-4	TSE-5	TSE-6
<b>Primera Capa</b>							
Aplicar la emulsión	Litros	1.63	Nada	Nada	Nada	Nada	Nada
Esparcir agregados:							
Gradación D	Kg	13.6	13.6	.....	.....	.....	.....
Gradación C	Kg	.....	.....	16.3	.....	.....	.....
Gradación B	Kg	.....	.....	.....	19.58	18.2	.....
Gradación A	Kg	.....	.....	.....	.....	.....	38.08
<b>Segunda Capa</b>							
Aplicar emulsión	Litros	.....	2.0	1.59	2.04	2.27	2.04
Esparcir agregados:							
Gradación E	Kg	.....	5.4	5.44	.....	.....	.....
Gradación D	Kg	.....	.....	.....	8.7	10.88	10.88
<b>Tercera Capa</b>							
Aplicar emulsión	Litros	.....	.....	1.13	1.13	1.13	2.04
Esparcir agregados:							
Gradación E	Kg	.....	.....	5.44	4.35	5.44	6.53
<b>Cuarta Capa</b>							
Aplicar emulsión	Litros	.....	.....	.....	.....	.....	1.13
Esparcir agregados:							
Gradación F	Kg	.....	.....	.....	.....	.....	4.35
<b>Totales:</b>							
Emulsión	Litros	1.63	2.0	2.72	3.17	3.4	5.21
Agregado	Kg	13.6	19.0	27.2	32.6	34.44	59.84

**c.- Tratamiento Asfáltico Superficial Triple**

Este trabajo consiste en tres (3) aplicaciones de un material asfáltico (Si se usa Rebajado o Cemento Asfáltico, o solo dos (2) si se usa Emulsión), seguidas sucesivamente por la extendida y compactación de también tres capas de agregado pétreo, sobre una superficie, de conformidad con los alineamientos, cotas y secciones indicados en los planos o determinados por el Ingeniero. Todo lo demás, aplicar esta Sección

**CUADRO 404-1c**

**Cantidades de Materiales por metro cuadrado (Usando Asfaltos Rebajados o Cemento Asfáltico)  
para Tratamientos Superficiales Asfálticos Triples**

**Columna TSA-4**

Gradación de los agregados y secuencia de las operaciones (Ver Cuadro 1003-7)	Unidad de Medida	Designación del Tratamiento					
		TSA-1	TSA-2	TSA-3	TSA-4	TSA-5	TSA-6
<b><u>Primera Capa</u></b>							
Aplicar material Asfáltico	Litros	1.36	1.00	1.13	0.68	1.36	0.91
Esparcir agregados:							
Gradación D	Kg	13.6	13.5	.....	.....	.....	.....
Gradación C	Kg	.....	.....	19.0	.....	.....	.....
Gradación B	Kg	.....	.....	.....	21.8	27.2	.....
Gradación A	Kg	.....	.....	.....	.....	.....	38.1
<b><u>Segunda Capa</u></b>							
Aplicar material asfáltico	Litros	.....	0.6	1.13	1.36	1.6	1.81
Esparcir agregados:							
Gradación E	Kg	.....	5.4	8.7	.....	.....	.....
Gradación D	Kg	.....	.....	.....	6.5	10.9	.....
Gradación C	Kg	.....	.....	.....	.....	.....	10.9
<b><u>Tercera Capa</u></b>							
Aplicar material asfáltico	Litros	.....	.....	.....	0.7	.....	0.91
Esparcir agregados:							
Gradación E	Kg	.....	.....	.....	4.35	.....	6.53
<b><u>Cuarta Capa</u></b>							
Aplicar material asfáltico	cm <sup>3</sup>	.....	.....	.....	.....	.....	0.91
Esparcir agregados:							
Gradación F	Kg	.....	.....	.....	.....	.....	4.35
<b><u>Totales:</u></b>							
Material asfáltico	Litros	1.36	1.6	2.26	2.74	2.96	4.54
Agregado	Kg	13.6	19	27.7	32.7	38.1	59.88

**CUADRO 404-2c**

**Cantidades de Materiales por metro cuadrado (Usando Emulsiones Asfálticas) para  
Tratamientos Superficiales Asfálticos Triples**

Columna TSE-3; TSE-4; TSE-5

Gradación de los agregados y secuencia de las operaciones (Ver Cuadro 1003-7)	Unidad de Medida	Designación del Tratamiento					
		TSE-1	TSE-2	TSE-3	TSE-4	TSE-5	TSE-6
<b><u>Primera Capa</u></b>							
Aplicar la emulsión	Litros	1.63	Nada	Nada	Nada	Nada	Nada
<b>Esparcir agregados:</b>							
Gradación D	Kg	13.6	13.6	.....	.....	.....	.....
Gradación C	Kg	.....	.....	16.3	.....	.....	.....
Gradación B	Kg	.....	.....	.....	19.58	18.2	.....
Gradación A	Kg	.....	.....	.....	.....	.....	38.08
<b><u>Segunda Capa</u></b>							
Aplicar emulsión	Litros	.....	2.0	1.59	2.04	2.27	2.04
<b>Esparcir agregados:</b>							
Gradación E	Kg	.....	5.4	5.44	.....	.....	.....
Gradación D	Kg	.....	.....	.....	8.7	10.88	10.88
<b><u>Tercera Capa</u></b>							
Aplicar emulsión	Litros	.....	.....	1.13	1.13	1.13	2.04
<b>Esparcir agregados:</b>							
Gradación E	Kg	.....	.....	5.44	4.35	5.44	6.53
<b><u>Cuarta Capa</u></b>							
Aplicar emulsión	Litros	.....	.....	.....	.....	.....	1.13
<b>Esparcir agregados:</b>							
Gradación F	Kg	.....	.....	.....	.....	.....	4.35
<b>Totales:</b>							
Emulsión	Litros	1.63	2.0	2.72	3.17	3.4	5.21
Agregado	Kg	13.6	19.0	27.2	32.6	34.44	59.84

**Observación:**

Los Cuadros previos permiten poder construir una cuarta capa (TSA-6 y TSE-6), de preferirse reforzar aún más la capa de rodadura como cobertura a la Infraestructura, teniendo en cuenta que los Tratamientos Superficiales no aportan Soporte o Capacidad Estructural al Pavimento.

**404.3 REQUISITOS PARA LA CONSTRUCCIÓN****404.3.1 Generalidades**

El tratamiento superficial asfáltico podrá ser aplicado únicamente cuando la superficie que se va a tratar se encuentre seca o ligeramente húmeda, cuando la temperatura atmosférica a la sombra sea superior a 13°C y vaya subiendo o superior a 15°C, cuando esté bajando, y cuando el tiempo no sea borrascoso o lluvioso.

**404.3.2 Aplicación del Asfalto**

El material asfáltico deberá ser aplicado uniforme y continuamente sobre la superficie que se va a tratar, a una temperatura dentro de los límites especificados en el Artículo-1002.10 y empleando un distribuidor a presión.

Al inicio de cada tratamiento deberá colocarse una faja de papel de construcción que tenga, por lo menos, 90 centímetros de ancho y un largo de 30 centímetros mayor que el ancho a usar en la barra de riego. Si al terminar el riego y cortar el flujo de asfalto no se obtiene una línea final nítida, el Contratista deberá también utilizar el papel de construcción al final de cada riego. El papel de construcción, después de su utilización, deberá ser eliminado en forma satisfactoria para el Ingeniero.

Durante todas las aplicaciones, las superficies de todas las estructuras y los árboles cercanos deberán ser protegidas en tal forma que se evite sean salpicados de asfalto u otros daños. Ningún material asfáltico deberá arrojarse en bancos de préstamo, cunetas o arroyos.

La tasa de aplicación deberá ser ajustada por temperatura, a fin de que la cantidad a aplicar corresponda a 15°C.

El distribuidor deberá avanzar de frente, a la velocidad adecuada para la correcta aplicación de la tasa requerida en el momento en que sean abiertas las boquillas de la barra rociadora. Las áreas que no hubiesen sido regadas o hayan quedado deficientes en asfalto, deberán ser corregidas.

La longitud del tramo a regar con material asfáltico no deberá exceder a la que puede cubrir inmediatamente el equipo esparcidor de agregados.

**404.3.3 Aplicación de los Agregados**

El esparcido de cada capa de agregados para todas las designaciones de tratamiento superficial, deberá efectuarse con el equipo esparcidor aprobado específicamente. Este esparcido deberá realizarse en tal forma que en ningún momento las llantas del equipo hagan contacto con el material asfáltico recién colocado. El esparcido suplementario y el emparejamiento deberán ser efectuados con escoba de arrastre, esparcidor o mediante métodos manuales donde fuese necesario.

Después del esparcido y emparejamiento de cada capa de agregado, éste deberá ser compactado de acuerdo con lo indicado por el Ingeniero.

Cuando se utilice la escoba de arrastre, se acompañará de la compactación, excepto si se emplea una motoniveladora o una escoba de arrastre en el emparejamiento suplementario. Siempre, a la capa final de cada tratamiento deberá pasársele alternativamente la escoba de arrastre y la compactadora, hasta que la superficie se encuentre completamente compactada y los agregados, ligados al asfalto ya fraguado, en todo el ancho del camino.

El Contratista deberá proveer un carro-guía y un banderillero para dirigir el tráfico sobre los tratamientos superficiales terminados, a una velocidad máxima de 40 kilómetros por hora, durante las primeras 24 horas siguientes a la aplicación del agregado.

#### 404.4 MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS

El equipo usado por el Contratista deberá incluir una barredora autopropulsada, una sopladora motorizada o ambas, equipo de arrastre (rastra), una compactadora autopropulsada (de tres rodillos de acero o “tándem” de 4.5 a 7.3 toneladas) o una compactadora de ruedas neumáticas, un distribuidor (esparcidor) de agregados que pueda ser ajustado de tal manera que esparza exactamente las cantidades requeridas por metro cuadrado, un distribuidor de asfalto con equipo para calentarlo. Para los tratamientos TSE-4, 5 y 6, el equipo incluirá, además, una motoniveladora.

El distribuidor de asfalto se deberá ajustar a los requisitos del Artículo-401.4.

Los compactadores de llantas neumáticas deberán tener un ancho total de compactación no menor de 1.50 metros y el peso bruto deberá ser ajustable dentro de un rango de 90 a 159 kilogramos por 25.4 mm de ancho de compactación.

El peso de operación deberá ser el que ordene el Ingeniero.

El Contratista podrá usar otros equipos de probada eficacia en adición o en vez del equipo especificado, previa aprobación del Ingeniero.

Los tratamientos superficiales asfálticos serán aplicados usando las cantidades y secuencias de operación estipuladas en el Artículo 404.1. Cada esparcido del agregado deberá seguir inmediatamente a la aplicación del asfalto, excepto cuando el primer esparcido va a ser colocado directamente sobre la superficie asfaltada existente y para los tratamientos TSA-6 y TSE- 6, cuando se deja transcurrir un lapso mínimo de 24 horas entre la aplicación de la tercera y de la cuarta capas en cuyo período la superficie deberá ser abierta al tráfico y mantenida por el Contratista por medio del barrido y la compactación.

Antes de la colocación de la primera capa de tratamiento superficial, se deberá eliminar todo el material suelto y otros materiales objetables de la superficie existente. Si lo ordena el Ingeniero, la superficie podrá ser limpiada por medio de barredora o sopladora autopropulsada.

#### 404.5 ACEPTACIÓN

El cemento asfáltico, la emulsión asfáltica y el rebajado asfáltico serán evaluados mediante mediciones y ensayos (División I, Art. 102.21 y el Artículo-1002-4).

El agregado para tratamientos superficiales asfálticos será evaluado visualmente y mediciones y ensayos (División I, Art. 102.21). Ver el Cuadro 404-3 para los requisitos mínimos de muestreo y ensayo.

**CUADRO 404-3 Muestreo y Ensayos**

Material o Producto	Propiedad o Característica	Método o Especificaciones del ensayo	Frecuencia	Lugar de Muestreo
Agregado para Tratamiento Superficial Asfáltico	Gradación <sup>(1)</sup>	AASHTO T 27 AASHTO T 11	1 por cada 500t	Descarga del esparciador
	Caras Fracturadas <sup>(1)</sup>	FLH T 507	1 por cada 500t	Descarga del esparciador
	Índices de Descascaramiento <sup>(1)</sup>	FLH T 508	1 por cada 500t	Descarga del esparciador

(1) Se aplica a cada gradación de agregado suministrado.

La construcción de los tratamientos superficiales asfálticos será evaluada visualmente y mediante mediciones y ensayos (División I, Art. 102.21).

El material de secado será evaluado bajo la Sección-401 Art. 401.3.4.

#### 404.6 MÉTODO DE MEDICIÓN

El material asfáltico será medido en toneladas o litros y los agregados de recubrimiento, en toneladas o en metros cúbicos.

Cuando en el Pliego de Licitación aparezcan como materiales optativos para conceptos de pago la escoria, piedra o grava y el pago se efectúe por peso, entonces el cálculo de las cantidades de agregados para efectos de pago, se hará con base en el promedio de los pesos volumétricos de los materiales optativos correspondientes. No se hará ningún ajuste en los precios unitarios del Contrato por variaciones en las cantidades, debidas a diferencias en el peso volumétrico del material realmente empleado.

#### 404.7 BASES PARA EL PAGO

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 la compensación total por el trabajo prescrito en esta Sección.

El pago será hecho bajo los siguientes conceptos:

Código	Concepto de Pago	Unidad de Medida
404.1	Tratamiento Superficial Asfáltico Simple	Metro Cuadrado
404.2	Tratamiento Superficial Asfáltico Doble	Metro Cuadrado
404.3	Tratamiento Superficial Asfáltico Triple	Metro Cuadrado
404.4	Agregado, Designación TSA__ Tratamiento Superficial Asfáltico.	Metro Cúbico
404.5	Agregado, Designación TSA__ Tratamiento Superficial Asfáltico.	Tonelada
404.6	Agregado, Designación TSE__ Tratamiento Superficial Asfáltico.	Metro Cúbico
404.7	Agregado, Designación TSE__ Tratamiento Superficial Asfáltico.	Tonelada
404.8	Asfalto__ para Tratamiento Superficial Asfáltico.	Litro
404.9	Asfalto__ para Tratamiento Superficial Asfáltico.	Tonelada
404.10	Emulsión Asfáltica__ para Tratamiento Superficial Asfáltico	Litro
404.11	Emulsión Asfáltica__ para Tratamiento Superficial Asfáltico	Tonelada
404.12	Cemento Asfáltico__ para Tratamiento Superficial Asfáltico.	Tonelada
404.13	Cemento Asfáltico__ para Tratamiento Superficial Asfáltico.	Litro
404.14	Agregado, Designación TSE__ Tratamiento Superficial Asfáltico.	Tonelada
404.15	Asfalto__ para Tratamiento Superficial Asfáltico.	Litro
404.16	Asfalto__ para Tratamiento Superficial Asfáltico.	Tonelada
404.17	Emulsión Asfáltica__ para Tratamiento Superficial Asfáltico	Litro
404.18	Emulsión Asfáltica__ para Tratamiento Superficial Asfáltico	Tonelada
404.19	Cemento Asfáltico__ para Tratamiento Superficial Asfáltico.	Tonelada
404.20	Cemento Asfáltico__ para Tratamiento Superficial Asfáltico.	Litro

## SECCIÓN 405 CARPETA DE CONCRETO ASFÁLTICO EN CALIENTE

### 405.1 DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en la construcción de una o más capas de concreto asfáltico en caliente sobre la superficie preparada de una vía.

La clase de carpeta de concreto asfáltico en caliente es designada según se indica en el Cuadro 405-1. La gradación del agregado es designada según se muestra en el Cuadro 1003-8. El tipo de lisura de la superficie es designada de acuerdo con lo indicado en el Cuadro 405-4.

El cemento asfáltico es designado de acuerdo con la norma AASHTO M 320 ó AASHTO M 323. El tipo de aditivo para mejorador de adherencia será el indicado en el Artículo-1002.8.2. Cuando en los DLC no se designe el tipo del aditivo, úsese cualquier tipo aprobado, si fuera necesario.

### 405.2 MATERIALES

Los materiales se ajustarán a lo establecido en los siguientes artículos:

Agregado.....	Artículo-1003.9
Aditivo para Adherencia.....	Artículo-1002.8.2
Cemento Asfáltico.....	Artículos-1002.1 y 1002.2
Relleno Mineral.....	Artículo-1003.18

### 405.3 REQUISITOS PARA LA CONSTRUCCIÓN

#### 405.3.1 Composición de la Mezcla (Fórmula de la Mezcla de Trabajo)

El Contratista deberá suministrar cualquiera de las clases de mezcla siguientes que aparezca en el Pliego de Licitación:

##### 405.3.1.1 Mezcla de Clase A, B ó C.

Suministrar los agregados, el asfalto y aditivos que cumplan con la gradación aplicable al agregado del Cuadro 1003-8 y los parámetros de diseño (405.3.1.3), (405.3.1.4) y (405.3.1.5) que deben estar de acuerdo con el tipo de tráfico según lo indicado en el MS-2 ,7ma edición y con el Cuadro 405-1.

**CUADRO 405-1**  
**Requisitos de la Mezcla de Concreto Asfáltico**

Parámetro de Diseño	Clase de Mezcla		
	A	B	C
(a) <b>Marshall</b> <b>(AASHTO T 245)</b>	<b>8.89</b>	6.67	<b>4.44</b>
(1) <b>Estabilidad, KN mín.</b>	<b>8-14</b>	8-16	<b>8-20</b>
(2) <b>Flujo, 0,25 mm</b>	<b>3-5</b>	<b>3-5</b>	<b>3-5</b>
(3) <b>Porcentaje de vacíos de aire<sup>(1)</sup></b>			
(4) <b>Vacíos en el agregado mineral, mín. %</b>	<b>75</b>	<b>50</b>	<b>50</b>
(5) <b>Compactación, número de golpes en cada extremo del espécimen de prueba</b>			
(b) <b>Suceptibilidad a la humedad</b> <b>(AASHTO T 283)<sup>(2)</sup></b> <b>Relación Resistencia a la Tracción, mín. %</b>	<b>80</b>	<b>80</b>	<b>80</b>
(c) <b>Relación polvo-asfalto<sup>(3)</sup></b>	<b>0.8-1.6</b>	<b>0.8-1.6</b>	<b>0.8-1.6</b>

- (1) Los porcentajes de vacíos de aire están basados en AASHTO T 166, AASHTO T 209, AASHTO T 269. La gravedad específica máxima (densidad) estará basada en AASHTO T 209.
- (2) Use especímenes de 4 pulgadas (100 milímetros) de diámetro. AASHTO T 283 requiere un ciclo de congelación y descongelación.
- (3) La relación polvo-asfalto es definida como el porcentaje de material que incluye ca y otros materiales minerales adicionados a la mezcla. Calcule la relación utilizando el contenido efectivo de asfalto calculado por peso de mezcla.



## CUADRO 405-2

### Vacíos en el Agregado Mineral (VAM). Diseño de Mezcla según los Métodos de Marshall

Tamaño del Tamiz <sup>(1)</sup>	Mínimo de Vacíos <sup>(2) (3)</sup>
	Porcentaje Marshall
4.75 mm	18
9.5 mm	16
12.5 mm	15
19 mm	14
25 mm	13

- (1) El tamaño de tamiz más grande listado en la especificación aplicable, en el cual es permitido retener cualquier material.
- (2) El VAM a ser determinado de acuerdo con el Manual de Instituto del Asfalto MS-2.
- (3) Cuando se usa relleno mineral o cal hidratada, inclúyase en el cálculo de cumplimiento con el VAM.

El Contratista deberá someter por escrito las fórmulas de control de la mezcla, para la aprobación del Ingeniero, por lo menos, 21 días antes de iniciar la producción. Para cada fórmula de la mezcla, someterá lo siguiente:

#### 405.3.1.2 AGREGADO Y RELLENO MINERAL

- (1) Valor meta para el porcentaje que pasa cada tamaño de tamiz para la mezcla de agregados. Designará los valores meta dentro de la banda correspondiente a la gradación especificada.
- (2) Fuente y porcentaje de cada montón de agregado a ser usado.
- (3) Gradación promedia de cada montón de agregados.
- (4) Muestras representativas de cada montón de agregados.
  - 10 kilogramos de cada agregado grueso.
  - 70 kilogramos de cada agregado intermedio y fino.
  - 10 kilogramos de relleno mineral tales como piedra caliza o tierra de rellenar, si han sido propuestos para mejorar las características de gradación o comportamiento de la mezcla.
  - 10 kilogramos de finos filtrados a través de bolsas, si están propuestos para la mezcla.

Las muestras de agregados, cuando han sido combinadas de acuerdo con los porcentajes de los montones recomendados por el Contratista, deberán estar dentro de la banda de gradación definida por los valores meta..

- (5) Resultados de los ensayos de calidad del agregado.

#### 405.3.1.3 CEMENTO ASFÁLTICO

- (1) Cinco muestras de 4 litros cada una del cemento asfáltico a ser usado en la mezcla.

- (2) Resultados de ensayos de calidad recientes suplidos por el productor del cemento asfáltico, incluyendo una curva de temperatura - viscosidad.
- (3) Hojas de datos de seguridad del material.

#### 405.3.1.4 ADITIVOS PARA ADHERENCIA

Cuando sea necesario el uso de un aditivo para mejorar la adherencia del asfalto al agregado y satisfacer los requisitos de la mezcla, el Contratista deberá suministrar lo siguiente:

- (1) Muestra de:
  - 0.5 litros del aditivo para adherencia que sea líquido y estable al calor, o
  - 5 kilogramos de aditivo para adherencia seco.
- (2) Nombre del producto.
- (3) Fabricante.
- (4) Hoja de datos de seguridad del material.

#### 405.3.1.5 MEZCLAS ASFÁLTICAS

Cuando sea aplicable, indicar la ubicación de las plantas mezcladoras comerciales a ser usadas. Por cada planta, será necesaria una fórmula de control.

El Ingeniero evaluará si los materiales y la fórmula de control son adecuados. Si son aprobados, el Contratista desarrollará un valor meta para el contenido de cemento asfáltico, determinará la necesidad de aditivo para adherencia, determinará la gravedad específica máxima (densidad) de acuerdo con AASHTO T 209, así como el rango de las temperaturas de descarga.

Si una fórmula de control de mezcla es rechazada, el Contratista deberá proponer una nueva fórmula de acuerdo con lo dicho en este mismo inciso.

Los cambios en una fórmula de control de mezcla requieren de previa aprobación antes de iniciar la producción. Se requerirán hasta 14 días para evaluar un cambio. Los cambios aprobados en los valores meta, no serán aplicados retroactivamente para fines de pago.

El Ingeniero deducirá los costos correspondientes a aquellos en los que puede incurrir la Supervisión por concepto de ensayos de laboratorio, en caso se utilicen laboratorios externos para algunos ensayos especializados de evaluación de la fórmula de control de la mezcla en que se haya incurrido como resultado de cualquiera de los siguientes eventos:

- Cambios solicitados por el Contratista en la fórmula de control de la mezcla.
- Solicitudes del Contratista de evaluaciones adicionales de la fórmula de control de la mezcla.
- Ensayos adicionales necesarios debido a la falla de una fórmula de control de la mezcla propuesta.

#### **405.3.2 Preparación de la Superficie**

La superficie sobre la cual se va a colocar la carpeta de concreto asfáltico, será preparada de acuerdo con lo establecido en las Sección-301 ó Sección-401, según sea aplicable. Aplicar un riego asfáltico de liga a las superficies de contacto de pavimentos, cunetas, bordillos, pozos de visita y otras estructuras, de acuerdo con la Sección-402.

### 405.3.3 Limitaciones de Clima

Colocar las carpetas de concreto asfáltico sobre una superficie seca, a la temperatura del ambiente y cuando la temperatura de la superficie de la vía a la sombra, está de acuerdo con el Cuadro 405-3.

**CUADRO 405-3**

#### Temperatura de Colocación de Mezcla de Concreto Asfáltico

Espesor de Capa Compactada	< 50 mm	50-75	>75 mm
	Temperatura Mínima de la Colocación <sup>(1)</sup> °C		
0 - 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.

### 405.3.4 Preparación del Asfalto

Calentar uniformemente el cemento asfáltico en tal forma que se provea un suministro continuo del sitio de almacenaje a la mezcladora. No se debe calentar el cemento asfáltico a temperaturas de más de 175°C.

Si la fórmula de control de la mezcla requiere un aditivo para adherencia líquido estable al calor, introducirlo medido en las tuberías de transferencia del cemento asfáltico a una terminal a granel o a la planta de revoltura. El aditivo deberá ser inyectado en por lo menos, el 80% del tiempo de transferencia o de mezcla, para obtener uniformidad.

### 405.3.5 Preparación del Agregado

Si se usa un aditivo para adherencia que no sea líquido, ajustar la humedad del agregado a, por lo menos, un 4% en peso del agregado. Mezclar el aditivo para adherencia uniformemente con el agregado, antes de introducir éste en el secador o el tambor del secador. Se debe usar dispositivos calibrados para el pesaje o medición de la cantidad de aditivo y humedad introducida en el agregado.

Para plantas de bachadas, calentar, secar y entregar el agregado para la revoltura por amasado, a una temperatura suficiente para producir la temperatura de revoltura dentro de los rangos aprobados. Ajustar las llamas usadas para secar y calentar en forma que se le eviten daños y contaminación al agregado.

Controlar las operaciones de la planta de manera que el contenido de humedad de la mezcla que queda detrás de la pavimentadora sea 0.5% o menos, de acuerdo con AASHTO T 110 ó FLH T 515. (Federal Lands Highways).

### 405.3.6 Mezclado

Medir el agregado y el asfalto que entran a la mezcladora, de acuerdo con la fórmula de control de la mezcla aprobada. El mezclado debe proseguir hasta que todas las partículas de agregado estén completa y uniformemente recubiertas con asfalto, de acuerdo con AASHTO M 156. Mantener la temperatura de descarga dentro de los rangos aprobados.

### 405.3.7 Acarreo

Usar vehículos con tinas de metal herméticas, limpias y lisas para el acarreo de mezclas de concreto asfáltico.

Untar ligeramente el interior de las tinas o volquetes con un material aprobado para evitar que la mezcla se adhiera a la superficie metálica. No se debe usar derivados del petróleo u otro material de recubrimiento que contamine o altere las características de la mezcla. Se deberá drenar las tinas o volquetes antes de cargarlas.

Se debe equipar cada camión con una carpa de cualquier material apropiado, de tamaño suficiente para proteger la mezcla de la intemperie.

Cuando sea necesario mantener la temperatura, usar tinas o volquetes aislados y fijar firmemente carpas protectoras. Proveer portaletas o agujeros de acceso para poder comprobar la temperatura de la mezcla en el camión.

### 405.3.8 Procedimientos de Arranque de la Producción

El Contratista debe notificar al Ingeniero, por escrito, con 7 días de anticipación al inicio de la producción de una mezcla de concreto asfáltico, previa aprobación de la fórmula presentada por el Contratista.

En el primer día de producción, se deberá producir suficiente mezcla para construir una faja de control de 300 metros de largo, con el ancho de un carril y del espesor de capa designado. Esta faja de control deberá ser construida en un lugar aprobado del Proyecto.

La faja de control deberá ser construida usando los procedimientos de producción de mezcla, colocación y compactación propuestos para toda la mezcla a usar en el Proyecto. Después de construida la faja de control (Tramo de Prueba) detener la producción hasta que la mezcla de concreto asfáltico y la faja de control hayan sido evaluadas y aceptadas.

#### (a) CONTENIDO DE ASFALTO Y GRADACIÓN DEL AGREGADO

Tomar por lo menos, tres muestras de la mezcla de concreto asfáltico de la faja de control y evaluar de acuerdo con el Artículo 405.5. La mezcla es aceptable si todos los resultados de los ensayos están dentro de los límites de las especificaciones en cuanto al contenido de asfalto y la gradación del agregado.

#### (b) COMPACTACIÓN.

Tomar lecturas de densidad detrás de cada paso del equipo de compactación para determinar el patrón del equipo necesario para alcanzar la densidad requerida sin que se dañe la mezcla.

En un mínimo de 4 lugares dentro de la faja de control, se tomarán lecturas del dispositivo nuclear para medir densidad y núcleos de muestra para ensayos de acuerdo con lo estipulado en el Artículo 405.5. La densidad será aceptable si todos los ensayos están por encima del límite de las especificaciones. El Ingeniero obtendrá las lecturas del dispositivo nuclear y las correlaciones de las lecturas de las gravedades específicas de los núcleos.

Repítase el proceso de la faja de control hasta producir una faja de control aceptable. La disposición de materiales de las fajas de control inaceptables será hecha de acuerdo con la División I, artículo 122.22.

Las fajas de control aceptadas pueden quedar en su lugar y serán aceptadas, medidas y pagadas como parte del trabajo terminado. Los ensayos usados para la faja de control no serán incluidos en la evaluación para fines de pago.. Una vez que una faja de control es aceptada, se podrá dar inicio de lleno a la producción.

Se usarán estos procedimientos de arranque o comienzo de la producción cada vez que se produzca mezcla de concreto asfáltico de una planta diferente o se reanude la producción después de una suspensión debida a una calidad insatisfactoria del producto, de acuerdo con la División I.

### 405.3.9 Colocación y Acabado

No se deberán usar mezclas producidas en plantas diferentes, a menos que tales mezclas sean producidas de acuerdo con la misma fórmula de control, usen el material de las mismas fuentes y sean aprobadas. Construir las fajas de control de acuerdo con lo estipulado en el Artículo 405.3.8 para cada planta de la cual se pretenda usar mezcla de concreto asfáltico.

La mezcla de concreto asfáltico deberá ser colocada a una temperatura que esté de acuerdo con lo establecido en el Cuadro 405-3. Medir la temperatura de la mezcla en el vehículo de acarreo un poco antes de ser volcada en la pavimentadora o medir en el camellón inmediatamente antes de ser recogida.

La mezcla deberá ser colocada con una pavimentadora que cumpla con lo requerido en el Artículo 405.4.2 Controlar el alineamiento horizontal usando una manila u otro dispositivo de referencia.

Controlar automáticamente la rasante y pendiente a partir de manilas de referencia, un patín o dispositivo de control de la pendiente o bien, por medio de patines de control dual. Los patines deben tener una longitud mínima de 6 metros.

En aquellas áreas en que el esparcido y el acabado mecánico no sea prácticos colocar a la mezcla, con un equipo alternativo, un acabado que produzca una superficie uniforme que sea estrechamente comparable a la superficie que se obtiene con una pavimentadora mecánica.

Desplazar la junta longitudinal de una capa, por lo menos 150 mm de la junta inmediatamente subyacente. Hacer la junta longitudinal de la capa superficial, a lo largo de la línea central de vías de dos carriles o en las líneas divisorias de carriles, en vías de más de dos carriles.

El Ingeniero designará la fórmula de control de la mezcla a ser usada en capas en cuña y capas de nivelación en cada lugar. Colocar las capas en cuña y de nivelación en espesores máximos de 75 mm. Completar las capas en cuña y de nivelación antes de iniciar las operaciones normales de pavimentación.

### 405.3.10 Compactación

Para la compactación inicial de la carpeta usar una aplanadora de rodillos de acero que tenga un peso mínimo de 8 toneladas y un compactador de llantas neumáticas con una presión máxima en las ruedas de 275 KPa, para compactación de capas intermedias.

Se deberá dejar una superficie lisa tal que comprobada con un escantillón (regla) de 3 metros de largo con ángulo recto y paralelamente a la línea central, no presente desviaciones de más de 7 mm en 3 metros entre dos puntos de contacto cualesquiera del escantillón con la superficie. Las áreas donde la desviación exceda a ese límite serán consideradas defectuosas. Estas áreas deberán ser corregidas quitando o agregando material y recompactando.

Compactar completa y uniformemente cada capa de concreto asfáltico por medio del equipo de compactación. No se deberá producir desplazamiento, agrietamiento ni empuje. La compactación deberá continuar hasta que todas las marcas de los rodillos hayan sido eliminadas y se haya obtenido la densidad requerida. No se deberá continuar operando el equipo de compactación después de que la superficie se enfríe por debajo de 80°C.

El proceso de compactación deberá ser monitoreado por medio de dispositivos nucleares para medir la densidad, calibrados de acuerdo con los resultados de los ensayos de compactación realizados para la faja de control aprobada. Se deberá compactar hasta alcanzar una gravedad específica (densidad) no menor del 97% de la densidad máxima determinada de acuerdo con AASHTO T 209.

A lo largo de moldes, cunetas, cabezales, muros y otros lugares no accesibles de equipo autopropulsado de compactación, compactar la mezcla con equipo alternativo con el que se pueda obtener la compactación requerida.

#### 405.3.11 Juntas, Acabado de los Bordes y Limpieza.

Completar la construcción de los carriles de tráfico adyacentes, a la misma elevación, dentro de 24 horas. Si en trabajo hecho durante la noche quedaran gradas de más de 50 mm, será necesario señalizar el tramo con rótulos preventivos como "Carriles Disparejos", y hacer un filete de 1:3 para desniveles que excedan de 100 milímetros.

En las conexiones con pavimentos existentes y con capas previamente colocadas, hacer las juntas transversales verticales a la profundidad de la nueva carpeta. Formar las juntas transversales recortando hacia atrás en la corrida anterior, a fin de exponer la profundidad total de la capa.

Aplicar un ligante de asfalto en el borde de junta tanto en las juntas transversales como en las longitudinales, de acuerdo con la Sección-402.

Colocar la mezcla de concreto asfáltico en forma lo más continua posible. No se permitirá el paso del equipo de compactación sobre el extremo no protegido de una mezcla recientemente terminada.

Los recortes procedentes del acabado de los bordes y cualquier otra mezcla asfáltica descartada, serán desechados o utilizados de acuerdo con la Sección-204.

#### 405.3.12 Lisura del Pavimento.

Después de la compactación final, medir la lisura de la capa superficial final o de la superficie inmediatamente debajo de una capa de desgaste de concreto asfáltico de gradación abierta.

##### (a) MEDICIONES POR MEDIO DEL PERFILÓGRAFO

Medir la calzada paralelamente a la línea central de acuerdo con la norma FLH T 504 después de que el pavimento de la vía principal haya sido terminado. El Ingeniero suministrará un perfilógrafo del tipo California y dirigirá y observará su operación. El Contratista suministrará trabajadores para operar el perfilógrafo así como la traza.

Las siguientes áreas del índice del perfil y de la determinación de topes con el perfilógrafo se deben excluir: calzadas de puentes, guardaguanados, carriles de la vía de circulación con curvatura horizontal de menos de 150 metros de radio, juntas transversales con carpetas existentes, carriles de giro o de rebase de menos de 100 metros de longitud, entradas a garajes, áreas de aparcamiento y vías marginales de menos de 100 metros de longitud. Medir las áreas excluidas y las carpetas de tipo IV, de acuerdo con lo estipulado en el inciso (b) más adelante.

Se calculará un índice de perfil por cada 0.1 de kilómetro de carril de vía de circulación, usando una banda punzonadora de 5 mm de ancho. El índice del perfil será determinado de acuerdo con la norma FLH T 504. Los topes serán localizados usando una plantilla de topes de 10 mm. Las áreas defectuosas son los topes que excedan de 10 mm en 7.62 metros, índices de perfil para 0.1 kilómetro mayores que el límite defectuoso mostrado en el Cuadro 405-4, y carpetas con un factor de pago menor de 0.75, según se determine bajo con la División I

##### (b) MEDICIONES CON ESCANTILLÓN

Usar un escantillón (regla) de 3 metros para medir perpendicular y paralelamente a la línea central. Las áreas defectuosas son las que acusen desviaciones de la superficie que excedan de 6 mm en 3 metros entre dos puntos de contacto cualesquiera del escantillón con la superficie.

##### (c) CORRECCIÓN DE ÁREAS DEFECTUOSAS

Corregir las áreas defectuosas mencionadas en los incisos (a) y (b) precedentes. El Contratista deberá obtener la aprobación del método de corrección propuesto. Las áreas corregidas se deben volver a medir de acuerdo con los incisos (a) y (b) precedentes. Se recalculará el factor de pago por concepto de lisura, después de la medición.

**CUADRO 405-4**

**Índice de Perfil Máximo**

Tipo de Lisura del Pavimento	Índice de Perfil-mm/km	
	Límite Superior de la Especificación	Límite Defectuoso
I	80	160
II	125	190
III	160	240
IV	Sujeto a medición por medio de escantillón solamente	

**405.4 MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS**

**405.4.1 Planta Mezcladora de Concreto Asfáltico**

Todas las plantas utilizadas en la producción de concretos asfálticos, deberán cumplir con los requisitos establecidos en el presente numeral.

**(A) REQUISITOS PARA TODAS LAS PLANTAS**

*1. Plantas Mezcladoras.*

Las plantas deberán tener la capacidad suficiente para producir todo el concreto asfáltico necesario para completar la construcción, de acuerdo a las cantidades mostradas en el Pliego de Licitación.

*2. Equipo para la Fabricación de Concreto Bituminoso.*

Los tanques de almacenamiento de material bituminoso, deberán estar equipados para calentar el material bajo control efectivo a la temperatura requerida para la mezcla en las especificaciones. El calentamiento se realizará por medio de serpentinas de vapor o de aceite por medio de electricidad u otros métodos, en los que no se efectúe contacto directo entre una llama y el tanque de almacenamiento. El sistema de circulación para el material bituminoso deberá tener capacidad adecuada para permitir una circulación correcta y continua entre el tanque de almacenamiento y la unidad de mezcla, durante todo el periodo de operación de la planta.

El extremo de descarga del tubo de circulación del material bituminoso, deberá mantenerse bajo la superficie del material bituminoso en el tanque de almacenamiento, para evitar la descarga del material bituminoso caliente al aire libre.

Todas las tuberías y conexiones deberán llevar envoltura de aceite o vapor, o ser aisladas apropiadamente de otra forma, para evitar pérdidas de calor.

La capacidad del tanque de almacenamiento deberá permitir la operación continua de la planta, y mantener una temperatura uniforme del material bituminoso cuando éste sea inducido a la planta mezcladora. Los tanques deberán estar calibrados con exactitud a intervalos de 350 litros, y deberán permitir accesibilidad para medir el volumen existente de material bituminoso en cualquier momento.

El Contratista deberá proporcionar una toma para muestreo del material bituminoso en las líneas de alimentación que conectan los tanques de almacenamiento de la planta con el sistema de pesaje del material bituminoso o barra rociadora. La toma consistirá en una válvula instalada de tal manera, que permita que las muestras sean extraídas lentamente de las líneas de conducción en cualquier momento durante la operación de la Planta. La toma deberá estar instalada entre la bomba y la descarga de la línea de retorno, en un sitio fácilmente accesible y libre de obstrucciones. Deberá instalarse un receptáculo de drenaje que permita dejar correr el líquido para limpiar la salida, antes de la toma de muestra.

### 3. *Básculas para Camión.*

El concreto asfáltico será pesado en básculas apropiadas proporcionadas por el Contratista, o en básculas públicas por cuenta del Contratista. Dichas básculas deberán ser revisadas y selladas con la frecuencia que el Ingeniero estime necesaria para garantizar su exactitud. Las balanzas deberán tener sensibilidad hasta la mitad de su gradación mínima, que no será mayor de 5 kilogramos o 10 libras.

### 4. *Requisitos de Seguridad.*

- En la planta se deberán instalar escaleras adecuadas y seguras hasta la plataforma del mezclado y en los puntos de muestreo; también serán instaladas escaleras con pasamanos en todas aquellas unidades de la planta en la que se requiera accesibilidad a las operaciones.
- Se deberá proporcionar acceso hasta la parte superior de la tina de los camiones, por medio de una plataforma u otro dispositivo seguro, que permita al Ingeniero obtener muestras y datos sobre la temperatura de la mezcla.
- Se proveerá techo donde la seguridad personal lo requiera.
- Se proporcionará un sistema de grúa para elevar y bajar el equipo de calibración de la báscula, equipo para obtención de muestras y otros equipos similares, desde el suelo hasta la plataforma de mezclado y viceversa.
- Todos los engranajes, grúas, poleas, ruedas dentadas y otras partes móviles peligrosas, deberán estar bien cubiertas y protegidas.
- En la plataforma de la mezcladora se deberá proporcionar un espacio amplio y libre de obstáculos.
- En la zona de carga de los camiones se deberá mantener todo el tiempo la circulación libre, sin obstrucciones.
- El piso de esta área deberá conservarse libre de las chorreras provenientes de la plataforma de mezclado.

### 5. *Laboratorio de Campo.*

El Contratista proporcionará un laboratorio de campo, este laboratorio deberá ser mantenido para el uso exclusivo del Ingeniero, y deberá ubicarse en un lugar tal, que por una de sus ventanas sean claramente visibles los detalles de la planta. Si las circunstancias lo permiten, se procurará que dicho laboratorio quede contiguo a la caseta de pesaje.

## (B) REQUISITOS PARA TODAS LAS PLANTAS CON EL MEZCLADOR DE EJES GEMELOS

### 1. *Alimentador al Secador.*

La planta deberá estar provista de sistemas mecánicos exactos para alimentar uniformemente los agregados ya clasificados al secador, de manera tal que se obtenga una producción y una temperatura uniforme.



2. *Secador.*

La planta deberá contar con secador o secadores que agiten continuamente los agregados durante el proceso de calentamiento y secado. El secador deberá ser capaz de secar y calentar los agregados a la humedad y temperaturas requeridas, sin que el agregado al ser descargado del secador presente trazas visibles de aceite sin quemar o residuos de carbón.

3. *Tamices (cribas).*

La planta deberá contar con tamices para separar los agregados o áridos en tamaños adecuados. Dichas cribas deberán tener una capacidad mayor que la capacidad total del mezclador. Para evitar la descarga del polvo a la atmósfera, el conjunto de cribas se recubrirá con una cubierta a prueba de polvo.

4. *Tolvas.*

La planta deberá incluir tolvas para el almacenamiento de los agregados calientes, con capacidad suficiente para asegurar una operación uniforme y continua. Las tolvas deberán estar divididas cuando menos en tres compartimientos, dispuestos para asegurar el almacenamiento separado y adecuado de las distintas fracciones de agregados minerales. Cada compartimiento estará provisto de tubos de derrame de diámetro apropiado y situados de forma que impidan la caída de material sobre otros compartimientos, o que el agregado entre en contacto con las cribas.

La planta deberá contar con almacenamiento seco y separado para el relleno mineral o cal hidratada cuando se usen, y deberá estar equipada para alimentar dicho material en el mezclador o en la tolva de pesaje. Cada compartimiento deberá estar provisto de su propia compuerta de descarga, construida de tal manera que cuando esté cerrada no haya escape de material. Las compuertas deberán cerrarse rápida y completamente. Las tolvas deberán estar distribuidas de tal manera que faciliten la obtención de muestras, a la altura del cuarto inferior de cada tolva; deberán contar con dispositivos externos que indiquen cualquier momento el nivel de los agregados de cada compartimiento.

La planta deberá contar con un dispositivo para parar automáticamente la operación en caso de que se vacíe excesivamente cualquiera de las tolvas agregados.

5. *Unidad de Control del Asfalto.*

Se deberán proporcionar medios satisfactorios de control por peso o volumen para incorporar la cantidad requerida de material asfáltico con la mezcla, dentro de las tolerancias especificadas. Se deberán suministrar los medios para comprobar la cantidad o la velocidad de flujo del material bituminoso que entra al mezclador. La precisión de los dispositivos de medición cada vez que se pruebe su exactitud, deberá estar dentro de  $\pm 1\%$  de la cantidad medida.

6. *Instrumentos Termométricos.*

Se deberá colocar un termómetro blindado que tenga un rango adecuado de medición de temperatura, en un lugar apropiado de la línea de alimentación, cerca de la válvula de descarga en la unidad mezcladora. La planta deberá estar equipada además con un termómetro certificado y aprobado, pirómetro eléctrico, u otro instrumento termométrico aprobado, instalado en el conducto de descarga del secador y en la tolva de finos calientes, para que automáticamente registre, marque o indique la temperatura de los agregados calentados. El Ingeniero podrá requerir la sustitución de cualquier termómetro para una mejor regulación de la temperatura de los agregados.

7. *Colector de Polvo.*

La planta deberá estar equipada con un colector de polvo, diseñado para eliminar o retornar uniformemente

todo o parte del polvo colectado, hacia los elevadores del material caliente que sale del secador, sin que escapen cantidades objetables de polvo a la atmósfera.

Para evitar la excesiva contaminación del aire, se podrá exigir que el Contratista suministre y utilice un depurador húmedo u otro dispositivo protector aprobado, para un tratamiento adicional de los gases que emanan del colector de polvo de la planta. El contenido máximo de sólidos en estos gases y las pruebas de control, serán reglamentados en las Disposiciones Especiales del Contrato siguiendo los reglamentos que sobre contaminación ambiental dicte el Ministerio de Salud.

Los líquidos efluentes del depurador húmedo no deberán eliminarse en arroyos, lagos o lagunas vivas, sino que se circularán por fosos sépticos, tanques de sedimentación o ciénagas. Los sedimentos resultantes, así como los otros materiales de desecho producto de las operaciones de trituración y mezclado, deberán ser eliminados o cubiertos en forma aceptable.

#### 8. *Unidad Mezcladora.*

La planta deberá incluir un mezclador de paletas de ejes y gemelos aprobado, capacitado para producir una mezcla uniforme dentro de los límites de tolerancia de la mezcla especificada.

El mezclador estará diseñado de forma que se pueda ajustar el espacio libre entre las paletas y las placas de revestimiento, asegurando un mezclado apropiado y eficiente.

Si el mezclador no está encerrado, la caja del mezclador deberá equiparse con una cubierta contra polvo, para evitar el escape de polvo por dispersión.

El mezclador deberá estar construido en forma tal que no se produzca fuga, escape o derrame del contenido. La descarga del mezclador no deberá producir una segregación apreciable.

### (C) REQUISITOS PARA TODAS LAS PLANTAS DE TIPO INTERMITENTE

#### 1. *Caja o Tolva de Pesaje.*

El equipo de la planta deberá incluir un dispositivo para pesar con exactitud los agregados de cada tamaño, mediante una caja o tolva de pesaje, suspendida de las balanzas. Esta caja o tolva debe ser de tamaño suficientemente amplio para dar cabida a todos los materiales en una mezclada completa, sin que haya que emparejarlos a mano, ni que éstos se desborden.

La compuerta de descarga de esta caja deberá cerrar herméticamente de modo que no permita que ningún material caiga al mezclador mientras se esté pesando una tanda de materiales.

La caja de pesaje deberá estar soportada en varias cuerdas montadas sobre las cuchillas o rieles de la balanza, de forma que no pueda ser desalineada o desajustada fácilmente.

#### 2. *Balanzas para los Agregados.*

Las balanzas para utilizarse con cualquier caja o tolva, pueden ser balanzas de riel (romana) o balanzas de carátula sin resorte, las cuales serán de marca y diseño estándar, y deberán tener una precisión de  $\pm 0.5\%$  del peso de calibración, cuando se haga una prueba de exactitud. La carga o peso requerido para alterar visiblemente la posición en reposo del elemento (o elementos) indicador de una balanza de carátula que no sea automática, no deberá ser mayor de  $0.1\%$  de la capacidad nominal de la balanza. Las tolvas de balanzas de fiel estarán equipadas con un dispositivo que indique cuando se esté llegando al peso especificado, el cual deberá indicar por lo menos los especificados últimos 90 Kg de la carga. Los intervalos de gradación para las balanzas romanas o de caratula, no deberán exceder de  $0.1\%$  de la capacidad nominal de la báscula. Las graduaciones y marcas de las básculas deberán ser perfectamente claras y visibles.

En las balanzas de carátula, el efecto de paralaje debe ser reducido al mínimo, dejando un espacio libre no mayor de 1.5 milímetros entre el elemento indicador y las graduaciones de la carátula.

Las balanzas deberán estar equipadas con indicadores ajustables para marcar el peso de cada uno de los materiales que fueron pesados en cada tanda de mezcla. Se deberá suministrar no menos de diez pesos de prueba, cada uno con un peso nominal de 25 Kg (o 50 libras), cuyo peso real, comprobado con una exactitud de  $\pm 0.05\%$ , será estampado en cada pesada; estos pesos se utilizarán para probar la exactitud y calibrar las balanzas.

Para cada báscula se deberá suministrar una cuna o plataforma para el montaje de los pesos de prueba, las cuales se deberán mantener limpias y almacenadas en lugar accesible para calibrar las balanzas cuando se disponga.

### 3. Control para el Material Asfáltico.

- El equipo utilizado para medir el material asfáltico deberá tener una exactitud de  $\pm 0.5\%$  de la carga de asfalto que pueda ser requerida para una tanda de mezcla, y deberá tener sensibilidad de no menos de un medio de la gradación mínima, la cual no deberá mayor de 2.00 Kg.
- La cubeta para el pesaje del material bituminoso deberá ser de tipo no basculante provisto de una lámina metálica suelta.
- La longitud de apertura de la descarga, o sea de la barra rociadora, no deberá ser menor de  $3/4$  del largo del mezclador, y deberá descargar directamente al mezclador en la forma en que se especifica adelante.
- El cucharón o compartimiento del material bituminoso, las válvulas de vaciado y la barra rociadora, deberán mantenerse adecuadamente calentados.
- En el caso de utilizar camisas de vapor, estas deberán ser drenadas eficientemente
- Todas las conexiones deberán estar construidas de manera que no interfieran con el buen funcionamiento de las balanzas para pesar el material bituminoso.
- La capacidad del recipiente para pesar el material bituminoso, deberá exceder como mínimo 15 veces del peso del material bituminoso requerido para cada tanda de mezcla.
- La planta deberá contar con una válvula de carga de acción rápida, adecuadamente calentada y que no gotee, la cual será colocada directamente encima del recipiente utilizado para pesar el material bituminoso.
- El indicador de carátula de la báscula, deberá tener una capacidad no menor que la cantidad de material bituminoso requerido en cada tanda de mezcla, más el 15% de este peso.
- Los controles deberán estar construidos de tal manera que puedan ser fijados en cualquier lectura de la carátula, y que automáticamente regresen a esta lectura después del descargado del bitumen para cada mezclada.
- La caratula deberá ser completamente visible para el operador del mezclador.
- El flujo del material bituminoso será controlado automáticamente para que se inicie cuando termine el periodo de mezclado en seco.
- El tiempo requerido para introducir el material bituminoso para cada mezclada, no deberá ser mayor de 15 segundos para mezcladoras de 2000.00 Kg de capacidad o menor.

- Cuando el material asfáltico sea controlado por volumen, se tomarán medidas que permitan comprobar la descarga del medidor.
- El tamaño y espaciamiento de los orificios de la barra rociadora deberán proporcionar una aplicación uniforme del material bituminoso a todo lo largo del mezclador.
- En la sección del conducto de bitumen comprendida entre la válvula de carga y la barra rociadora, se deberá instalar una válvula con descarga de salida para revisar la exactitud del medidor cuando se desee, sustituyendo la barra rociadora por una cubeta, para recibir el material asfáltico.
- El periodo mínimo de mezclado en seco será de 5 segundos, y el periodo mínimo de mezclado después de ser incorporado el material bituminoso será de 25 segundos.

Todos los proyectos que requieran 5,000 toneladas de mezcla o más, deberán tener controles automáticos que coordinen la dosificación, la regulación de los tiempos de mezclado y la descarga de cada tanda de mezcla, accionando simplemente un interruptor o botón.

#### 4. *Control de Tiempo de Mezclado.*

El mezclador deberá estar equipado con un instrumento que controle de manera exacta las operaciones de cada ciclo completo de mezclado. Este dispositivo deberá cerrar la compuerta de la caja de pesaje después que se haya cargado el mezclador hasta completarse el ciclo.

Se deberá cerrar el compartimiento del material bituminoso durante el periodo de mezclado en seco y cerrar la compuerta de salida de la mezcladora durante los periodos de mezclado en seco y del mezclado, después de la adición del bitumen.

El periodo del mezclado en seco se define como el intervalo entre la apertura de la compuerta de la caja de pesaje que descarga los agregados calientes en la mezcladora, y el inicio de la incorporación del material bituminoso.

El periodo de mezclado húmedo se define como el intervalo entre el inicio de la incorporación del material bituminoso y la apertura de la compuerta de descarga del mezclador.

El control de la regulación del tiempo deberá ser flexible y podrá fijarse en incrementos de 5 segundos, o menos, en todo el ciclo completo que no deberá exceder 3 minutos. Como parte del sistema de medición del tiempo, se deberá instalar un contador mecánico para que registre todas las tandas de mezcla que hayan sido completamente terminadas.

El ajuste de los intervalos del regulador de tiempo deberá efectuarse en presencia y bajo la dirección del Ingeniero, quien, una vez hecho el ajuste, pondrá llave a la caja que cubre dicho regulador, la cual no se abrirá hasta que no haya que hacer otro ajuste.

#### 5. *Dosificación Automática.*

Si así lo estipula el Contrato, se deberá instalar un sistema automático de pesaje, ciclaje y monitoreo como parte del equipo de planta. Este sistema deberá incluir:

- Equipo para dosificar con exactitud los varios componentes de la mezcla por peso o por volumen, en el orden correcto
- Equipo para controlar la secuencia del ciclo y regular los tiempos de las operaciones de mezclado.
- Circuitos auxiliares de corte sincronizados, que interrumpan y detengan las operaciones automáticas de producción, cuando en la dosificación ocurra un error que exceda las tolerancias aceptables.

6. *Precisión.*

Dentro de todo el rango de magnitud de las cargas de mezcla utilizables, el sistema automático de dosificación deberá ser capaz de entregar consistentemente, los materiales dentro de las tolerancias siguientes:

**Porcentaje del peso total, por carga de mezcla:**

Agregados.....	±1.5 por ciento
Relleno Mineral.....	± 0.5 por ciento
Material Bituminoso.....	± 0.1 por ciento
Devolución cero (agregado).....	± 0.5 por ciento
Devolución cero (Mat. bituminoso).....	± 0.1 por ciento

Los circuitos eléctricos que controlan las tolerancias indicadas anteriormente, deberán ser capaces, en cada interruptor sincronizado, de proveer el rango completo para toda la tolerancia aceptable, para la máxima carga de mezcla tolerable.

Los controles deberán ser ajustables automática o manualmente, con el fin de proporcionar la tolerancia apropiada de carga de mezcla menores que la carga máxima. Los controles automáticos y los circuitos de corte sincronizado, deberán poder ser coordinados consistentemente con las balanzas o medidores que se utilicen en la dosificación, con una precisión de  $\pm 0.2\%$  de la capacidad nominal de las referidas básculas o medidores, dentro de todo el rango de magnitud de las cargas de mezcla utilizables.

7. *Registro de Mezclas.*

Si así lo requiere el Contrato, para cada mezclada de concreto bituminoso, la planta deberá producir un registro automático gráfico o digital que indique las proporciones de cada uno de los agregados componentes del mineral de relleno y del material bituminoso. En los registros se deberá indicar también la hora y la fecha.

Las cantidades de material bituminoso serán registradas por peso o volumen. Si el registro es por volumen, las cantidades deberán expresarse en litros correspondientes a una temperatura de 15°C, litros convertidos a peso en kilogramos, o bien litros medidos a la temperatura de operación, con un registro adicional de la temperatura del material bituminoso.

8. *Precisión, Registro Digital.*

Si se utiliza un aparato registrador digital, sea de cinta o tarjeta, éste deberá anotar las proporciones indicadas en las balanzas o medidores, con una precisión  $\pm 0.5\%$  de la carga máxima de mezcla.

9. *Resolución y Precisión Registro Gráfico.*

El registro gráfico estará diseñado de tal forma que la aguja marcadora recorra por lo menos 23 centímetros del ancho de la hoja de registro utilizada para indicar el total del agregado y la cantidad máxima de material bituminoso, sea por peso o por volumen, en base a la carga máxima de mezcla admisible por la planta.

El Gráfico deberá estar diseñado de forma que todas las cantidades, incluyendo el “cero” puedan leerse directamente, y deberá tener una resolución de por lo menos 10 líneas por pulgada o bien 5 líneas por centímetro. La velocidad del gráfico deberá ser tal que los pesos individuales agregados, cuando se registran acumulativamente, sean claramente identificables.

El registrador deberá marcar las proporciones que indiquen las balanzas o medidores, con una precisión de  $\pm 0.5$  por ciento de la carga máxima de la mezcla.

(D) REQUISITOS PARA PLANTAS DE MEZCLADO CONTINUO

1. *Dosificación de los Agregados.*

La planta deberá incluir en su equipo, los medios para efectuar la dosificación exacta de la piedra de cada tamaño.

La planta deberá contar con un alimentador colocado debajo de cada tolva. Cada compartimento deberá tener una compuerta individual de salida que se pueda controlar con exactitud, formando un orificio para medir volumétricamente el material extraído de cada compartimento. El orificio de alimentación deberá ser rectangular, con una dimensión ajustable mediante sistemas mecánicos eficaces, provistos de cierre.

Se deberán suministrar medidores calibrados para indicar la abertura en cada compuerta, cuya gradación mínima será de no más de 2.5 milímetros.

2. *Calibración por peso de la alimentación de agregados.*

La planta deberá contar con medios para calibrar la abertura de las compuertas mediante el pesaje de muestras de prueba. Para este propósito deberá ser posible que el material alimentado por cada compuerta pueda ser desviado a cajas individuales de pesaje. La planta deberá estar equipada para manejar apropiadamente muestras individuales de prueba con un peso no menor de 90 kilogramos. El Contratista deberá tener balanzas exactas para pesar dichas muestras.

3. *Sincronización de la alimentación de los agregados y del material bituminoso.*

Deberá proporcionarse un sistema satisfactorio y efectivo de control sincronizando del flujo del agregado proveniente de las tolvas y del flujo de material bituminoso proveniente del medidor u otro dispositivo de dosificación. Este control deberá ser efectuado por medios mecánicos sincronizados, o por algún otro método efectivo que el Ingeniero considere satisfactorio.

Deberá proveerse medios para comprobar por peso el flujo de bitumen en cada revolución del mezclador o en la unidad de tiempo elegida.

4. *Mezclador.*

- La planta deberá disponer de un mezclador continuo, de paletas de ejes gemelos, de tipo aprobado, adecuadamente calentado y con capacidad para producir una mezcla uniforme, cuyas características se encuentren dentro de las tolerancias establecidas en la mezcla de control.
- El mezclador deberá estar equipado con una tolva de descarga con compuertas de volteo, que permitan la descarga rápida y completa de la mezcla, sin que ésta sufra segregación.
- Las paletas deberán ser ajustables para regular o invertir la inclinación de las paletas para retardar el flujo de la mezcla.
- El mezclador deberá tener una placa de fábrica que indique el contenido volumétrico neto del mezclador a diferentes alturas, marcadas en un indicador permanente.
- Deberán proporcionarse gráficas u otros medios aprobados que muestren el uso de agregados por revolución o por minuto, a la velocidad de operación de la planta.

Los mezcladores de tipo continuo que no cumplan con todos los requisitos mencionados antes, pero que sean capaces de producir una mezcla uniforme dentro de las tolerancias de la fórmula de dosificación de la mezcla del proyecto, serán considerados para aprobación y pueden ser aprobadas. Se deberán determinar la capacidad de la mezcladora a la altura de operación por medio del indicador de volumen situado al costado del mezclador, y el peso unitario la mezcla suelta ya incorporado el asfalto.

El tiempo de mezclado se determinará por medio de la siguiente ecuación:

$$\text{Tiempo de mezclado. } S = \frac{\text{Capacidad estática de la mezcladora en Kg}}{\text{Producción en Kg/seg.}}$$

Todos aquellos proyectos que involucren una producción mayor de 5,000 toneladas de concreto asfáltico, deberán tener controles automáticos que coordinen la dosificación y regulen la secuencia de todas las operaciones y la descarga de la mezcla, accionando un solo botón o interruptor.

5. *Automatización de Plantas de mezclado continuo.*

Si así lo estipula el Contrato, se deberá instalar como parte del equipo de la planta, dispositivos capaces, tanto de tomar muestras y pesar automáticamente la cantidad de cada uno de los agregados calientes, procedentes de las tolvas, como de tomar muestras, pesar o medir la cantidad de material bituminoso que se coloca en la mezcladora, durante un número conocido de revoluciones o un intervalo determinado.

Cada una de las tolvas de agregados calientes, la tolva de material mineral de relleno y la línea de alimentación del material bituminoso, deberán tener circuitos de interrupción sincronizados, que puedan parar las operaciones de la planta. si el flujo de agregados o material bituminoso se descontinuara o redujera.

6. *Precisión en la Dosificación.*

La planta deberá despachar a la mezcladora, los diferentes tamaños de agregados, dosificados con una precisión tal, que el peso del material proveniente de cada tolva no variará con respecto al peso de diseño en más del 1.5 % del peso total de la mezcla entregada por revolución o por intervalo de tiempo.

Cuando se requiera la incorporación separada de material mineral de relleno, éste deberá ser añadido con precisión tal, que no ocurran desviaciones de más de 0.50 % con respecto a la base indicada para los otros agregados.

La precisión con que se deberá suministrar el material bituminoso, deberá ser tal que las desviaciones no excedan de 0.1 % con respecto a la base indicada para los agregados. En ningún caso el peso total del concreto bituminoso deberá variar en más de un 2.0 % con respecto al peso de diseño.

7. *Precisión de los Dispositivos de Muestreo.*

Las balanzas y medidores utilizados para determinar las cantidades de agregados y material bituminoso, por revolución o por unidad de tiempo, deberán tener una precisión dentro del 0.20% de su capacidad nominal. El dispositivo de muestreo de los agregados deberá tener una capacidad de 45 Kg, o bien 0.5 Kg por cada tonelada que la planta tenga capacidad de producir por hora, cualquier que sea mayor.

8. *Registros en los Dispositivos de Muestreo.*

Si el Contrato así lo requiere, la planta deberá incluir un impresor automático gráfico o digital, para registrar los pesos de las muestras de cada uno de los tipos de agregados, procedentes de las tolvas de agregados ca-

lientes y del material bituminoso, individual o acumulativamente. Además de los pesos, se deberá registrar la fecha y hora de muestreo con una aproximación de un minuto.

9. *Resolución Digital.*

Si se emplea un registrador digital de cinta o tarjeta, éste deberá ser capaz de indicar los pesos con una precisión de 0.1 % de la capacidad nominal del sistema de pesaje.

10. *Resolución Gráfica.*

El registrador gráfico deberá estar diseñado de tal manera que la aguja indicadora recorra por 22 centímetros del ancho de la hoja utilizada, para registrar el peso máximo del total de los agregados y el material bituminoso, peso o volumen, lo anterior basado en el peso máximo manejable.

El gráfico deberá estar diseñado de forma que todas las cantidades incluido el cero, puedan leerse y deberá tener una resolución de por lo menos 10 líneas por pulgada o 5 líneas por cm. La velocidad del gráfico debe permitir que los pesos individuales de los agregados puedan ser identificados cuando el registro es acumulativo.

El impresor registrará las proporciones indicadas en la balanza o medidor, con una precisión de 0.5 % del peso máximo de bachada.

11. *Registros de los pesos de los Camiones.*

Un impresor digital deberá instalarse como parte de las básculas para el pesaje de los camiones. El impresor producirá un billete impreso con el peso bruto o del camión cargado, el peso de tara o del camión vacío, lo mismo que la hora y fecha de impresión de cada billete. Se deberán hacer los arreglos pertinentes para que las básculas no puedan ser manipuladas durante el proceso de impresión.

El sistema deberá estar sincronizado para que permita la impresión solamente hasta que la báscula esté en reposo. Tanto la báscula como el impresor deberán ser de suficiente tamaño y capacidad para pesar con exactitud los camiones o los tráilers cargados más pesados, que se utilicen para la entrega del concreto de la planta.

E) REQUISITOS PARA PLANTAS DE TAMBOR MEZCLADORAS-SECADORAS

1. Las mezcladoras-secadoras.

Deberán ser diseñadas y construidas específicamente para este proceso.

2. Dosificación mediante calibración de alimentación en frío.:

La alimentación en frío deberá poder ser calibrada para asegurar un completo control de la gradación de la mezcla.

3. Medida por peso de los agregados.:

Deberá mantenerse un control efectivo del peso combinado de la carga en frío, que permita la regulación de la compuerta de alimentación y la corrección automática para variaciones de carga.

4. Sincronización de la alimentación de los agregados y del material bituminoso:

El control de alimentación del material bituminoso, deberá acoplarse con un dispositivo de medida del peso total de agregados; de tal forma que la velocidad de alimentación del bitumen varíe automáticamente, lo necesario para mantener las proporciones requeridas.



5. La mezcla debe colocarse a una temperatura no menor de 107°C, medida en el camión justo antes de que descargue en la pavimentadora. El contenido de humedad de la mezcla no deberá ser mayor 1 %. Cuando se utilice alquitrán lamezcla deberá colocarse entre 66°C y 107°C
6. Se deberá proporcionar un método para compensar automáticamente el contenido de bitumen en la mezcla de acuerdo con las variaciones en la humedad de los agregados alimentados en frío.

#### 405.4.2 Equipo de Acarreo

##### a) VOLQUETAS

Las volquetas utilizadas para el acarreo de concreto bituminoso, deberán tener tolvas metálicas, herméticas, limpias y lisas, que hayan sido recubiertas con una película fina de material aprobado, para evitar que la mezcla se adhiera al piso de la tolva.

Cada camión deberá estar provisto de su correspondiente cubierta de lona impermeable o de otro material aceptable, para proteger la mezcla de la intemperie.

Cuando fuese necesario para que la mezcla sea entregada en la obra a temperaturas determinadas, las tinas de los camiones deberán estar aisladas, y las lonas deberán amarrarse firmemente.

##### b) TERMINADORA MECÁNICA O PAVIMENTADORA

La terminadora o pavimentadora, deberá ser una unidad independiente autopropulsada, provista de un emparejador vibratorio, ajustable, con regulador de temperatura, con capacidad para esparcir y emparejar las capas de concreto asfáltico en fajas de ancho requerido en la sección transversal típica especificada, y espesor igual al mostrado en los planos.

La pavimentadora deberá estar equipada con un sistema capaz de mantener automáticamente la altura de fijada de antemano. El sistema de control será dirigido automáticamente por una línea o superficie de referencia, a través de sensores mecánicos, mecanismos o dispositivos dirigidos por sensores, los cuales mantendrán el enrasador a una pendiente transversal predeterminada, y a la altura apropiada, para obtener la superficie requerida.

Cuando se requiera, el sistema de control mecánico para pendiente transversal podrá estar inactivo, y el control del emparejamiento se hará por medio de mecanismos automáticos dirigidos por sensores que controlarán independientemente la altura de cada extremo lateral del emparejador respecto a la superficie o línea de referencia

El sistema de control deberá ser capaz de operar en conjunto con cualquiera de los siguientes accesorios:

- Dispositivo tipo patín, de un largo no menor de 9.0 m o como sea indicado por el Ingeniero.
- Lienza de alambre rígida, colocada según la rasante.
- Zapato o patín corto.

El Contratista deberá proporcionar el patín largo o el patín zapato, suministrar y colocar todas las estacas requeridas, y proporcionar el alambre para la lienza rígida.

Si el sistema de control automático de la pavimentadora se dañara durante su operación, se permitirá que el Contratista termine el trabajo del día utilizando controles manuales; sin embargo, no se reanudará el trabajo de pavimentación con concreto bituminoso hasta que el sistema de control automático haya sido reparado y funcione en forma correcta.

El Contratista deberá tener disponible, en cualquier momento, las suficientes lonas impermeables o cubiertas aprobadas que pudieran necesitarse en cualquier caso de emergencia, como lluvia o demora inevitable con finalidad de cubrir o proteger todo aquel material que haya sido descargado y no extendido.

c) COMPACTADORAS

Proveer, por lo menos, tres unidades de compactación: una para el asentamiento, otra para la compactación intermedia y la otra, para la compactación de acabado. Por lo menos una unidad deberá ser un compactador de ruedas neumáticas. Elegir el tamaño del equipo de manera que se pueda alcanzar los resultados requeridos. Operar el equipo de compactación de acuerdo con las recomendaciones del Fabricante.

## 405.5 ACEPTACIÓN

El relleno mineral y el aditivo de adherencia serán evaluados visualmente y mediante certificación del Fabricante (División I, Art. 102.21).

El asfalto será evaluado mediante mediciones y ensayos (División I, Art. 102.21, y el Artículo-1002.9).

La construcción de la carpeta de concreto asfáltico en caliente será evaluada visualmente y mediante mediciones y ensayos (División I, Art. 102.21).

El contenido de asfalto, la gradación del agregado, la densidad y la lisura de la superficie de la carpeta, serán evaluados estadísticamente (División I, Art. 102.21). Las otras propiedades de calidad del agregado serán evaluadas visualmente y mediante mediciones y ensayos (División I, Art. 102.21).

El Cuadro 405-5 muestra los requisitos mínimos para muestreo y ensayo.

(a) CONTENIDO DE ASFALTO

Los límites superior e inferior de la especificación son el valor meta de la fórmula de control de mezcla aprobada  $\pm$  0.5 %. Ver en el Cuadro 405-5 la categoría de aceptación de las características de calidad.

(b) GRADACIÓN DEL AGREGADO

Los límites superior e inferior de la especificación son los valores meta de la fórmula de control de la mezcla aprobada más o menos las desviaciones permisibles mostradas en el Cuadro 1003-8. El Cuadro 405-5 da las categorías de aceptación de las características de calidad.

(c) DENSIDAD

El límite inferior de la especificación es el 90% de la gravedad específica (densidad) máxima determinada de acuerdo con la norma AASHTO T 209, como parte de la evaluación de la fórmula de control de la mezcla especificada en el Artículo 405-3, y el porcentaje de vacíos especificado. El Cuadro 405-5 da las categorías de aceptación de las características de calidad.

(d) LISURA DEL PAVIMENTO

Referirse al Artículo 405.3.12. La evaluación será hecha después de que todas las áreas defectuosas hayan sido corregidas. Un sub-lote es una sección de 0.1 kilómetro de longitud de la vía de circulación y un lote es la capa superficial de todo el Proyecto. El límite superior de la especificación aparece en el Cuadro 405-4. El Cuadro 405-5 da la categoría de aceptación de las características de calidad.

**CUADRO 405-5**  
**Muestreo y Ensaye**

Material o Producto	Propiedad o característica	Categoría	Método de Ensayo o Especificaciones	Frecuencia	Lugar de Muestreo
Carpeta de concreto Asfáltico en Caliente	Contenido de Asfalto	I	FLH T 516, FLH T 517 ó AASHTO T 164	1 por 500 t	Detrás de pavimentadora antes de compactar
	Gradución <sup>(1)</sup>				
	475 mm	I	FLH 514 y	1 por 500 t	Detrás de pavimentadora antes de compactar
	600 µm	I	AASHTO T30 <sup>(4)</sup>		
	75 µm	I			
Otros tamices especificados	II				
Densidad del núcleo <sup>(2)</sup>	I	AASHTO T166 Y AASHTO T209	1 por 500 t	En su lugar, después de compactar	
Lisura <sup>(3)</sup>	I	FLH T 504	Ver Art. 405 16	Ver Art. 405 16	

<sup>(1)</sup> Usar solamente los tamices indicados en la graduación especificada.

<sup>(2)</sup> Extraer los núcleos de muestra de la carpeta compactada de acuerdo con AASHTO T 230. Método B. Rellénese y compactese los agujeros hechos al sacar muestra de concreto asfáltico de la misma calidad

<sup>(3)</sup> Se aplica solamente a un concepto usado como capa superficial final construida bajo Contrato.

<sup>(4)</sup> No usar la norma FLH T 514 si se usa la norma AASHTO T 164 para determinar el contenido de asfalto

#### 405.6 MÉTODO DE MEDICIÓN

Medir la carpeta de concreto asfáltico en caliente, el cemento asfáltico, el relleno mineral y el aditivo para adherencia, en toneladas.

#### 405.7 BASES PARA EL PAGO

Las cantidades aceptadas, medidas de acuerdo con lo prescrito 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, excepto que el precio unitario licitado y contratado de la carpeta de concreto asfáltico en caliente será ajustado de acuerdo con la División I, Art. 102.21. El pago será compensación total por todo el trabajo prescrito en esta Sección. (División I, Art. 102.13).

El pago de la carpeta de concreto asfáltico en caliente serán hecho a un precio determinado multiplicando el precio unitario de contrato por el factor de pago de dicho concepto. Este factor de pago es el factor de pago simple más bajo determinado por contenido de asfalto, gravedad específica (densidad) o cualquier tamiz individual de la gradación del agregado.

Cuando el Pliego de Licitación contenga un concepto de pago para carpeta de concreto asfáltico en caliente con lisura de tipo I, II ó III, se deberá hacer un ajuste separado por lisura de la carpeta, de acuerdo con la siguiente fórmula:  
A = 12,000 (FP - 1.00) (L).

**Donde:**

**A** = Ajuste al pago en dólares por lisura de la carpeta de concreto asfáltico en caliente.

**L** = Longitud total del Proyecto en kilómetros de carril de vía de circulación. Mídase la longitud del Proyecto a 3 decimales.

**FP**= Factor de Pago por lisura con respecto al límite superior de la especificación determinado de acuerdo con la División I, después de concluido el trabajo de corrección de defectos.

El pago será efectuado bajo los siguientes conceptos:

Ítem de Pago	Descripción -- Concepto de Pago	Unidad de Medida
405.1	Carpeta Asfáltica de Concretos Rebajados	Metro Cúbico
405.2	Carpeta Asfáltica de Emulsiones	Metro Cúbico
405.3	Carpeta Asfáltica de Concretos Mejorados (Polímeros)	Metro Cúbico
405.4	Gradación _____, para capa de cuñas y nivelación.	Tonelada
405.5	Cemento Asfáltico, grado _____.	Tonelada
405.6	Relleno Mineral.	Tonelada
405.7	Aditivo para Adherencia, Tipo _____.	Tonelada

**SECCIÓN 406**

**CARPETA DE MEZCLA ASFÁLTICA EN FRÍO HECHA EN LA VÍA PARA TRABAJOS DE REPARACION Y MANTENIMIENTO**

**406.1 DESCRIPCIÓN**

Este trabajo consistirá en el suministro y colocación de una o varias capas de mezcla asfáltica hecha en la vía, sobre una base previamente preparada o sobre una superficie de rodamiento existente, de acuerdo con estas especificaciones y ajustándose razonablemente a las líneas, rasantes, espesores y secciones transversales típicas mostradas en los planos o establecidas por el Ingeniero.

**406.2 MATERIALES**

Los materiales a ser usados deberán llenar los requisitos de los siguientes artículos:

Agregados.....	Artículo-1003.10
<b>Material Asfáltico:</b>	
Asfalto Rebajado (SC, MC, RC).....	Artículo-1002.3
Emulsión Asfáltica.....	Artículo-1002.4
Agua.....	Artículo-1012.1

La clase y tipo de asfalto serán los indicados en el Pliego de Licitación.

La temperatura de aplicación del asfalto deberá ajustarse a lo establecido en el Artículo 1002.10.

Antes de incorporar el asfalto a la mezcla los agregados deberán ser ensayados y aprobados por el Ingeniero. Esta aprobación será basada en los resultados de los ensayos realizados en muestras tomadas periódicamente del camellón respectivo, después de que los agregados para cada capa hayan sido revueltos y se haya obtenido una mezcla homogénea.

Se establecen dos casos:

- **Caso 1:** *Agregados Nuevos*

Si se usan agregados nuevos, deberán ajustarse a lo establecido en el Artículo 1003.7.

En este caso el Contratista deberá someter la fórmula de control de la mezcla a la aprobación del Ingeniero.

- **Caso 2:** *Agregados Escarificados de la Superficie Existente*

En el caso de que los agregados necesarios para la mezcla asfáltica provengan de la superficie existente, el Contratista no será responsable de su gradación o calidad, excepto de la obligación de eliminar el sobre-tamaño. En general, el agregado recuperado de la vía existente que puede ser utilizado en este tipo de mezcla, será aquel que llene los mismos requisitos exigidos para el agregado nuevo (Caso 1), pero también podrá ser un material granular selecto obtenido de la capa superior de la vía existente, excepto que toda partícula del material recuperado que no pase por el tamiz de 37.5 mm, deberá ser eliminada, por el Contratista de una manera aprobada por el Ingeniero.

## 406.3 REQUISITOS PARA LA CONSTRUCCIÓN O PROCEDIMIENTOS

### 406.3.1 Limitaciones debidas a Condiciones Climatológicas

La construcción de un pavimento con mezcla asfáltica hecha en la vía, se efectuará únicamente cuando la superficie sobre la cual se colocará la mezcla, esté seca y no haya amenazas de lluvia.

### 406.3.2 Preparación de la Base

- **Caso 1:** *Agregado Nuevo*

Cuando se vayan a utilizar agregados nuevos para la revoltura de la mezcla asfáltica sobre la vía, la base existente deberá ser escarificada ligeramente y luego, conformada hasta conseguir los niveles de la sección transversal típica mostrada en los planos, procediendo entonces a compactar la superficie o humedecer y compactar, según sea ordenado por el Ingeniero. En caso de que así fuere ordenado por el Ingeniero, todas las depresiones existentes en la superficie y las partes flojas de la base, serán rellenadas o reforzadas con agregado nuevo.

- **Caso 2:** *Agregado Recuperado de la Vía*

Cuando el material de la superficie de la vía existente vaya a ser utilizado para la mezcla, se procederá de la manera siguiente: primeramente, la superficie deberá ser escarificada ligeramente o nivelada uniformemente, de acuerdo con la sección transversal típica mostrada en los planos; después esta superficie conformada deberá ser nuevamente escarificada hasta la profundidad que apruebe el Ingeniero, en tal forma que quede un cimiento firme y paralelo, tanto en perfil longitudinal como en sección transversal con respecto a la rasante final propuesta en los planos; y por último, el material suelto que se ha escarificado deberá colocarse

en camellones a un lado de la vía, y la superficie intacta que forma la nueva base, será compactada o humedecida y compactada según sea aprobado por el Ingeniero.

#### **406.3.3 Colocación de los Agregados**

Cuando se requieran y se usen agregados nuevos, éstos serán extendidos uniformemente sobre la base preparada, por medio de cajas distribuidoras u otros dispositivos mecánicos aprobados de distribución. Cuando sean utilizados agregados de dos o más tamaños, cada tamaño será colocado en tal cantidad que se obtenga la gradación final requerida y que sea suficiente para cumplir los requisitos de ancho y espesor. Cuando hayan sido colocadas las cantidades adecuadas de los diferentes tamaños de agregado, se procederá a mezclarlos reuniéndolos luego en un camellón de sección uniforme, el cual deberá permanecer en el sitio, por lo menos un día antes de que sea esparcido para la aplicación del asfalto, con el fin de poder medir la cantidad y tomar las muestras necesarias para comprobar la gradación resultante.

Cuando la humedad en la superficie de los agregados sea mayor del 2% del peso seco del agregado, entonces será necesario disminuir esta humedad, revolviendo el agregado por medio de motoniveladoras, rastras de discos o en otra forma aprobada, hasta que el contenido de humedad sea igual o menor del 2%, excepto cuando se usen emulsiones asfálticas. Ya cumplido lo anterior, el agregado será esparcido y conformado uniformemente sobre la mitad de la vía u otro ancho conveniente de la superficie que esté lista para la aplicación del asfalto, excepto cuando se use una planta mezcladora móvil, en cuyo caso el material será colocado en un camellón de sección transversal uniforme.

Si el Contratista lo prefiere, en vez de los métodos de aireación y secado del agregado, podrá usar aditivos aprobados que deberá ser mezclados satisfactoriamente con el asfalto. El aditivo servirá para mejorar la adherencia del agregado húmedo con el asfalto, impidiendo que la película asfáltica se desprenda al contacto con agua.

#### **406.3.4 Aplicación del Material Asfáltico**

El asfalto será distribuido uniformemente en riegos sucesivos, en las cantidades y a los intervalos de tiempo que sean adecuados y aprobados. El equipo mezclador deberá usarse inmediatamente después de cada riego de asfalto, con el objeto de mezclar parcialmente el agregado con el asfalto. El contenido de asfalto será fijado en las CEC u ordenado por el Ingeniero.

#### **406.3.5 Proceso de Mezclado**

Después del último riego de asfalto y del mezclado parcial, toda la masa resultante será colocada en un camellón sobre la superficie de la vía, para luego ser revuelta de nuevo mediante el procedimiento de pasar el camellón de un lado a otro con motoniveladora o mediante cualquier otro equipo que produzca resultados equivalentes, hasta que todas las partículas del agregado hayan sido recubiertas con asfalto, y toda la masa tenga un color uniforme. Durante el proceso de revoltura debe tenerse cuidado de no cortar material de la base ni de contaminar la mezcla con tierra u otras materias extrañas. Cuando sea necesario y así fuese ordenado, el proceso de revoltura será restringido a una parte del ancho o área de la vía, para permitir la circulación del tráfico.

Si la mezcla mostrase un exceso, deficiencia, o distribución no uniforme del asfalto, la falla deberá ser corregida incorporando agregados o asfalto, efectuando de nuevo el proceso de mezclado. Si la mezcla tuviera alto contenido de humedad o de material volátil del asfalto, deberá ser mezclada con motoniveladora o manipularla de alguna manera aprobada hasta que pierda el exceso de humedad o material volátil. El esparcido de la mezcla no deberá efectuarse cuando la superficie que deberá ser cubierta se encuentre en condiciones no acordes con estas especificaciones.

Al final del trabajo de cada día o cuando éste fuese interrumpido por mal tiempo u otras causas, todo el material suelto, se encuentre totalmente mezclado o no, deberá recogerse, con motoniveladora u otro equipo aprobado, en un camellón y mantenerse así hasta que las operaciones sean reanudadas.

Cuando las operaciones de revoltura hayan sido ejecutadas satisfactoriamente, la mezcla deberá ser recogida en un camellón de sección transversal uniforme.

Si el Contratista prefiere usar planta mezcladora fija o móvil, en vez del equipo especificado, deberá cumplir igualmente con los requisitos referentes a la humedad residual o libre y la evaporación o eliminación de volátiles (solventes del asfalto).

#### 406.4 MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS

El equipo que utilice el Contratista deberá incluir, por lo menos, el necesario para escarificar, mezclar, extender, conformar y compactar; además el equipo especial para calentar y distribuir el asfalto.

El equipo distribuidor de asfalto deberá cumplir con lo establecido en el Artículo-401.4. Con la debida aprobación del Ingeniero, el Contratista podrá utilizar plantas mezcladoras fijas o móviles o cualquier otro equipo de similar rendimiento.

Los Compactadores de Rodillos Lisos deberán ser autopropulsadas, tipo tándem o de tres rodillos, con un peso no menor de 8 toneladas cada una.

Las compactadoras de llantas neumáticas deberán tener un ancho total de compactación no menor de 1.50 metros y un peso bruto ajustable dentro de los límites de 36 y 63 Kg/cm de ancho de compactación. El peso de operación del equipo de compactación se ajustará a lo ordenado por el Ingeniero. Para las compactadoras de llantas neumáticas puede especificarse la presión de contacto. Todas las llantas deberán tener igual presión y aditamentos que permitan variar la presión de contacto para adaptarse a las condiciones del Proyecto. (Referirse a la Sección-212).

#### 406.5 ACEPTACIÓN

Los aditivos para adherencia (si son requeridos), serán evaluados visualmente y mediante certificación del Fabricante (División I, Art. 102.21).

El asfalto será evaluado mediante mediciones y ensayos de acuerdo con el Artículo-1002.9.

La construcción de la carpeta (Casos 1 y 2) será evaluada visualmente y mediante mediciones y ensayos (División I, Art. 102.21).

El contenido de asfalto residual y la gradación del agregado nuevo serán evaluados estadísticamente (División I, Art. 102.21). La densidad y otras propiedades de calidad del agregado, serán evaluadas visualmente y mediante mediciones y ensayos (División I, Art. 102.21). El Cuadro 406-1 muestra los requisitos mínimos para muestreo y ensayo.

**CUADRO 406-1**  
**Muestreo y Ensayo**

Material o producto	Tipo de aceptación (subsección)	Propiedad o característica	Categoría	Método de prueba o especificación	Frecuencia	Punto de muestreo	Reporte
Pavimentación de obras misceláneas con mezcla asfáltica	Medición y pruebas	Compactación (Calzada del pavimento)		Densímetro nuclear AASHTO T 301 o extracción de núcleos <sup>(1)</sup>	1 por cada 1000 metros cuadrados	En sitio, posterior a la colocación	Al completar las pruebas

- (1) Cuando el Contratante requiera la extracción de núcleos, a partir de la capa compactada, se aplicará el método AASHTO T 210, método B. Los agujeros correspondientes al muestreo de núcleos, se tapanán con mezcla asfáltica aprobada por el Contratista y se compactarán por el medio definido por el Contratante.

(a) CONTENIDO DE ASFALTO RESIDUAL

Los límites superior e inferior de la especificación son el valor meta de la fórmula de control aprobada  $\pm 0.7\%$ . Ver en el Cuadro 406-2 la categoría de aceptación de las características de calidad.

**CUADRO 406-2**  
**Muestreo y Ensayo**

Material o producto	Propiedad o característica	Categoría	Método de Ensayo o Especificaciones	Frecuencia	Lugar de Muestreo
Carpeta de asfalto emulsificado de gradación abierta.	Contenido de asfalto residual	I	FLH T 516, FLH T 517, ó AASHTO T 164	1 por 500 t	En el vehículo de acarreo después de la descarga de la planta.
	Gradación <sup>(1)</sup> _____	I	FLH T 514 y AASHTO T 30 <sup>(2)</sup>	1 por 500 t	En el vehículo de acarreo después de la descarga de la planta.
	4.75 mm	I			
	2.36 mm	I			
	75µm	II			
	Otros tamices especificados				

<sup>(1)</sup>Unir solamente los tamices indicados para la gradación especificada.

<sup>(2)</sup>No usar la FLH T 514 si se usa la AASHTO T 164 para determinar el contenido de asfalto residual.

(b) GRADACIÓN DEL AGREGADO NUEVO

Los límites superior e inferior de la especificación son el valor meta de la fórmula de control de la mezcla aprobada, más o menos las desviaciones permisibles mostradas en el Cuadro 1003-10. El Cuadro 406-2 muestra las categorías de aceptación de las características de calidad.

**406.6 MÉTODOS DE MEDICIÓN**

La carpeta de mezcla asfáltica hecha en la vía, Caso 1, el asfalto y el relleno mineral (si éste es usado), serán medidas en toneladas. No serán ajustados los pesos de la mezcla en la báscula por el peso del asfalto, del contenido de humedad o de los aditivos (si éstos últimos han sido utilizados).

El agregado y el asfalto suministrados para la construcción de una carpeta de mezcla asfáltica hecha en la vía, Caso 2, serán medidas de acuerdo con las unidades de medida mostradas en el Pliego de Licitación. La cantidad de mezcla asfáltica hecha en la vía, Caso 2, completada en forma aceptable, será medida por Km<sup>2</sup> o por m<sup>2</sup>, según lo indique el Pliego de Licitación.

Cuando en el Pliego de Licitación (Caso 2), aparezcan como materiales optativos, para concepto de pago, la escoria, la piedra o la grava, y el pago sea por peso, entonces el cálculo de las cantidades estará basado en una gravedad específica de masa promedio de los materiales optativos correspondientes, según la determine el Ingeniero en base a ensayos. No se hará ajuste alguno en el precio de contrato por variación en las cantidades debidas a diferencias en el peso volumétrico del material utilizado realmente.



#### 406.7 BASES PARA EL PAGO

Las cantidades de mezcla asfáltica hecha en la vía, medidas y aceptadas de acuerdo con lo indicado 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, excepto que el precio unitario de contrato de la carpeta de mezcla asfáltica hecha en la vía, Caso 1, será ajustado, estadísticamente (División I, Art. 102.21). El pago será compensación total por todo el trabajo prescrito en esta Sección. (División I, Art. 102.21).

El pago por la carpeta de mezcla asfáltica hecha en la vía, Caso 1, será hecho a un precio determinado multiplicando el precio unitario de contrato por el factor de pago del material. El factor de pago del material es el factor de pago simple más bajo determinado por contenido de asfalto residual o cualquier tamiz individual de la gradación del agregado.

Los pagos serán hechos bajo los siguientes conceptos:

Ítem Pago	Descripción -- Concepto de Pago	Unidad de Medida
406.1	Carpeta Asfáltica en Frio (en plataforma)	Metro Cúbico
406.2	Carpeta de Mezcla Asfáltica hecha en la Vía, Caso 1.	Tonelada
406.3	Carpeta de Mezcla Asfáltica hecha en la Vía, Caso 2.	Kilómetro
406.4	Carpeta de Mezcla Asfáltica hecha con la Vía, Caso 2.	Metro Cuadrado
406.5	Agregado para Mezcla Asfáltica hecha en la Vía (Caso 2).	Metro Cúbico
406.6	Agregado para Mezcla Asfáltica hecha en la Vía (Caso 2).	Tonelada
406.7	Asfalto Rebajado para Mezcla Asfáltico hecha en la Vía (Caso 2).	Tonelada
406.8	Asfalto Rebajado para Mezcla Asfáltica hecha en la Vía (Caso 2).	Litros
406.9	Emulsión Asfáltica para Mezcla Asfáltica hecha en la Vía (Caso 1).	Tonelada
406.10	Emulsión Asfáltica para Mezcla Asfáltica hecha en la Vía (Caso 2.)	Litro

### SECCIÓN 407

#### CARPETA DE MEZCLA ASFÁLTICA EN FRÍO HECHA EN PLANTA

##### 407.1 DESCRIPCIÓN

Este trabajo consistirá en el suministro y colocación de una o varias capas de mezcla asfáltica en frío, sobre una base previamente preparada, de acuerdo con estas especificaciones y ajustándose razonablemente a las líneas, rasantes, espesores y secciones transversales típicas mostradas en los planos u ordenadas por el Ingeniero.

La carpeta de mezcla asfáltica deberá estar compuesta por una mezcla de agregados pétreos y material asfáltico líquido y, si se especifica, se aplicará, además, un recubrimiento en la superficie de la carpeta de mezcla asfáltica, que podrá consistir en arena, material conocido como "cero", obtenido del cernido de agregados, gravas o escorias.

## 407.2 MATERIALES

Los materiales deberán llenar los requisitos de los siguientes artículos.

Agregado para la Mezcla.....	Artículo-1003.11
Agregado para Recubrimiento o Sello.....	Artículo-1003.15 (d)
Rebajados Asfálticos.....	Artículo-1002.3
Emulsiones Asfálticas.....	Artículo-1002.4
Aditivo para Adherencia.....	Artículo-1002.8.2
Relleno Mineral.....	Artículo-1003.18
Cal Hidratada.....	Artículo-1012.3

El porcentaje de asfalto a ser mezclado con el agregado será establecido en las Condiciones Especiales del Contrato, o por el Ingeniero.

## 407.3 REQUISITOS PARA LA CONSTRUCCIÓN O PROCEDIMIENTOS

### 407.3.1 Generalidades

Los requisitos para la construcción de la carpeta de mezcla asfáltica en frío, son los establecidos en: Artículo-405.3, Artículo-405.4, Artículo-405.5, Artículo-405.6 y Artículo-405.7, con las siguientes modificaciones:

- Cuando el agregado pétreo seco sea combinado con material asfáltico rebajado, deberá tener una temperatura no menor de 15°C ni mayor de 107°C. Si las caras superficiales no están secas todavía, el agregado deberá calentarse a una temperatura entre 49°C y 66°C; luego deberá ser enfriado, antes de ser revuelto con el material asfáltico.
- Cuando el agregado se combine con emulsión asfáltica, deberá estar a una temperatura entre 15°C y 80°C.
- El agregado preparado como se indicó anteriormente, se combinará en las proporciones necesarias para cumplir con lo especificado en la Fórmula de Control de la Mezcla, colocado en la mezcladora y procesado en seco durante un período que sea suficiente para distribuir uniformemente los varios tamaños del agregado. Después se incorporará el material asfáltico en su correcta proporción y se mezclarán hasta que los agregados hayan sido totalmente recubiertos de asfalto y la mezcla tenga un color uniforme.
- El tiempo de revoltura para cada fase de la operación de revoltura será establecido por el Ingeniero, basado en la naturaleza de los agregados, en la Fórmula de Control de la Mezcla y en el volumen de carga por batchada, pero en ningún caso deberá ser menos de dos (2) minutos después de la incorporación del asfalto.
- Cuando se especifique que la mezcla asfáltica recibirá un recubrimiento de agregados, éstos deberán ser aplicados inmediatamente después de concluida la compactación de la carpeta de mezcla asfáltica. Los agregados deberán esparcirse uniformemente en las cantidades especificadas y serán compactados como se indique.

## 407.4 MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS

El equipo que utilice el Contratista deberá incluir, por lo menos, el necesario para escarificar, mezclar, extender, conformar y compactar; además el equipo especial para calentar y distribuir el asfalto.

Se ajustara a lo estipulado en el Artículo 405.4.

#### 407.5 ACEPTACIÓN

Se ajustará a lo estipulado en el Artículo-405.5.

Si las mezclas no cumplen con las condiciones de calidad requeridas, deberán ser rechazadas.

#### 407.6 MÉTODO DE MEDICIÓN

La carpeta de mezcla asfáltica en frío, será medido de acuerdo a lo establecido en el Artículo-405.6.

#### 407.7 BASES PARA EL PAGO

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, excepto que el precio unitario de la carpeta de mezcla asfáltica en frío será ajustado estadísticamente (Artículo 102.21). El pago será compensación total por el trabajo prescrito en esta sección.

Lo establecido en el Artículo-405.7 acerca de los Factores de Pago, será también aplicable a este trabajo. (División I, Art. 102.13).

Los pagos serán efectuados bajo los conceptos siguientes:

Ítem de Pago	Descripción -- Concepto de Pago	Unidad de Medida
407.1	Carpeta Asfáltica en Frio (en planta asfáltica)	Metro Cubico
407.2	Carpeta de Mezcla Asfáltica en Frío, Gradación	Tonelada
407.3	Asfalto Rebajado Grado ____para Carpeta de Mezcla Asfáltica en Frío	Tonelada
407.4	Asfalto Rebajado Grado ____para Carpeta de Mezcla Asfáltica en Frío	Litros
407.5	Emulsión Asfáltica para Carpeta de Mezcla Asfáltica en Frío, grado ...	Tonelada
407.6	Emulsión Asfáltica para Carpeta de Mezcla Asfáltica en Frío, grado ...	Litros
407.7	Agregado para Acabado Superficial de Carpeta de Mezcla Asfáltica en Frío	Tonelada
407.8	Agregado para Acabado Superficial de Carpeta de Mezcla Asfáltica en Frío	Metro Cuadrado

## SECCIÓN 408

### CARPETA DE CONCRETO ASFÁLTICO DE DESGASTE DE GRADACIÓN ABIERTA EN CALIENTE

#### 408.1 DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en el suministro y la construcción de una carpeta asfáltica de desgaste de gradación abierta. El grado del cemento asfáltico y el tipo de aditivo para adherencia son designados de acuerdo con el Artículo-405.1.

#### 408.2 MATERIALES

Los materiales se deberán ajustar a lo estipulado en los siguientes artículos:

Agregado.....	Artículo-1003.10
Aditivo para Adherencia.....	Artículo-1002.8.2
Cemento Asfáltico.....	Artículo-1002.1 ó 1002.2

#### 408.3 REQUISITOS PARA LA CONSTRUCCIÓN O PROCEDIMIENTOS

##### 408.3.1 Composición de la Mezcla (Fórmula de Control)

El diseño de una carpeta asfáltica de desgaste de gradación abierta de agregado, asfalto y aditivos de acuerdo al procedimiento de diseño de la norma “Consejería Técnica T 5040.31, Carpetas de Desgaste de Gradación Abierta”, Diciembre de 1990, de la FHWA o por otro método aprobado”.

El Contratista deberá someter por escrito una fórmula de control de la mezcla para la aprobación, por lo menos, 21 días antes de iniciar la producción. Deberá incluir lo siguiente:

##### 408.3.2 Preparación de la Superficie

Preparar la superficie según lo estipulado en el Artículo-405.3.2.

##### 408.3.3 Limitaciones Climatológicas

Colocar las carpetas asfálticas de desgaste de gradación abierta, sobre una superficie asfáltica seca solamente cuando la temperatura del aire a la sombra esté arriba de 13°C, y la temperatura de la superficie de la vía sea de, por lo menos, 16°C. Suspender la colocación si cualquiera de estas temperaturas cae por debajo de estos mínimos.

##### 408.3.4 Preparación y Mezclado del Material

Preparar, mezclar y controlar el material de acuerdo con lo estipulado en Artículo- 405.3.6, excepto que la temperatura del agregado introducido dentro de la mezcladora no deberá exceder a la temperatura óptima de revoltura establecida en la fórmula de control de la mezcla.

##### 408.3.5 Acarreo, Colocación y Acabado

La carpeta asfáltica de desgaste de gradación abierta será construida de acuerdo con lo estipulado en el Artículo-405.3.9, excepto que la temperatura de la mezcla al ser colocada deberá estar dentro de los rangos aprobados.

Para minimizar el drenaje del cemento asfáltico, se deberá descargar la mezcla en la pavimentadora dentro de 1.5 horas de haber sido cargado el camión. Cuando se usen tolvas de compensación, contar las 1.5 horas a partir del momento en que la mezcla es depositada en la tolva de compensación.

#### **408.3.6 Compactación**

Compactar la mezcla asfáltica paralelamente a la línea central de la vía, comenzando en el borde externo y progresando hacia la línea central. Usar una aplanadora de rodillos de acero en tal forma que no empuje, distorsione o pele la mezcla debajo del rodillo. En curvas peraltadas comenzar la compactación en el lado más bajo y avanzar hacia el lado más alto. Limitar la cantidad de compactación a la necesaria para consolidar la mezcla asfáltica y ligarla a la superficie subyacente.

Se deberá obtener una superficie lisa que cumpla con lo estipulado en el Artículo-405.3.12.

#### **408.3.7 Juntas y Limpieza**

Usar juntas longitudinales y transversales a tope. Proteger la carpeta terminada de todo tráfico hasta que haya endurecido lo suficiente para resistir el desgaste, al levantamiento de partículas por las llantas y al desmoronamiento.

### **408.4 MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS**

#### **408.4.1 Planta Mezcladora y Pavimentadora**

Usar una planta mezcladora que cumpla con lo estipulado en el Artículo-405.4.1 y pavimentadoras que cumplan con lo estipulado en el Artículo-405.4.2.

Usar una planta mezcladora del tipo de amasar o secador de tambor equipada con dispositivo calibrados para pesaje o medición del volumen capaz de proveer un control exacto del material que entra a la mezcladora.

### **408.5 ACEPTACIÓN**

El aditivo para adherencia será aceptado visualmente y mediante certificación (Artículo-102.21).

El contenido de asfalto y la gradación del agregado serán evaluados estadísticamente (Artículo-102.21). El Cuadro 408-1 muestra los requisitos mínimos para muestreo y ensaye.

#### **a) CONTENIDO DE ASFALTO**

Los límites superior e inferior de la especificación son el valor meta de la fórmula de control de mezcla aprobada  $\pm 0.5\%$ . El Cuadro 408-1 da la categoría de aceptación de las características de calidad.

#### **b) GRADACIÓN DEL AGREGADO**

Los límites superior e inferior de la especificación son los valores meta de la fórmula de control de la mezcla aprobada, más o menos las desviaciones permisibles mostradas en el Cuadro 1003-10, gradación F. El cuadro 408-1 muestra las categorías de aceptación de las características de calidad.

**CUADRO 408-1**  
**Muestreo y Ensayo**

Material o Producto	Propiedad o Característica	Categoría	Método de Ensayo o Especificaciones	Frecuencia	Lugar de Muestreo
Carpeta Asfáltica de Fricción de Gradación Abierta	Contenido de Asfalto	I	FLH T 516 FLH T 517 o AASHTO T 164	1 por 100t	Tolva de la máquina de colocación después de descargado procedente de la planta
	Gradación <sup>(1)</sup>		FLHY 514 y AASHTO T 30 <sup>(2)</sup>	1 por 100t	Tolva de la máquina de colocación después de descargado procedente de la planta
	4.75 mm	I			
	75µm	I			
	Otros tamices especificados	II			

(1) Usar solamente los tamices indicados en la gradación específica.

(2) No usar FLH T 514 si se usa AASHTO T 164 para determinar el contenido de asfalto.

#### 408.6 MÉTODO DE MEDICIÓN

Medir la carpeta asfáltica de desgaste de gradación abierta, el cemento asfáltico y el aditivo para adherencia, en toneladas.

#### 408.7 BASES PARA EL PAGO

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, excepto que el precio unitario de la carpeta asfáltica de desgaste de gradación abierta será ajustado de conformidad con lo establecido en la División I, Art. 102.21. El pago será la compensación total por el trabajo prescrito en esta Sección.

El pago por la carpeta asfáltica de desgaste de gradación abierta será hecho a un precio determinado multiplicando el precio unitario de contrato por el factor de pago del material. El factor de pago del material es el factor de pago simple más bajo determinado para el contenido de asfalto o para cualquier tamiz individual de la gradación del agregado.

Los pagos serán efectuados bajo los siguientes conceptos:

Ítem de Pago	Descripción -- Concepto de Pago	Unidad de Medida
408.1	Carpeta Asfáltica de Desgaste de Gradación Abierta	Metro Cúbico
408.2	Carpeta Asfáltica de Desgaste de Gradación Abierta.	Tonelada
408.3	Cemento Asfáltico, Grado _____.	Tonelada
408.4	Aditivo para Adherencia, Tipo _____.	Tonelada

## SECCIÓN 409

### CARPETA DE MEZCLA ASFÁLTICA DE GRADACIÓN CERRADA (CON EMULSIÓN)

#### 409.1 DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en el suministro y la construcción de una o más capas de mezcla hecha con emulsión asfáltica y gradación cerrada.

La gradación del agregado para la carpeta de mezcla de emulsión asfáltica de gradación cerrada es designada de acuerdo con el Cuadro 1003-11.

El grado del asfalto emulsificado es designado de acuerdo con AASHTO M 140 ó AASHTO M 208.

#### 409.2 MATERIALES

Los materiales deberán cumplir con lo estipulado en los siguientes artículos:

Agregado para carpeta asfáltica.....	Artículo-1003.11
Material de Secado.....	Artículo-1003.17
Asfalto Emulsificado.....	Artículo-1002.4
Relleno Mineral.....	Artículo-1003.18
Agua.....	Artículo-1012.1

#### 409.3 REQUISITOS PARA LA CONSTRUCCIÓN

##### 409.3.1 Composición de la Mezcla (Fórmula de Control)

Suministrar una mezcla de agregado, asfalto emulsificado, aditivos para adherencia y/o agua que llene los requisitos aplicables de gradación del agregado (Cuadro 1003-11 y los parámetros designados en (a) y (b) más adelante o (c) del Cuadro 409-1).

El Contratista deberá someter por escrito una fórmula de control de la mezcla para la aprobación, por lo menos, 21 días antes de iniciar la producción, de acuerdo con las correspondientes especificaciones para este tipo de mezclas, teniendo en cuenta que el porcentaje de vacíos debe encontrarse en el rango de 3 a 7%. Deberá incluir lo siguiente:

##### (A) AGREGADO

- Valor meta para cada tamaño de tamiz para la mezcla de agregados.
- Porcentaje de cada pila de agregado a ser usada.
- Gradación promedio de cada pila de agregado.
- Muestras proporcionales representativas de cada pila de agregado, de cerca de 300 kilogramos en total.

##### (B) ASFALTO EMULSIFICADO

- Porcentaje de asfalto emulsificado a ser mezclado con base en el peso total de la mezcla y el contenido de asfalto residual correspondiente.

- Rango de temperaturas de aplicación del asfalto emulsificado de conformidad con el Cuadro 1002-5.
  - Fuente del asfalto emulsificado y una muestra de 20 litros. Suministrar la muestra en recipiente de plástico.
- (c) ADITIVOS PARA ADHERENCIA
- Muestra de 25 Kg de cada aditivo sólido (cal, cemento Portland, relleno mineral, (FAH, etc.).
- (d) AGUA
- Porcentaje de agua a ser agregada con base en el peso total de la mezcla.
  - La fórmula de control de la mezcla será evaluada y aprobada de acuerdo con el Artículo-405.3.

**CUADRO 409-1**  
**Mezcla de Asfalto Emulsificado de Gradación Cerrada**

Parámetros de Diseño	Especificación	Procedimiento de Ensayo
(a) Recubrimiento, % mín. Base Superficie	50 75	Visual <sup>(2)</sup>
(b) Resistencia <sup>(3)</sup> - R, a 22.8 ± 3 °C Curado inicial <sup>(4)</sup> , mín. Completamente curado y saturado de agua, mín.	70 78	<sup>(5)</sup>
(c) Estabilidad Marshall, kN mín. A 22.2 ± 1 °C. Pérdida de Estabilidad Marshall <sup>(6)</sup> , & máx.	2.22 50	AASHTO T 245

*Referencia - Manual del A.I., Serie No. 19 (MS-19).*

- (1) Evaluar la mezcla después de secar la superficie para determinar el porcentaje de recubrimiento de la superficie de la partícula.
- (2)  $R_s = R + 0.5C$  Dónde: R= Valor de la resistencia (AASHTO T 190). C= Valor del Cohesímetro (AASHTO T 246).
- (3) Curada en el molde por un total de 24 horas a la temperatura especificada.
- (4) Curada en el molde por un total de 72 horas a la temperatura especificada más desecación al vacío.
- (5) Después de saturarla al vacío e inmersión.



### 409.3.2 Preparación de la Superficie

Preparar la superficie a encarpetar de conformidad con el Artículo-405.3.2.

### 409.3.3 Limitaciones Climatológicas

Colocar la carpeta de asfalto emulsificado sobre una superficie seca únicamente cuando la temperatura del aire, a la sombra, sea mayor a 11°C.

No se deberá colocar carpetas de mezcla de asfalto emulsificado cuando se espera niebla, lloviznas o lluvias dentro de las 24 horas siguientes a la colocación de la mezcla.

### 409.3.4 Mezclado, Acarreo, Colocación y Compactación

La construcción de la carpeta de asfalto emulsificado de gradación cerrada se realizará de conformidad con Artículos 405.3.6, Artículo 405.3.7, Artículo 405.3.9 y Artículo 405.3.10, exceptuando

- a. Cuando se le esté combinando con el asfalto emulsificado, manténgase la temperatura del agregado entre 16 y 80°C.
- b. Mantener la temperatura del asfalto emulsificado dentro del rango aprobado.
- c. Combinar y mezclar en seco el agregado de acuerdo con la fórmula de control de la mezcla de trabajo por un período suficiente para procurar obtener una gradación uniforme en la bachada.

Dejar curando la superficie por no menos de 10 días antes de cubrirla con la siguiente capa o tratamiento. Durante este período, mantener la superficie libre de corrugaciones Parchar los agujeros que se formen usando material aprobado. Eliminar todo exceso de material de secado, polvo u otras sustancias objetables antes de colocar la siguiente capa o tratamiento.

Agregar los aditivos y el agua antes que el asfalto emulsificado. Mezclar el material hasta que las partículas de agregado estén uniformemente recubiertas y se obtenga una mezcla de color uniforme y con una distribución pareja de las partículas de agregados grueso y fino.

Compactar cuando el contenido de fluido (emulsión y agua) esté dentro del 2% del contenido óptimo de fluido determinado por el Ingeniero y el contenido de asfalto residual esté dentro de 0.75% del porcentaje que tiene en la fórmula de control de la mezcla.

Para la compactación inicial de la carpeta usar una aplanadora de rodillos de acero que tenga un peso mínimo de 8 toneladas y un compactador de llantas neumáticas con una presión máxima en las ruedas de 275 KPa, para compactación de capas intermedias.

Se deberá dejar una superficie lisa tal que comprobada con un escantillón de 3 metros de largo con ángulo recto y paralelamente a la línea central, no presente desviaciones de más de 7 mm en 3 metros entre dos puntos de contacto cualesquiera del escantillón con la superficie. Las áreas donde la desviación exceda a ese límite serán consideradas defectuosas. Estas áreas deberán ser corregidas quitando o agregando material y recompactando.

Dejar curando la superficie por no menos de 10 días antes de cubrirla con la siguiente capa o tratamiento. Durante este período, mantener la superficie libre de corrugaciones Parchar los agujeros que se formen usando material aprobado. Eliminar todo exceso de material de secado, polvo u otras sustancias objetables antes de colocar la siguiente capa o tratamiento.

## 409.4 MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS

### 409.4.1 Planta Mezcladora

Usar una planta mezcladora del tipo de amasar o secador de tambor equipada con dispositivos calibrados para pesaje o medición del volumen capaz de proveer un control exacto del material que entra a la mezcladora.

Coordinar los controles de alimentación del agregado con los del asfalto emulsificado, el aditivo y del agua a fin de asegurar la introducción uniforme del material en la mezcladora.

Usar equipo que cumpla con la norma AASHTO M 156 para el manejo de la emulsión asfáltica. Usar bombas de desplazamiento positivo para controlar el flujo de asfalto emulsificado. Prover lugares de almacenaje secos para los aditivos.

## 409.5 ACEPTACIÓN

El relleno mineral y el material de secado serán evaluados visualmente y mediante certificaciones (División I, Art. 102.21).

El asfalto emulsificado será evaluado mediante mediciones y ensayos (División I, Art. 102.21).

El contenido residual de asfalto y la gradación del agregado serán evaluados estadísticamente (División I, Art. 102.21).

La densidad y otras propiedades de calidad del agregado, serán evaluadas visualmente y mediante mediciones y ensayos (División I, Art. 102.21). El Cuadro 409-2 muestra los requisitos mínimos para muestreo y ensayo.

### (a) CONTENIDO DE ASFALTO RESIDUAL

Los límites superior e inferior de la especificación son el valor meta de la fórmula de control de la mezcla aprobada  $\pm 0.75\%$ . El Cuadro 409-2 da las categorías de aceptación de las características de calidad.

### (b) GRADACIÓN DEL AGREGADO

Los límites superior e inferior de las especificaciones son el valor de la fórmula de control de la mezcla aprobada, más o menos las desviaciones permisibles mostradas en el Cuadro 1003-10. El Cuadro 409-2 da las categorías de aceptación de las características de calidad.

**CUADRO 409-2**  
**Muestreo y ensayos**

Material o Producto	Propiedad o característica	Categoría	Método de Ensayo o Especificaciones	Frecuencia	Lugar de Muestreo
Carpeta de asfalto emulsificado de gradación cerrada	Contenido de asfalto residual	I	FLHT516, FLHT 517 o AASHTO T164	1 por 500 t	Detras de pavimentadora antes de compactar
	Gradación(1)				
	475 mm	I	FLH514 y AASHTO T30 (3)	1 por 500	Detras de pavimentadora antes de compactar
	2,36 mm	II			
	75um	I			
Otros tamices especificados	II				
Densidad del núcleo (2)			AASHTO T166 y AASHTO T209	1 por 500	En su lugar después de compactar

*Usar solamente los tamices indicados en la gradación especificada*

- (1) Extraigase el nucleo de la muestra de la carpeta compactada, de acuerdo con AASHTO T230 Método B, usando equipo enfriado por aire. Rellenese y compactese los agujeros de las muestras con mezcla de asfalto emulsificado de graduación cerrada
- (2) No usar la norma FLH T 514 si se ha usado la norma AASHTO T 164 para determinar el contenido de asfalto residual

#### **409.6 MÉTODO DE MEDICIÓN**

Medir la carpeta de asfalto emulsificado de gradación cerrada, el asfalto emulsificado y el relleno mineral en toneladas. No se ajustarán los pesos de la báscula para la mezcla por concepto de asfalto emulsificado, contenido de humedad o aditivos.

#### **409.7 BASES PARA EL PAGO**

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, excepto que el precio unitario de contrato de la carpeta de asfalto emulsificado de gradación cerrada será ajustado estadísticamente, de acuerdo con la División I, Art. 102.21. El pago será compensación total por el trabajo prescrito en esta Sección.

El pago por la carpeta de asfalto emulsificado de gradación cerrada será hecho a un precio determinado multiplicando el precio unitario contractual licitado por el factor de pago del material. El factor de pago del material es el factor de pago simple más bajo determinado por contenido de asfalto residual o cualquier tamaño individual del agregado.

Los pagos serán efectuados bajo los siguientes conceptos:

<b>Ítem de Pago</b>	<b>Descripción -- Concepto de Pago</b>	<b>Unidad de Medida</b>
409.1	Carpeta Asfalto Emulsificado de Gradación Cerrada, gradación	Tonelada
409.2	Asfalto Emulsificado, grado_____.	Tonelada
409.3	Relleno Mineral	Tonelada

## SECCIÓN 410

### CARPETA DE MEZCLA ASFÁLTICA DE GRADACIÓN ABIERTA (CON EMULSIÓN)

#### 410.1 DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en el suministro y la construcción de una o más capas de mezcla hecha con emulsión asfáltica y gradación abierta.

La gradación del agregado para la carpeta de mezcla de emulsión asfáltica de gradación abierta es designada de acuerdo con el Cuadro 1003-11.

El grado del asfalto emulsificado es designado de acuerdo con AASHTO M 140 ó AASHTO M 208.

#### 410.2 MATERIALES

Los materiales deberán cumplir con lo estipulado en los siguientes artículos:

Agregado para carpeta.....	Artículo-1003.11
Agregado de Relleno .....	Artículo-1003.5
Asfalto Emulsificado.....	Artículo-1003.4
Agua.....	Artículo-1012.1

#### 410.3 REQUISITOS PARA LA CONSTRUCCIÓN O PROCEDIMIENTOS

##### 410.3.1 Composición de la Mezcla (Fórmula de Control)

Suministrar una mezcla de agregado, asfalto emulsificado, aditivos para adherencia, y/o agua que llene los requisitos aplicables de gradación del agregado del Cuadro 1003-11 y los parámetros designados en el Cuadro 410-1.

El Contratista deberá someter por escrito una fórmula de control de la mezcla para la aprobación, por lo menos 21 días antes de iniciar la producción. Deberá incluir lo descrito en el Artículo 410.3, excepto, si es aplicable, que deberá especificar el porcentaje de agua que agregará a la mezcla. Usará un máximo contenido de humedad que sea aproximadamente igual al de la condición saturada con superficie seca del agregado, según se determine mediante la norma AASHTO T 85.

La fórmula de control de la mezcla será evaluada y aprobada de acuerdo con el Artículo 405.3.

**CUADRO 410-1**

**Mezcla de Asfalto Emulsificado de Gradación Abierta**

Parámetros de Diseño <sup>(1)</sup>	Especific	Procedimiento de Ensayo
Recubrimiento, % mínimo.		Visual <sup>(2)</sup>
Base	50	
Superficie	75	
Escurrimiento. % máximo asfalto residual.	0.5	
Lavado. % máximo asfalto residual.	0.5	
Combinación de Escurrimiento y Lavado, % máximo	0.5	

Referencia - Manual de la Serie No. 19 (MS-19) del AI.

- (1) Evaluar la mezcla después de que seque la superficie para obtener el porcentaje de la superficie de las partículas recubiertas con asfalto.

**410.3.2 Limitaciones Climatológicas.**

Colocar la carpeta de asfalto emulsificado sobre una superficie seca únicamente cuando la temperatura del aire, a la sombra, sea de mayor a 11°C.

No se deberá colocar carpetas de mezcla de asfalto emulsificado cuando se espera niebla, lloviznas o lluvias dentro de las 24 horas siguientes a la colocación de la mezcla.

**410.3.3 Preparación de la Superficie.**

Preparar la superficie a encarpetar de conformidad con el Artículo 405.3.2.

**410.3.4 Mezclado**

Introducir el material en la planta mezcladora de conformidad con la fórmula de control de la mezcla aprobada.

Controlar el contenido de humedad del agregado en las pilas de acopio de manera que no sea excedida la máxima humedad determinada en la fórmula de control de la mezcla. Revolver la mezcla hasta obtener un recubrimiento uniforme de las partículas con asfalto entre 70 y 95% en el lugar de descarga, con base en una inspección visual.

**410.3.5 Acarreo, Esparcido y Acabado**

Los vehículos de acarreo deben con lo especificado en el Artículo 405.4.2. Comenzar la colocación en el punto más lejano de la planta mezcladora y proseguir hacia la planta. Minimizar el acarreo sobre mezcla ya colocada y no se debe circular sobre mezcla que no haya sido compactada. Limpiar diariamente el material asfáltico que gotee de los vehículos de acarreo sobre carpeta previamente construida.

No usar mezclas producidas en plantas diferentes a menos que las mezclas sean producidas de acuerdo con la misma fórmula de control, que usen el mismo material de las mismas fuentes, y el procedimiento haya sido aprobado.

Colocar la mezcla usando pavimentadoras que cumplan con las especificaciones del Artículo 405.4.2. Esparcir, enrazar y dar a la mezcla el acabado para que quede en rasante y a la elevación necesarias para obtener el espesor compactado requerido. Las juntas longitudinales quedarán alternadas y localizadas de acuerdo con lo dispuesto en el Artículo 405.3.11.

Limpiar la pavimentadora inmediatamente después de ser usada. Limpiar solamente en lugares donde el material asfáltico no vaya a descargar en bancos de préstamo, zanjas, cunetas o en corrientes de agua, o sobre una carpeta ya completada.

#### **410.3.6 Compactación**

Compactar cuando el contenido de fluido (asfalto emulsificado y agua) esté dentro de  $\pm 2\%$  del contenido óptimo de fluido determinado por el Ingeniero y el contenido de asfalto residual esté dentro de  $\pm 0.5\%$  del porcentaje de la fórmula de control aprobada. Compensar cualquier deficiencia en el contenido de asfalto residual mediante la aplicación de un riego asfáltico.

El Contratista proveerá el número, peso y tipo de equipo de compactación para obtener la densidad sin que se produzca desplazamiento, agrietamiento o empuje indebido en la carpeta. El equipo de compactación deberá ser operado a velocidad uniforme que no exceda de 5 kilómetros por hora con las ruedas impulsoras más cercanas a la pavimentadora.

Se deberá corregir inmediatamente todo desplazamiento indebido resultante de la reversión en la dirección de un equipo de compactación, o por otras causas, usando rastrillos y mezcla recién hecha. No se deberá desplazar el alineamiento y rasante de los bordes.

Comenzar la compactación en los bordes y proseguir paralelamente a la línea central de la vía. Traslapar cada viaje la mitad del ancho del equipo de compactación, progresando gradualmente hacia la línea central de la vía. En curvas peraltadas, comenzar la compactación en el lado de abajo y progresar hacia el lado más alto traslapando las pasadas paralelamente a la línea central.

Aplicar un mínimo de 3 pasadas completas con una Compactadora de Rodillos Lisos no vibratorios que tengan un peso mínimo de 8 toneladas como compactación de asentamiento o inicial.

Inmediatamente después de las pasadas de asentamiento, colocar el agregado de "recebo" usando un esparcidor diseñado para el esparcido controlado de arena. Esparcir el recebo a una tasa de 1.7 a 3.2 kilogramos por metro cuadrado.

Dar un mínimo de 2 pasadas de una compactadora de llantas neumáticas autopropulsada con presión en las llantas de aproximadamente 275 KPa como compactación intermedia. Obtener una superficie de textura uniforme con un mínimo de vacíos.

Usar una aplanadora de 2 rodillos metálicos en tándem como compactación de acabado. Continuar la compactación de acabado hasta que desaparezcan todas las marcas de los rodillos.

Se deberá procurar una superficie lisa que cumpla con lo especificado en el Artículo-405.3.12. Corregir las áreas defectuosas quitando o agregando mezcla y recompactando.

A lo largo de moldes, cunetas o bordillos, cabezales, muros y otros lugares no accesibles al equipo de compactación autopropulsado, compactar bien la mezcla por medio de piones mecánicos manuales. Compactar las juntas, dar el acabado a los bordes y limpiar de acuerdo con lo especificado en el Artículo-405.3.11.

#### **410.3.7 Riego Asfáltico**

Dejar curar la superficie de la carpeta por un mínimo de 2 días. Mantener la superficie libre de corrugaciones.

Parchar los agujeros que se formen usando mezcla aprobada. Eliminar todo agregado excedente, suciedades u otras sustancias objetables.

Si la superficie final de la carpeta va a servir como superficie de rodado, aplicar un riego de asfalto emulsificado

usando un distribuidor de asfalto que cumpla con lo especificado en el Artículo-401.4. Usar el mismo tipo y grado de asfalto emulsificado usado en la mezcla. Agregar agua al asfalto emulsificado y mezclar completamente hasta obtener una masa que contenga aproximadamente el 50% de asfalto emulsificado y 50% de agua agregada.

Cuando se introduzca agua en emulsiones CMS-2, CMS-2s ó CMS-2h, puede ser necesario calentar el agua. Regar la mezcla a una tasa de 0.2 a 0.7 litros por metro cuadrado. El Ingeniero determinará el número total de aplicaciones que se necesiten.

#### **410.3.8 Tratamiento Superficial**

Dejar curar la superficie por un mínimo de 10 días con los cuidados indicados en el Artículo-410.3.7. Cuando esté especificado en el contrato, darle un tratamiento superficial de conformidad con lo estipulado en la Sección-404.

Evaluar acorde al desarrollo tecnológico los nuevos tipos de emulsiones de curado rápido.

### **410.4 MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS**

#### **410.4.1 Planta Mezcladora**

Usar una planta mezcladora estacionaria del tipo de amasador por bachadas y secador de tambor; o una planta mezcladora continúa equipada con dispositivos calibrados para pesaje o medición del volumen capaces de proveer un control exacto del material que entra a la mezcladora.

Usar una planta mezcladora que permita la variación de los tiempos de revolturas de 5 a 30 segundos e inyecte el asfalto emulsificado en la mezcla como una corriente y no como un rocío.

Ubique la planta mezcladora lo más cercana al Proyecto que sea práctico.

### **410.5 ACEPTACIÓN**

El agregado para la mezcla será evaluado visualmente y certificación del productor.

El asfalto emulsificado será evaluado mediante mediciones y ensayos (División I, Art. 102.21, y el Artículo-1002.9).

La construcción de carpetas de asfalto emulsificado de gradación abierta será evaluada visualmente y mediante mediciones y ensayos (División I, Art. 102.21).

El riego asfáltico será evaluado bajo la Sección-404.

El contenido de asfalto residual y la gradación del agregado serán evaluados estadísticamente (División I, Art. 102.21). Las otras propiedades de calidad del agregado serán evaluadas visualmente y mediante mediciones y ensayos (División I, Art. 102.21). El Cuadro 410-2 muestra los requisitos mínimos para el muestreo y ensayo.

#### a) CONTENIDO DE ASFALTO RESIDUAL

Los límites superior e inferior de la especificación son el valor meta de la fórmula de control de la mezcla  $\pm 0.5\%$ . El Cuadro 410-2 muestra la categoría de aceptación de las características de calidad.

#### b) GRADACIÓN DEL AGREGADO

Los límites superior e inferior de la especificación son los valores meta de la fórmula de control de mezcla aprobada, más o menos las desviaciones permisibles mostradas en el Cuadro 1003-11. El Cuadro 410-2 muestra las categorías de aceptación de las características de calidad.

**CUADRO 410-2**  
**Muestreo y Ensayo**

Material o producto	Propiedad o característica	Categoría	Método de Ensayo o Especificaciones	Frecuencia	Lugar de Muestreo
Carpeta de asfalto emulsificado de gradación abierta.	Contenido de asfalto residual	I	FLH T 516, FLH T 517, ó AASHTO T 164	1 por 500 t	En el vehículo de acarreo después de la descarga de la planta.
	Gradación <sup>(1)</sup> _____				
	4.75 mm	I	FLH T 514 y	1 por 500 t	En el vehículo de acarreo después de la descarga de la planta.
	2.36 mm	I	AASHTO T 30 <sup>(2)</sup>		
	75µm	I			
Otros tamices especificados	II				

<sup>(1)</sup>Unir solamente los tamices indicados para la gradación especificada.

<sup>(2)</sup>No usar la FLH T 514 si se usa la AASHTO T 164 para determinar el contenido de asfalto residual.

#### 410.6 MÉTODO DE MEDICIÓN

Medir la carpeta de mezcla asfáltica de gradación abierta, el riego asfáltico y el agregado para recebar en toneladas. No se ajustarán los pesos de la mezcla para el asfalto emulsificado ni para el contenido de humedad.

El tratamiento superficial será medido de acuerdo con la Sección-404.

#### 410.7 BASES PARA EL PAGO

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, excepto que el precio unitario de contrato de la carpeta de asfalto emulsificado de gradación abierta, será ajustado estadísticamente (División I, Art. 102.21). El pago será compensación total para el trabajo prescrito en esta Sección. Ver el Artículo-1002.9.

El pago para la carpeta de asfalto emulsificado de gradación abierta será hecha a un precio determinado multiplicando el precio unitario de contrato por el factor de pago del material. El factor de pago del material es el factor de pago simple más bajo determinado para el contenido de asfalto residual o de cualquier tamaño de tamiz individual de la gradación del agregado (División I, Art. 102.21).

Los pagos serán efectuados bajo los siguientes conceptos:

Ítem de Pago	Descripción -- Concepto de Pago	Unidad de Medida
410.1	Carpeta Asfáltica de Desgaste c/ Gradación Abierta (con Emulsión)	Metro Cúbico
410.2	Carpeta Asfáltica de Desgaste c/ Gradación Abierta (con Emulsión)	Tonelada
410.3	Asfalto Emulsificado, Grado ,,,,,,,,,,	Tonelada
410.4	Agregado para Recebar	Tonelada



## SECCIÓN 411

### CARPETA DE MEZCLA ASFÁLTICA RECICLADA EN CALIENTE

#### 411.1 DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en la construcción de una o más capas asfálticas utilizando mezcla asfáltica producida en planta de producción en caliente, considerando la incorporación de mezcla asfáltica reciclada y/o agregado reciclado, en conjunto con agregado nuevo, cemento asfáltico nuevo y/o agentes de reciclaje.

La granulometría del agregado en la mezcla final (combinación de agregado reciclado 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 conforme a los Cuadros 1003-18 a 1003-21, la Subsección 1002.1 y la Subsección 1002.8.2, respectivamente.

#### 411.2 MATERIALES

Los materiales a utilizar en este tipo de usos deben estar de acuerdo con los siguientes Artículos:

Agregado (mezclas Marshall).....	1003.9
Agregado (mezclas SUPERPAVE).....	1003.19
Aditivo de mejoramiento de adherencia .....	1002.8.2
Cemento asfáltico .....	1002.1 ó 1002.2
Relleno mineral .....	1003.18
Agente de reciclado .....	1002.8.3

#### 411.3 REQUISITOS PARA LA CONSTRUCCIÓN

##### 411.3.1 Composición de la mezcla (dosificación de diseño)

La mezcla de concreto asfáltico reciclada será preparada usando agregados reciclados, mezcla asfáltica recuperada, agregado nuevo, cemento asfáltico nuevo, agente de reciclaje y/o aditivos, que cumplan con los requisitos especificados en la Sección 411.2.

La composición y requerimientos de la mezcla asfáltica deberá ajustarse a lo establecido en la Sección 405.3.1 ó 410.3.1 de acuerdo con la metodología de diseño (Marshall o SUPERPAVE) definida. Se podrá usar hasta un 50 % de material reciclado en la mezcla asfáltica, determinado como porcentaje de peso de mezcla reciclado respecto del peso total de mezcla.

Se requiere que la entrega de la dosificación de diseño (contenido de asfalto total por peso total de mezcla, contenido de asfalto reciclado por peso total de mezcla, contenido de asfalto nuevo por peso total de mezcla, contenido de agente de reciclaje por peso total de mezcla, y el contenido de mezcla reciclada por peso total de mezcla, y granulometría de agregado nuevo a dosificar) esté disponible al menos 30 días antes del inicio de la producción. Para cada dosificación de diseño, se deberán suministrar muestras de acuerdo con la Subsección 405.3.1 apartados (a), (b), y (c), o 410.3.1, así como la siguiente información:

- (a) Muestras de la mezcla asfáltica reciclada, muestras del agregado reciclado y agentes de reciclaje por incorporar, de acuerdo con la dosificación de diseño. En las cantidades señaladas por el Contratante.

Cuando sea necesario suministrar una muestra del pavimento existente, se deberá escarificar hasta la profundidad de remoción en las áreas definidas por el Contratante. Se sustituirá la porción de pavimento removida con una mezcla de concreto asfáltico aprobada por el Contratante, que no deberá contener material reciclado del mismo proyecto.

- (b) Informes de laboratorio para el cemento asfáltico reciclado, el nuevo cemento asfáltico y el agente de reciclaje, de manera que se demuestre el cumplimiento del grado requerido para la combinación de dichos cementos asfálticos, en las proporciones establecidas por la dosificación de diseño, de acuerdo con la Sección 1002.1.

La dosificación de diseño deberá ser evaluada y su aprobación considerada, de acuerdo con la Subsección 405.3 ó 410.3.

#### **411.4 MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS**

##### **411.4.1 Planta de procesamiento de mezcla asfáltica reciclada.**

Las plantas asfálticas deberán estar de conformidad con la Subsección 401.4 y de acuerdo con las recomendaciones del fabricante en relación con el procesamiento de mezcla asfáltica reciclada. Adicionalmente deberán cumplir con los siguientes requisitos:

- (a) Plantas de bache.

Las plantas de bache deberán ser modificadas de manera que se permita la introducción de mezcla asfáltica reciclada en la cámara de mezclado, usando métodos de conducción que eviten el contacto del cemento asfáltico con el secador. Se deberán diseñar tolvas de alimentación en frío, el sistema de conducción y las tolvas de alimentación especial, 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 reciclado (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 evitar 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.

##### **411.4.2 Construcción**

La pavimentación con mezcla asfáltica reciclada se hará de acuerdo con el artículo 405.3. El material reciclado no incorporado en las obras será retirado de acuerdo con la Sección 209.

#### **411.5 ACEPTACIÓN**

El agente de reciclaje y el aditivo de mejoramiento de adherencia serán evaluados de acuerdo con inspecciones visuales según lo indicado en 102.21.2.

El cemento asfáltico será evaluado de acuerdo con la Sub-sección 1002.1.

La construcción de capas de mezcla asfáltica reciclada en planta de producción en caliente será evaluada de acuerdo con lo indicado en 102.21.2.

El contenido de asfalto, la granulometría del agregado, la densidad, la regularidad superficial, las deflexiones medidas en la superficie del pavimento, la deformación permanente y la fatiga de la capa asfáltica serán evaluados de acuerdo con lo indicado en 102.21.2.

Las propiedades de aceptación del agregado serán evaluadas de acuerdo con inspecciones visuales según lo indicado en 102.21.2. (Ver Cuadro 411-1 para requisitos mínimos de muestreo y ensayo).

(a) Contenido de asfalto.

Los límites de tolerancia del contenido de asfalto probado para la dosificación de diseño corresponden a  $\pm 0,50\%$  multiplicado por el resultado de sumar uno más la razón de peso de mezcla asfáltica reciclada, respecto del peso total de mezcla (redondeando a la décima - 0,1 %- más cercana). (Ver categoría de aceptación de calidad en el Cuadro 411-1).

Ejemplo: si se utiliza un 30 % de mezcla asfáltica reciclada, la desviación máxima tolerable con respecto a la dosificación de diseño será  $0,50 * (1,30) = 0,65\%$ . Así, el rango de tolerancia será de  $\pm 0,70\%$  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 Cuadro 411-1 Muestreo y Ensayo multiplicados por el resultado de sumar uno más la razón de peso de mezcla asfáltica reciclada, respecto del 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 -0,1 % más cercana. (Ver categoría de aceptación de calidad en el Cuadro 411-1).

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 de 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 el Cuadro 411-1.

(d) Control de regularidad (IRI) en carpetas de mezclas asfálticas recicladas en caliente.

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 regularidad superficial, serán definidos por el Contratante para cada proyecto en particular. La categoría de pago en función de la calidad para regularidad superficial se indica en el Cuadro 411-1.

(e) Deflexiones medidas en la superficie del pavimento.

La evaluación para pago deberá realizarse después de la corrección por parte del 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 el Cuadro 411-1.

(f) Deformación permanente.

Se aplica para mezcla asfáltica por colocar en capas diseñadas para una vida útil sobre tres millones de ejes equivalentes, o cuando el Contratante así lo requiera. La categoría de pago en función de la calidad para deformación permanente se indica en el Cuadro 411-1.

(g) Fatiga.

Se aplica a la mezcla asfáltica por colocar en capas diseñadas para una vida útil sobre tres millones de ejes equivalentes, o cuando el Contratante así lo requiera. 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 el Cuadro 411-1.

**CUADRO 411-1**  
**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 reciclado	Contenido de asfalto	I	AASHTO T 164	1 cada 500 Tn	Después de la colocación, antes de la compactación	
	Granulometría (1)		AASHTO T 30 (4)	1 cada 500 Tn	Después de la colocación, antes de la compactación	
	4.75 mm	I				
	600 µm	II				
	75 µm	I				
	Otros tamices especificados	II				
	Densidad en núcleos (2)	I	AASHTO T 166 y AASHTO T 209	1 cada 500 Tn	En sitio no más de dos semanas después de la compactación	
	Regularidad 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 el Contratante	A definir por el Contratante		

<sup>(1)</sup> Usar sólo los tamices requeridos por las especificaciones de granulometría.

<sup>(2)</sup> 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.

<sup>(3)</sup> Se aplica sólo a capas de superficie.

<sup>(4)</sup> Para mezcla asfáltica por aplicar en capas asfálticas con vida útil de más de tres millones de ejes equivalentes, o cuando el Contratante lo requiera.

#### **411.6 MÉTODO DE MEDICIÓN**

Se medirá la mezcla de concreto asfáltico con material reciclado, cemento asfáltico nuevo, relleno mineral, agregado nuevo, 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.

#### **411.7 BASES PARA EL PAGO**

Las cantidades aceptadas por el Contratante, serán pagadas por renglón, 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 los Artículos 102.21.2 y 102.18. 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 de producción en caliente con material reciclado, 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 por el Contratante.
- (b) El promedio ponderado de los factores de pago por criterio individual, de acuerdo con los factores de ponderación definidos por el Contratante para un proyecto en particular.

El pago se realizará bajo los siguientes ítems

<b>Ítem de Pago</b>	<b>Descripción / Concepto de Pago</b>	<b>Unidad de Medida</b>
411.1	Carpeta de mezcla asfáltica reciclada en caliente	Tonelada o Metro Cúbico
411.2	Cemento asfáltico (se debe especificar el grado)	Tonelada
411.3	Relleno mineral	Tonelada
411.4	Agente de reciclado	Tonelada
411.5	Aditivo anti-adherente (se debe especificar clase y grado)	Tonelada

## SECCIÓN 412 CARPETA DE CONCRETO ASFÁLTICO EN CALIENTE TIPO SUPERPAVE

### 412.1 DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en la construcción de una o más capas de mezcla de concreto asfáltico en caliente tipo Superpave procesada en planta central.

La determinación de los ejes equivalentes simples (ESAL), el número de giros de compactador giratorio requeridos para la condición de diseño ( $N_{\text{Diseño}}$ ) y el tamaño máximo nominal de la mezcla de concreto asfáltico en caliente tipo Superpave, está detallado en el Cuadro 412-1.

El cemento asfáltico es designado de acuerdo con lo establecido en la norma AASHTO M 320.

Los aditivos mejoradores de adherencia están definidos de acuerdo con lo establecido en la Subsección 1002.8.2. Si no hay un tipo de aditivo mejorador de adherencia especificado, se debe usar el tipo de aditivo 2 (cal hidratada).

### 412.2 MATERIALES

Los materiales deberán cumplir con lo estipulado en los siguientes artículos:

Agregado con requerimientos Superpave.....	Artículo-1003.19
Aditivo Mejorador de Adherencia.....	Artículo-1002.8.2
Cemento Asfáltico.....	Artículo-1002.2
Relleno Mineral.....	Artículo-1003.18

### 412.3 REQUISITOS PARA LA CONSTRUCCIÓN O PROCEDIMIENTOS

#### 412.3.1 Composición de la mezcla asfáltica (dosificación de diseño)

En los proyectos en que su uso sea requerido, se deben emplear agregados, cemento asfáltico y aditivos que cumplan con las especificaciones aplicables de calidad de cada material respectivo y los parámetros de diseño que se indican en el Cuadro 412-1.

La granulometría combinada de los agregados es clasificada como de graduación gruesa cuando la curva granulométrica pasa por debajo de los puntos de control indicados en el Cuadro 1003-21. Todas las otras granulometrías son clasificadas como de graduación fina.

*(A) presentación del informe de diseño de mezcla*

La fórmula de trabajo deberá ser presentada para su aprobación al menos 28 días antes del inicio del proceso de producción. Dicho informe debe indicar la ubicación de cada una de las plantas asfálticas que serán usadas y una fórmula de trabajo específica para cada planta. Para certificar la fórmula de trabajo se debe incluir un formulario firmado por el laboratorio de ensayo correspondiente que indique que se está cumpliendo con todos los requerimientos

del contrato y que la mezcla puede ser compactada en campo durante la construcción de modo que se cumplan los requisitos del contrato. Para cada fórmula de trabajo, se debe suministrar la siguiente información:

### **I. AGREGADO Y RELLENO MINERAL:**

- 1) Valores de Diseño
  - Valor de diseño para el porcentaje pasando cada tamiz de agregado.
  - Los porcentajes de cada apilamiento que se utilizarán según su granulometría deben ser determinados con base en el tamaño nominal máximo de agregado según lo mostrado en el Cuadro 1003-19.
- 2) Fuente y porcentaje de cada apilamiento de agregado por ser usado en el diseño.
- 3) Granulometría promedio para cada apilamiento de agregado.
- 4) Se debe suministrar al Contratante muestras representativas de cada apilamiento de agregado. Las muestras deben ser tomadas al mismo tiempo que las que va a usar el contratista en su laboratorio de control de calidad, de la forma siguiente:
  - 375 kilogramos de cada agregado de acuerdo con el porcentaje de cada apilamiento usado en el diseño de mezcla.
  - 10 kilogramos de agregado fino, tomado de la casa de finos.
  - 10 kilogramos de relleno mineral si va a ser utilizado en la mezcla.
- 5) El Contratista también debe presentar resultados de los ensayos de control de calidad de todas las fuentes seleccionadas. Dichos ensayos deben incluir: equivalente de arena, caras fracturadas, abrasión en la máquina de Los Ángeles, sanidad en sulfato de sodio, durabilidad del agregado grueso y durabilidad del agregado fino.

### **II. CEMENTO ASFÁLTICO**

- 1) Contenido óptimo de cemento asfáltico.
- 2) Se deben suministrar al Contratante cinco galones del cemento asfáltico usado en la mezcla. Dicha muestra no debe contener aditivos antiadherentes si estos son incluidos en el diseño.
- 3) Resultados recientes de control de calidad del productor del ligante incluyendo la curva viscosidad-temperatura.
- 4) Hojas de seguridad del material.
- 5) Rangos de las temperaturas de mezclado y compactación del asfalto.

**III. ADITIVOS ANTIADHERENTES**

- 1) 0,5 litros de aditivo antidesnudante o 5 kilogramos de cemento, cenizas volantes o cal deben ser suministrados al Contratante.
- 2) Nombre del producto
- 3) Productor del aditivo
- 4) Hoja de seguridad del material, y
- 5) Detalles de la forma de aplicación

*(b) Verificación del Diseño de Mezcla*

El Contratante debe revisar el diseño de mezcla suministrado por el Contratista y realizar una verificación del mismo. Si la verificación es realizada, la información suministrada por el Contratista deberá coincidir con los resultados de los ensayos de verificación dentro de las tolerancias indicadas aquí.

**i. GRANULOMETRÍA DE LOS AGREGADOS:**

En cada tamiz, los porcentajes de muestras representativas de agregado de cada apilamiento deben cumplir con las tolerancias especificadas a continuación, cuando han sido combinadas de acuerdo con el Diseño de Mezcla suministrado por el Contratista.

Abertura del tamiz	Tolerancia % ( $\pm$ )
25 mm	3,0
19 mm	3,0
12,5 mm	3,0
9,5 mm	3,0
4,75 mm	3,0
2,36 mm	3,0
425 $\mu$ m	2,0
75 $\mu$ m	1,0

**ii. VACÍOS EN EL AGREGADO MINERAL (VAM):**

El valor de VAM suministrado por el Contratista debe verificarse. El resultado deberá ser mayor que el valor mínimo especificado.



**iii. VACÍOS LLENOS CON ASFALTO (VFA).**

El valor de VFA suministrado por el Contratista debe verificarse. El resultado deberá estar dentro del rango especificado.

**iv. CONTENIDO DE VACÍOS.**

El resultado de Contenido de Vacíos suministrado por el Contratista deberá estar dentro de un 1,0 % del rango especificado para el mismo contenido de asfalto de la fórmula de trabajo.

**v. RESISTENCIA RETENIDA A LA TENSIÓN DIAMETRAL.**

El resultado de resistencia retenida a la tensión diametral debe ser verificado. Dicho valor debe ser mayor que el valor mínimo especificado.

**vi. POLVO-ASFALTO Ó SEGÚN CUADRO 412-1.**

*(c) Cambios y reenvío del Informe de Diseño de Mezcla*

Si el informe de diseño de mezcla es rechazado, o una fuente de material o el material reciclado es cambiado, se debe suministrar una nueva fórmula de trabajo para su aceptación. Para la aceptación del cambio a la fórmula de trabajo, pueden ser necesarios hasta 21 días. Los cambios aprobados en la fórmula de trabajo no son retroactivos para el pago.

El Contratante deducirá todos los costos de evaluación de la fórmula de trabajo que sean resultado de:

- Cambios a la fórmula de trabajo requeridos por el Contratista.
- Solicitudes del Contratista para realizar cambios adicionales a la fórmula de trabajo.
- Ensayos adicionales debido a errores en la fórmula de trabajo suministrada.

*(d) Aceptación del Diseño de Mezcla*

No se debe iniciar la producción de la mezcla asfáltica hasta que el diseño sea formalmente aceptado por el Contratante.

**CUADRO 412-1**

**Requerimientos de Diseño para Mezclas Asfálticas en Caliente Tipo SUPERPAVE (AASHTO M 323)**

ESAL de Diseño (millones)	Nivel de Compactación Giratoria (% Densidad Específica Máxima Teórica, Gmm) AASHTO R 35			Valor Mínimo de Vacíos en el Agregado Mineral (VMA) % <sup>(4)</sup>				Vacíos Llenos con Asfalto (VFA) % <sup>(5)</sup> <sup>(6)</sup>	Razón Polvo - Asfalto <sup>(1)</sup>	Porcentaje de Resistencia Retenida a la Tensión (%), AASHTO T 283 <sup>(2)</sup>
				Tamaño Nominal Máximo del Agregado <sup>(3)</sup>						
	N <sub>inicial</sub>	N <sub>diseño</sub>	N <sub>máx</sub>	25,0 mm	19,0 mm	12,5 mm	9,5 mm			
< 0,3	6 (≤ 91.5%)	50 (≤ 96%)	75 (≤ 98%)	12	13	14	15	70 - 80	0.8 - 1.6	80
0,3 a < 3	7 (≤ 90.5%)	75 (≤ 96%)	115 (≤ 98%)					65 - 78		
3 a < 30	8 (≤ 89%)	100 (≤ 96%)	160 (≤ 98%)					65 - 75		
≥ 30	9 (≤ 89%)	125 (≤ 96%)	205 (≤ 98%)					65 - 75		

<sup>(1)</sup> Incluir aditivos mejoradores de adherencia no líquidos, finos provenientes de la casa de finos, y otra materia mineral añadida a la mezcla asfáltica. La razón polvo-asfalto deberá calcularse con base en el asfalto efectivo (calculado por peso total de la mezcla).

<sup>(2)</sup> Los especímenes deberán ser preparados de acuerdo con AASHTO T 283.

<sup>(3)</sup> El tamaño máximo nominal de agregado corresponde a un tamiz superior al primer tamiz que retiene más del 10 por ciento del peso total de agregado.

<sup>(4)</sup> Cuando el material mineral o cal hidratada es añadida a la mezcla, dichos valores deben ser incluidos en el cálculo del VMA.

<sup>(5)</sup> Para mezclas con 9,5 mm de tamaño nominal máximo de agregado con ≥ 3 millones de ESALs, el VFA deberá estar en el rango entre 73 a 76 %.

<sup>(6)</sup> Para mezclas con 9,5 mm de tamaño nominal máximo de agregado con < 3 millones de ESALs, el VFA ≥ 67 %.

■ **412.3.2 Preparación de la Superficie**

Ver Artículo 405.3.2

■ **412.3.3 Limitaciones de Clima**

Ver Artículo 405.3.3

■ **412.3.4 Preparación del Asfalto**

Ver Artículo 405.3.4

■ **412.3.5 Preparación del Agregado**

Ver Artículo 405.3.5

■ **412.3.6 Mezclado**

Ver Artículo 405.3.6

■ **412.3.7 Acarreo**

Ver Artículo 405.3.7

■ **412.3.8 Procedimientos de Arranque de la Producción**

Ver Artículo 405.3.8

■ **412.3.9 Colocación y Acabado**

Ver Artículo 405.3.9

■ **412.3.10 Compactación**

Ver Artículo 405.3.10

■ **412.3.11 Juntas, Acabado de los Bordes y Limpieza.**

Ver Artículo 405.3.11

■ **412.3.12 Lisura del Pavimento.**

Ver Artículo 405.3.12

**412.4 MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS**

■ **412.4.1 Planta Mezcladora de Concreto Asfáltico.**

Ver Artículo 405.4.1

■ **412.4.2 Equipo de Acarreo**

Ver Artículo 405.4.2

**412.5 ACEPTACIÓN**

- Ver Cuadro 412-2 para los requerimientos de muestreo y ensayo y la categoría de la aceptación de calidad.
- El cemento asfáltico será evaluado bajo lo indicado en el Cuadro 1002-2.
- El contenido de asfalto, el VAM, la densidad y la rugosidad serán evaluadas con base en la División I, Art. 102.21.
  - (a) Contenido de asfalto. El valor superior e inferior de los límites de especificación son los aprobados en la formula de trabajo más o menos 0,4 %.
  - (b) VMA. El valor inferior de la especificación es el mostrado en el Cuadro 412-1.
  - (c) Densidad de compactación. El valor inferior de la especificación es 91 por ciento de la gravedad específica máxima teórica determinada de acuerdo con el procedimiento AASHTO T 166 y T 209. El porcentaje de compactación calculado de acuerdo con la medición de la gravedad específica máxima teórica será determinado de acuerdo con la producción de al menos un día.
  - (d) VFA. El valor superior e inferior de la especificación de VFA se encuentran en el Cuadro 412-1.
  - (e) Graduación del agregado. Los límites superior e inferior de las especificaciones son resultados de las mezclas de los agregados más o menos las desviaciones, estos son mostrados en el Cuadro 1003-19.

CUADRO 412-2

**Requerimientos para Muestras y Ensayos**

Material o Producto	Tipo de Aceptación	Características	Categoría	Métodos de Ensayo	Frecuencia de Ensayo	Punto de Muestreo	Separación de la Muestra	Reporte
Calidad de la fuente de agregado	Se debe medir y ensayar para determinar aceptación.	Abrasión (grueso)		AASHTO T 96	1 por tipo y fuentes de material	Fuente de materiales	Si	Antes de la producción
		Sanidad en Sulfato de Sodio (grueso y fino)		AASHTO T 104	1 por tipo y fuentes de material	Fuente de materiales	Si	Antes de la producción
		Angularidad del agregado fino		AASHTO T 304, método A	1 por tipo y fuentes de material	Fuente de materiales	Si	Antes de la producción
		Equivalente de arena		AASHTO T 176	1 por tipo y fuentes de material	Fuente de materiales	Si	Antes de la producción
Concreto asfáltico (diseño de mezcla)	Se debe medir y ensayar para determinar aceptación	Granulometría		AASHTO T 27 & T 11	1 por diseño de mezcla suministrado	Apilamientos	Si	28 días antes de producir
		VMA		AASHTO R 35	1 por diseño de mezcla suministrado			
		VFA			1 por diseño de mezcla suministrado			
		Vacios			1 por diseño de mezcla suministrado			
		TD		AASHTO T 283	1 por diseño de mezcla suministrado			
Asfalto	Se debe medir y ensayar para determinar aceptación	Calidad		1002.01	1 por fuente diseño de mezcla			
					1 para 2000 Tn de mezcla, pero no menos de 5 muestras	Entre el fanque y la planta de mezclado	2-1-L muestras	
Mezcla asfáltica en caliente	Se debe medir y ensayar para determinar aceptación	Temperatura de la mezcla asfáltica			Primera carga o la que indique el Ingeniero	En góndola de vagoneta o en camellon antes de ser compactado		Cuando se completen los ensayos
Mezcla asfáltica en caliente (tramo de prueba)	Estadística	Granulometría	I	AASHTO T 308 & T 30	3 mínimo	Detrás del pavimentador antes de compactar	Si	4 horas

Material o Producto	Tipo de Aceptación	Características	Categoría	Métodos de Ensayo	Frecuencia de Ensayo	Punto de Muestreo	Separación de la Muestra	Reporte
		4.75 mm	I					
		600 µm	I					
		75 µm	I					
		Otros lamices especificados	I					
		Contenido de asfalto	I	AASHTO T 308	3 mínimo	Después del pavimentador antes de compactar	Si	4 horas
		VMA	I	AASHTO R 35	3 mínimo	Después del pavimentador antes de compactar	Si	4 horas
		VFA	I	AASHTO R 35	3 mínimo	Después del pavimentador antes de compactar	Si	4 horas
	Densidad de núcleos (1)	I	AASHTO T 166	5 mínimo	En sitio después de compactar	Núcleos de mezcla asfáltica después de compactación (1)		
Se debe medir y ensayar para determinar aceptación	Máxima gravedad específica (densidad)		AASHTO T 209	3 mínimo	Después del pavimentador antes de compactar	Si	24 horas	
Mezcla asfáltica en caliente (producción)	Estadística	Contenido de asfalto	I	AASHTO T 308	1 cada 700 Tn	Después del pavimentador antes de compactar	Si	4 horas
		VMA	I	AASHTO R 35	1 cada 700 Tn	Después del pavimentador antes de compactar	Si	4 horas
		Densidad de núcleos	I	AASHTO T 166	1 cada 700 Tn	En sitio		24 horas
	Se debe medir y ensayar para determinar aceptación	VFA		AASHTO R 35	1 cada 700 Tn	Después del pavimentador antes de compactar	Si	4 horas
		Granulometría		AASHTO T 308 & T 30	1 cada 700 Tn	Después del pavimentador antes de compactar	Si	4 horas
		Gravedad específica máxima teórica		AASHTO T 209	Al menos 1 por día	Después del pavimentador antes de compactar	Si	4 horas

Los núcleos deber ser extraídos de acuerdo con AASHTO T 230, método B. Los agujeros de los núcleos deberán ser llenados y compactados con mezcla asfáltica. Los núcleos deberán tener un diámetro de 150 mm.

#### 412.6 MÉTODOS DE MEDICIÓN

Medir la carpeta de concreto asfáltico en caliente, el cemento asfáltico, el relleno mineral y el aditivo para adherencia, en toneladas.

### 412.7 BASES PARA EL PAGO

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 la compensación total por el trabajo prescrito en esta Sección..

El pago será hecho bajo los siguientes conceptos.

Ítem de Pago	Descripción -- Concepto de Pago	Unidad de Medida
412.1	Carpeta de concreto asfáltico diseñado por la metodología SUPERPAVE	Tonelada Metro Cúbico
412.2	Cemento asfáltico no modificado (se debe especificar el grado)	Tonelada
412.3	Relleno mineral	Metro Cúbico
412.4	Aditivo anti-adherente (se debe especificar el tipo)	Tonelada Metro Cúbico

## SECCIÓN 413 SELLO CON LECHADA ASFÁLTICA

### 413.1 DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en el Suministro y aplicación de un sello de una mezcla de lechada asfáltica sobre la superficie de un pavimento existente de conformidad con estas especificaciones, los planos o las órdenes del Ingeniero.

Los tipos de lechada asfáltica aparecen en el Cuadro 1003.15.

Los grados de emulsión asfáltica son designados de acuerdo con AASHTO M 140 ó M 208.

### 413.2 MATERIALES

Los materiales se ajustarán a los requisitos estipulados en los siguientes artículos:

Agregado para lechadas superficiales.....	Artículo-1003.13
Emulsión Asfáltica.....	Artículo-1002.4
Relleno Mineral.....	Artículo-1003.18
Agua.....	Artículo-1012.1

### 413.3 REQUISITOS PARA LA CONSTRUCCIÓN

#### 413.3.1 Composición de la Mezcla (Fórmula de Control)

El Contratista deberá suministrar una mezcla de lechada asfáltica para sello compuesta de agregado, agua, emulsión asfáltica y aditivos de acuerdo con la norma ASTM D 3910 e ISSA T 114, conforme a la gradación aplicable del Cuadro 1003.15 y los siguientes contenidos de asfalto residual.

- **Tipo I** - Contenido de asfalto residual entre 10.0% y 16.0%.
- **Tipo II** - Contenido de asfalto residual entre 7.5% y 13.5%.
- **Tipo III** - Contenido de asfalto residual entre 6.5% y 12.0%.

El Contratista deberá someter por escrito, a la aprobación del Ingeniero, la Fórmula de Control de la Mezcla, por lo menos, 12 días antes de iniciar la producción. El Contratista incluirá lo siguiente:

*a) Valores de la Gradación del Agregados*

Estos serán el valor representativo para cada tamaño de tamiz para la mezcla de agregados.

*b) Contenido de Emulsión Asfáltica*

Este será el contenido de asfalto residual como un porcentaje en peso del agregado seco.

*c) Muestras de los Agregados*

Muestras de 45 Kg de cada agregado.

*d) Muestra de la Emulsión Asfáltica*

Muestra de 20 litros de la emulsión asfáltica a ser usada en la mezcla y constancia de la fuente. La muestra deberá ser entregada en recipientes de plástico.

*e) Muestra del Relleno Mineral*

Muestra de 25 Kg de cada relleno mineral propuesto, cuando sea aplicable.

La Fórmula de Control de la Mezcla será evaluada antes de aprobarla.

#### 413.3.2 Preparación de la Superficie.

La superficie a ser sellada deberá ser preparado de acuerdo con lo dispuesto en la Sección-301.

#### 413.3.3 Limitaciones por Condiciones del Clima

El sello de lechada asfáltica deberá ser aplicado cuando la temperatura del aire a la sombra y la temperatura de la superficie sean, por lo menos, de 15°C si va subiendo y cuando el clima no esté nublado, lluvioso o nuboso.

#### 413.3.4 Aplicación de la Lechada Asfáltica

La lechada de asfalto deberá ser mezclada en un mezclador de lechadas asfálticas. La superficie preparada será mojada por medio de la barra rociadora de agua en forma de neblina, inmediatamente antes de que pase el esparcidor.

El aditivo deberá ser mezclado con el agregado usando el alimentador de finos. Se deberá pre-humedecer el agregado en la mezcladora de amasado inmediatamente antes de mezclarlo con la emulsión asfáltica.

La lechada asfáltica deberá ser revuelta un máximo de 4 minutos. Se deberá asegurar que la lechada tenga la consistencia deseada cuando sale del mezclador y que se ajusta a la Formula de Control de la Mezcla aprobada. El Ingeniero podrá aprobar que se hagan ajustes en el contenido de relleno mineral y de la emulsión asfáltica durante la construcción para acomodar la mezcla a las condiciones de campo.

Se deberá llevar suficiente cantidad de mezcla de lechada asfáltica en el esparcidor para cubrir completamente la superficie. La mezcla será esparcida por medio de una caja esparcidora de rastras, simple, de tipo mecánico; en áreas no accesibles para la caja esparcidora, se deberá usar rastrar manuales para distribuir la mezcla de la lechada asfáltica.

El Contratista deberá dejar que curen las áreas tratadas antes de abrirlas al tráfico. La curación está completa cuando se puede sacar de la mezcla colocada, agua clara por medio de un pedazo de papel, sin que éste se decolore.

#### **413.4 MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS**

El Contratista deberá suministrar equipo con las siguientes capacidades:

##### *(a) Mezclador de Lechada Asfáltica*

- Autopropulsado.
- Mezcladora de Flujo Continuo.
- Controles Calibrados.
- Dispositivos de medición de fácil lectura que midan exactamente los materiales componentes antes de entrar al mezclador de amasar.
- Sistema automatizado de alimento de los materiales con la secuencia que asegure una producción constante de mezcla de lechada asfáltica.
- Cámara de mezclado que mezcle completamente los ingredientes.
- Alimentador de finos con dispositivos de medición para introducir el aditivo en el mezclador cuando se introduce el agregado en el mezclador.
- Un sistema alimentador de agua a presión con barra de riego del tipo de niebla capaz de nebulizar la superficie inmediatamente antes del equipo esparcidor a una tasa de aplicación de 0.13 a 0.27 litros por metro cuadrado.
- Sistema de dosificación que sea exacto para medir todo el material independientemente de la velocidad del motor.
- Velocidad mínima de 20 metros por minuto y velocidad máxima de 55 metros por minuto.
- Capacidad de almacenamiento mínima de 6 toneladas.
- Que sea capaz, de acuerdo con o estipulado en las Guías de Ejecución A 105 de la ISSA.



*(b) Caja Esparcidora de Rastra Simple, de Tipo Mecánico*

- Se fija al mezclador de lechada asfáltica.
- Lleva una rastra flexible en contacto con la superficie para evitar pérdida de lechada.
- Ajustable para asegurar un esparcido uniforme sobre pendientes y coronas variables.
- De ancho ajustable con una enrasadora flexible.

Con barrenos para que haya flujo uniforme hacia los extremos.

*(c) Equipo Auxiliar*

- El Contratista deberá tener disponibles rastras manuales, palas y otro equipo necesario para realizar el trabajo, así como equipo de limpieza incluyendo, aunque sin limitarse a, escobas autopropulsadas, compresores de aire, equipo limpiador a chorro de agua y escobas manuales para la preparación de la superficie.

**413.5 ACEPTACIÓN**

La emulsión asfáltica será evaluada mediante mediciones y ensayos de laboratorio (División I, Art. 102.21 y Artículo-1002.9).

El agregado para la lechada asfáltica será evaluado visualmente y por medio de mediciones y ensayos. El Cuadro 413-1 da los requisitos mínimos para muestreo y ensaye.

**CUADRO 413-1**  
**Muestreo y Ensayo**

Material o producto	Propiedad o característica	Método de Ensayo o Especificaciones	Frecuencia	Lugar de Muestreo
Agregado para Lechada Asfáltica	Gradación	AASHTO T 27 y AASHTO T 11	1 por 500 ton.	Material producido o acopiado
	Módulo de Finura <sup>(1)</sup>	AASHTO T 27	1 por 500 ton.	Material producido o acopiado
	Equivalente de Arena	AASHTO T 176 método alterno N° 2	1 por 500 ton.	Material producido o acopiado

<sup>(1)</sup>Ver AASHTO M 29

La construcción del sello con lechada de mezcla asfáltica será evaluada visualmente y mediante mediciones o ensayos (División I, Art. 102.21).

**413.6 MÉTODOS DE MEDICIÓN**

El sello de lechada de mezcla asfáltica será medido en metros cuadrados. El ancho será medido horizontalmente para incluir la corona de la superficie y los ensanches permisibles de las curvas. La longitud será medida horizontalmente a lo largo de la línea central de la vía. La emulsión asfáltica y los agregados para la lechada asfáltica serán medidos en toneladas.

### 413.7 BASES PARA EL PAGO

Las cantidades aceptadas, medidas de acuerdo con el artículo precedente, serán pagadas al precio de contrato por unidad de medida para el concepto listado más adelante que aparezca en el Pliego de Licitación, precio y pago que serán compensación total por el trabajo prescrito en esta Sección.

Los pagos serán efectuados bajo los siguientes conceptos:

Ítem de Pago	Descripción -- Concepto de Pago	Unidad de Medida
413.1	Emulsión Asfáltica, Grado ___	Tonelada
413.2	Agregado para Sello de Lechada Asfáltica	Tonelada
413.3	Sello con Lechada Asfáltica	Metro Cuadrado

## SECCIÓN 414 TRATAMIENTO ASFÁLTICO DE MANTENIMIENTO

### 414.1 DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en el suministro y aplicación de un doble riego de asfalto de preservación con recubrimiento de agregado sobre una calzada preparada previamente, de acuerdo con estas especificaciones y ajustada razonablemente a las líneas que indiquen los planos u ordene el Ingeniero.

### 414.2 MATERIALES

#### 414.2.1 Materiales Asfálticos

El tipo y clase del asfalto será especificado en el Pliego de Licitación y estará de acuerdo con lo dispuesto en los siguientes artículos:

Asfalto Rebajado .....	Artículo-1002.3
Emulsión Asfáltica.....	Artículo-1002.4
Materiales de Secado.....	Artículo-1003.17

Las temperaturas de aplicación de los materiales asfálticos serán las indicadas en el Artículo-1002.10.

#### 414.2.2 Agregados

El agregado deberá satisfacer los requisitos del Artículo-1003.14 en lo referente a las graduaciones establecidas en el Pliego de Licitación. El agregado se podrá aceptar acopiado en su lugar de origen.

### 414.3 REQUISITOS PARA LA CONSTRUCCIÓN

#### 414.3.1 Limitaciones debidas a Condiciones Climatológica

El asfalto será aplicado únicamente cuando la superficie que vaya a recibir el tratamiento esté seca o ligeramente húmeda cuando la temperatura superficial a la sombra fuese superior a 13°C en ascenso, o superior a 15°C si está en descenso, y cuando el tiempo no esté brumoso ni lluvioso.

### **414.3.2 Preparación de Superficie**

Si la superficie se encuentra bien compacta y no necesita ser conformada con motoniveladora, o si la superficie ha sido especialmente compactada, esta deberá ser barrida completamente con una barredora mecánica inmediatamente antes de la primera aplicación de asfalto. No obstante, si fuese necesario eliminar ondulaciones u otras irregularidades, la superficie deberá escarificarse ligeramente o darle unas pasadas con arado discos, inmediatamente antes de la primera aplicación del asfalto y conformada con una motoniveladora. Cuando se esté escarificando o empleando los discos, se deberá tener cuidado de no maltratar la base o calzada de la vía en un espesor mayor que el necesario para la conformación de la superficie con motoniveladora. En general, el espesor que se afloje por medio de la escarificación o de los discos, no deberá ser mayor de 2.5 centímetros, excepto cuando el Ingeniero ordene otro espesor.

Si el Ingeniero lo ordena, la superficie de la vía deberá ser ligeramente emparejada con la cuchilla de una motoniveladora y compactada inmediatamente antes de la aplicación del asfalto, en cuyo caso no se necesitará el barrido ni soplado. En el caso de que, por motivo de la operación anterior, la superficie de la vía quede polvorienta, se deberá recurrir a un ligero riego de agua poco antes de proceder a aplicar el asfalto para mejorar el recubrimiento y la penetración.

Cuando así lo indiquen los planos, la calzada de la vía deberá prepararse mediante una compactación especial.

### **414.3.3 Aplicación del Material Asfáltico**

El asfalto del tipo y clase especificados, deberá ser colocado en dos aplicaciones según las cantidades que indique el Ingeniero y con una temperatura dentro de los límites señalados en el Artículo-1002.10 para el material específico que se esté utilizando. La cantidad total de las dos aplicaciones indicadas por el Ingeniero será de 3.0 a 3.5 litros por metro cuadrado. Durante las aplicaciones de asfalto las superficies de todas las estructuras y árboles cercanos, deberán ser protegidos para evitar que se salpiquen o dañen. Ningún asfalto sobrante deberá arrojarse en bancos de préstamo, cunetas, o arroyos.

El asfalto será aplicado en franjas con un ancho de aproximadamente la mitad del ancho de la superficie completa, a no ser que este ancho fuese tan grande que hiciera impráctica tal aplicación, en cuyo caso la aplicación del asfalto deberá hacerse en dos o más franjas según sea necesario.

### **414.3.4 Distribución de los Agregados**

La primera aplicación de asfalto deberá dejarse sin tocar durante un período mínimo de 4 horas, para que penetre en la superficie. Después de este lapso, la superficie asfaltada deberá cubrirse con el agregado de la gradación especificada, esparcido por medio de equipo adecuado y en la cantidad suficiente para evitar la adherencia del asfalto al equipo que se está utilizando. Cuando se recubra con agregado la primera franja de franjas contiguas, deberá dejarse sin cubrir una tira de por lo menos 20 centímetros de ancho, donde las dos franjas se juntan, para permitir un ligero traslape del asfalto.

Se deberá permitir que la primera aplicación de asfalto y agregados descrita anteriormente, se cure por un período mínimo de 5 días, durante el cual la vía se abrirá al tráfico; además el agregado se deberá mantener barrido y libre de ondulaciones. Se deberá adicionar agregado en aquellos lugares o áreas que presenten exudación de asfalto. Todos los hoyos que se desarrollen por motivo de la circulación de vehículos en la superficie, deberán ser reparados con asfalto y agregados. Antes de la segunda aplicación de asfalto, se deberán eliminar toda la tierra suelta, polvo y exceso de agregado, por medio de un barrido completo.

Inmediatamente después de la segunda aplicación del asfalto, se procederá a esparcir con equipo aprobado, el material de secado en cantidades que oscilen entre 15 y 20 kilogramos por metro cuadrado. El contenido de humedad de este material de secado no deberá ser mayor del 5 por ciento del peso seco del material en el momento de su esparcido.

#### **414.3.5 Barrido y Compactación**

Después de cada esparcido del material de secado, la superficie tratada deberá ser alisada mediante el barrido y compactación con aplanadora mecánica. El material de secado deberá mantenerse uniforme bajo la acción del tráfico, mediante el barrido permanente durante un período no menor de 5 días. Cuando lo disponga el Ingeniero, cualquier exceso de material de secado debe ser barrido de la superficie, o en caso de que se produzcan exudaciones del asfalto, se debe barrer el material de secado sobrante hacia la zona afectada.

Cuando no hubiese suficiente material excedente, el material de secado adicional podrá ser distribuido desde un camión.

#### **414.3.6 Acopio de Materiales**

Cuando esté indicado en los planos, el agregado del tipo especificado deberá ser acopiado en las cantidades y lugares que se hayan determinado. Los acopios de material deberán estar conformados como lo indique el Ingeniero. Los sitios que se vayan a ocupar para acopiar material, deberán ser despejados, limpiados y nivelados por el Contratista.

Cuando este indicado en los planos y sea requisito del Pliego de Licitación, la totalidad o una parte del agregado que se tenga que acopiar, deberá ser tratada con asfalto del tipo empleado en los riegos. El asfalto será aplicado al agregado seco en las cantidades que indique el Ingeniero, y ambos materiales deberán ser revueltos completamente en una mezcladora móvil o portátil, revueltos mediante una motoniveladora, o utilizando otros métodos aprobados por el Ingeniero. Después de este tratamiento el material será apilado conforme las instrucciones del Ingeniero.

### **414.4 MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS**

El equipo que utilice el Contratista deberá incluir una barredora mecánica, una motoniveladora, equipo con escoba de arrastre, una aplanadora autopropulsada con un peso mínimo de 5 toneladas, equipo esparcidor de agregados ajustable y equipo para calentar y distribuir a presión el asfalto. Tanto el esparcidor de agregados como el calentador y distribuidor de asfalto, deberán cumplir con los requisitos establecidos en el Artículo-404.4.

### **414.5 ACEPTACIÓN**

Los rebajados asfálticos y las emulsiones asfálticas serán evaluados mediante mediciones y ensayos (División I, Art. 102.21) y según lo estipulado en el Artículo-1002.3.

Los agregados serán evaluados visualmente y mediante mediciones y ensayos. Ver Cuadro 404-3 que especifica los requisitos mínimos para muestreo y ensaye.

La Ejecución de tratamientos asfálticos de mantenimiento será evaluada visualmente y mediante mediciones y ensayos (División I, Art. 102.21).

Si hay que usar material de secado será evaluado bajo la Sección-401.

### **414.6 MÉTODOS DE MEDICIÓN**

El asfalto se medirá en toneladas o litros y el agregado se medirá en toneladas o en metros cúbicos.

El agregado que vaya a ser tratado con asfalto y después acopiado, deberá ser medido con anterioridad a esta operación, y el asfalto, medido separadamente.

Cuando en el Pliego de Licitación se muestren como materiales optativos, para conceptos de pago, la escoria, piedra o grava, y el pago se haga por peso, la medición de cantidades se basará en la gravedad específica de masa promedio determinada mediante ensayos de los materiales optativos correspondientes. No se hará ningún ajuste en el precio

unitario por variación en la cantidad debida a diferencias en la gravedad específica de masa promedio del material efectivamente empleado.

#### 414.7 BASES PARA EL PAGO

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.

Los pagos serán efectuados bajo los siguientes conceptos:

Ítem de Pago	DESCRIPCION -- CONCEPTO	Unidad de Medida
414.1	Tratamiento Asfáltico de Mantenimiento	Metro Cúbico
414.2	Agregados	Metro Cúbico
414.3	Agregado para Tratamiento Asfáltico de Mantenimiento, gradación _ _.	Metro Cúbico
414.4	Agregado para Tratamiento Asfáltico de Mantenimiento, gradación	Tonelada
414.5	Agregado Tratado con Material Asfáltico Acopiado, gradación _.	Metro Cúbico
414.6	Agregado Tratado con Material Asfáltico Acopiado, gradación _.	Tonelada
414.7	Asfalto, grado SC ___ para Tratamiento Asfáltico de Mantenimiento.	Tonelada
414.8	Asfalto, grado SC __ para Tratamiento Asfáltico de Mantenimiento.	Litro
414.9	Asfalto, grado MC _ para Tratamiento Asfáltico de Mantenimiento.	Tonelada
414.10	Asfalto, grad__ para Tratamiento Asfáltico de Mantenimiento.	Litro
414.11	Emulsión Asfáltica, Grado ___ para Tratamiento Asfáltico de Mantenimiento.	Tonelada
414.12	Emulsión Asfáltica, Grado ____ para Tratamiento Asfáltico de Mantenimiento.	Litro

## SECCIÓN 415

### SELLO DE ARENA ASFALTO EN FRÍO

#### 415.1 DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en la construcción de una o más capas de arena y asfalto líquido mezclados y colocados en frío sobre una base preparada de acuerdo con estas especificaciones y de conformidad razonable con las líneas, rasantes, espesores y secciones transversales típicas mostrados en los planos u ordenados por el Ingeniero.

#### 415.2 MATERIALES

En general, los materiales asfálticos y los agregados minerales deberán llenar los requisitos pertinentes de la División III de estas especificaciones y los siguientes:

##### a. AGREGADOS

El agregado deberá ser arena o grava procedente de rocas duras y durables, que no contenga arcilla en terrones ni como película adherida a los granulos y deberá estar libre de material orgánico. La gradación podrá obtenerse o mejorarse revolviendo dos o más clases de materiales aceptables. Se usará cualquiera de las siguientes graduaciones que indiquen las Condiciones Especiales del Contrato, o el Pliego de Licitación.

**CUADRO No. 415-1**

**Graduaciones de Agregados para Sellos de Arena-Asfalto**

Pasa el Tamiz	Retenido en el Tamiz	Gradación A	Gradación B	Gradación C
No. 4	- -	100	100	100
No. 4	No. 10	0-10	0-10	0-15
No. 10	No. 40	10-50	5-60	0-60
No. 40	No. 80	30-60	25-75	20-80
No. 80	No. 200	10-40	5-50	0-50
No. 200	- -	0-7	0-10	0-12

**Nota:** El contenido de arcilla, determinado por la prueba de elutriación no deberá exceder del 6 %, 8 % y 10 % para las graduaciones A, B y C, respectivamente.

1) La fracción que pasa la malla No. 40 deberá tener las siguientes propiedades características:

- Humedad Equivalente en el campo en el momento de la revoltura Máximo 3%
- Límite Líquido Máximo 25%
- Índice de Plasticidad Máximo 6%
- Equivalente de Arena Mínimo 25%

- 2) El tamaño máximo del agregado no deberá exceder 38 mm para capas de base y 25 mm, para carpetas de rodamiento.
- 3) El resultado de la Prueba de Desgaste de Los Angeles para la fracción del agregado retenida en la malla No. 8 no deberá exceder del 50%. El agregado estará sujeto a la aprobación previa, por escrito, del Ingeniero.

#### **b. MATERIALES ASFÁLTICOS**

Los materiales asfálticos a utilizar serán de los tipos siguientes:

- Asfaltos Rebajados RC-250
- Emulsiones. Asfálticas: MS-1, SS-1, CMS-2, CSS-1, MSS-2, SS-1h, CMS-2h, CSS-1h, MS-2h.

El tipo a usar será el indicado en los planos o en las Condiciones especiales del Contrato (**CEC**).

#### **c. MEZCLA ASFÁLTICA**

El contenido de asfalto en la mezcla asfáltica será el aprobado por el Ingeniero con base en los agregados a usar.

Los criterios de diseño de la mezcla, métodos de prueba, límites aceptables de valores sobre el índice de la resistencia retenida, se regirán por lo establecido en el Artículo-405.3.

El contenido de asfalto en la mezcla no deberá variar, por exceso o por defecto, de la proporción indicada por el Ingeniero, en más de 1% del peso unitario de la mezcla. El incumplimiento de esta condición será suficiente para que el Ingeniero rechace la mezcla asfáltica así preparada.

Cuando el asfalto usado sea RC-250, el contenido de humedad del agregado mineral no deberá exceder el 3% del peso seco del agregado en el momento de efectuarse la mezcla.

### **415.3 REQUISITOS PARA LA CONSTRUCCIÓN**

#### **415.3.1 Limitaciones del Clima**

La construcción de carpetas de arena-asfalto será realizada solamente cuando la superficie sobre la cual se va a colocar el material esté seca, la temperatura superficial de la base sea de 20°C o más y no haya amenaza de lluvia.

#### **415.3.2 Temperatura de Aplicación del Asfalto.**

La temperatura del asfalto en el momento de la revoltura deberá ser aquella a la cual dicho material tenga una viscosidad comprendida entre 75 y 150 SSF. En caso de que no se disponga de una curva de viscosidad-temperatura para obtener ese valor, la temperatura de aplicación del asfalto deberá estar comprendida entre los rangos siguientes:

CUADRO No. 415-2

## Temperatura de Aplicación del Material Asfáltico (°C)

Material	Mezcla sobre la Vía	Mezcla en Patios Especiales para el Efecto	Mezcla en Plantas Mezcladoras Fijas
RC - 250	40-70	40-70	57-84
Emulsión (Cualquier Tipo)	10-75	10-75	10-75

**415.3.3 Preparación de la Mezcla**

La mezcla asfáltica para la construcción de la carpeta podrá ser preparada en cualquiera de las formas siguientes:

## a) MEZCLADO SOBRE LA VÍA

Para preparar la mezcla sobre la vía se deposita el agregado (arena y/o grava) sobre la base ya preparada, en forma de camellones o apilada en montones esparcidos de acuerdo con el espesor de la capa a construir. Si el agregado se deposita en montones habría que convertirlos luego en camellones por medio de motoniveladoras u otro equipo aprobado. Los camellones deberán tener altura y separación suficientes para que después de extendido y compactado el agregado, se obtengan los espesores de diseño. Cuando lo exijan las Condiciones Especiales del Contrato, se deberán usar máquinas especiales para formar los camellones. La revoltura sobre la vía puede ser hecha con motoniveladoras y equipos complementarios o con plantas mezcladoras móviles.

Cuando el batido del material sobre la vía es realizado con motoniveladoras y equipo complementario, el material que forma los camellones se deberá extender de una manera uniforme sobre la superficie de apoyo. A continuación, se aplicará el asfalto por medio del distribuidor asfáltico, en proporción no mayor de 2.25 litros/metro cuadrado por pasada. El número de pasadas será el necesario para producir una mezcla con la proporción especificada de asfalto.

El equipo de mezclado, motoniveladoras y equipos complementarios, deberá seguir al distribuidor de asfalto, mezclando el agregado y el asfalto después de cada aplicación. La franja tratada se debe seguir revolviendo hasta que todo el asfalto libre se haya mezclado con el agregado.

Inmediatamente después de que el agregado de la franja en proceso haya recibido la aplicación total del asfalto, se continuará revolviendo con la motoniveladora hasta obtener una mezcla uniforme y de acuerdo al diseño.

Cuando la mezcla en la vía sea hecha en planta mezcladora móvil, el agregado se debe disponer sobre la superficie de apoyo de acuerdo con el sistema de recolección de dicha planta. Una vez que dentro de la planta se realice la revoltura del agregado con el asfalto en la proporción especificada, se debe colocar de nuevo la mezcla sobre la superficie de apoyo para proceder a su curado. En caso de que la mezcla así preparada precise, a juicio del Ingeniero, de una revoltura adicional, esta se debe efectuar con motoniveladora y equipo complementario o con pases adicionales de la propia planta mezcladora viajera.

## b) MEZCLADO EN PATIOS PREPARADOS PARA EL EFECTO

La mezcla en patios de mezclado consiste en la utilización de espacios apropiados situados fuera, pero en las vecindades de la plataforma de la vía, para la preparación de la mezcla. En este caso se usan también motoniveladoras y equipos complementarios (arados, gradas, tractores agrícolas, cargadoras, etc.) o plantas mezcladoras móviles,



siguiendo los procedimientos indicados anteriormente para revoltura sobre la vía. Una vez preparada la mezcla, se carga en volquetas para llevarla a los sitios de curado, o bien, se usan dos o más patios de revoltura y curado para alternar las operaciones de mezclado y curación. La ubicación de los patios de revoltura y curación será sometida a la aprobación del Ingeniero.

#### c) MEZCLADO EN PLANTAS FIJAS

Cuando se usen plantas mezcladora fijas para la preparación de la mezcla, el agregado y el asfalto se mezclan dentro de la planta en las proporciones establecidas. El tiempo de revoltura es el necesario para obtener una mezcla homogénea y deberá tener una duración no menor de 30 segundos. Una vez preparada la mezcla, se transporta en volquetas a los sitios de curado, o bien, se usan dos o más patios de revoltura y curación para alternar las operaciones de revoltura y curación.

#### **415.3.4 Curado de la Mezcla**

La operación de revoltura continúa con la del curado. Cualquiera que haya sido el método usado para preparar la mezcla y una vez que el asfalto haya cubierto la totalidad de las partículas agregadas, se distribuye la mezcla en capas delgadas y uniformes y se recoge de nuevo en camellones, con el objeto de lograr, por aireación y exposición al sol, la evaporación de los elementos volátiles del asfalto. Esta operación se ejecuta sobre la misma plataforma en el caso de que la mezcla asfáltica haya sido preparada sobre la vía.

Para las mezclas preparadas en patios de revoltura o en plantas mezcladoras fijas, la curación se puede realizar en patios adicionales al efecto, en cuyo caso, una vez terminada la revoltura se transporta a los patios de curación y, al concluir éstas, se transporta directamente al sitio de colocación en la vía. En caso de existir dos o más patios de mezclado y curado, no hay necesidad de transportar la mezcla a otro patio para su curación, sino que se hace ésta en el mismo patio, mientras que la revoltura de la siguiente tanda se hace en uno de los patios alternos.

En ningún caso se deberá comenzar el aplanado y compactación de la mezcla antes de que se haya evaporado, por lo menos, el 85% de los elementos volátiles del asfalto.

Cuando llueva durante el proceso de revoltura y curación, se recogerá el material en camellones. Después de la lluvia, se deberá trabajar la mezcla extendiéndola en capas delgadas y volviéndola a acamellonar hasta lograr que se evapore el agua absorbida. Cuando ocurra esta contingencia, se deberá controlar la proporción del asfalto en la mezcla, ya que el agua puede haber arrastrado parte del asfalto que no se hubiese mezclado totalmente. En este caso, se deberán hacer las adiciones de asfalto necesarias para restablecer la proporción de diseño.

#### **415.3.5 Esparcido, Conformación y Compactación.**

La mezcla curada se deberá extender, en capas sobre la superficie de apoyo, utilizando motoniveladoras o máquinas pavimentadoras, sin dañar dicha superficie de apoyo. La mezcla extendida se debe conformar y, utilizando compactadoras de ruedas neumáticas, se iniciará la compactación. La compactación se continuará hasta que desaparezcan las huellas de las ruedas. Cuando la mezcla asfáltica sea preparada en plantas mezcladoras fijas o en plantas mezcladoras móviles, las compactadoras de ruedas neumáticas deberán ser autopulsadas.

Se corregirán con motoniveladoras las irregularidades que se presenten en la superficie de la capa, mientras la carpeta esté todavía suelta. La compactación y el trabajo de nivelación se continuarán hasta conseguir que la superficie quede ajustada a las líneas, rasantes y sección transversal de diseño.

La compactación final se deberá hacer con aplanadoras de ruedas lisas de acero, tipo tándem, de no menos de 8 toneladas de peso total, las que deberán pasar después de terminada la compactación con las compactadoras de ruedas neumáticas autopulsadas, hasta que desaparezcan las huellas de sus propias ruedas y se alcance la densidad de campo especificada.

En caso de que aparezcan grietas o se produzcan desplazamientos de la mezcla, la superficie compactada deberá ser escarificada, procesada y compactada nuevamente.

#### **415.3.6. Caso Especial: Incorporación de Material Existente en la Calzada Actual**

En este caso, se escarificará la superficie del pavimento hasta la profundidad designada en los planos u ordenada por el Ingeniero y el material resultante se pulverizará y se eliminará el de sobre-tamaño. El material resultante será trasladado a un patio de revoltura, donde se comprobará la gradación resultante y se agregará material procedente de fuentes aprobadas para completar la gradación y cantidad requeridas. Luego se mezclarán los materiales granulares hasta uniformar la gradación. A continuación, se deberá proceder a mezclar con el asfalto en la forma indicada anteriormente.

La superficie escarificada de la vía será reconfirmada y recompactada y luego, imprimada de acuerdo con estas especificaciones. Si la colocación de la mezcla asfáltica sobre la vía se realiza corto tiempo después y la superficie imprimada no se ha secado o no ha estado sometida al tráfico vehicular, se podrá colocar la mezcla asfáltica directamente sin necesidad de aplicar un riego de liga o adherencia; de otra manera y según lo ordene el Ingeniero, se aplicará dicho riego de acuerdo con lo estipulado en la Sección-402 de estas especificaciones.

#### **415.3.7 Prueba de la Superficie**

Terminada la compactación se deberá probar la superficie de la carpeta con una regla de tres metros de longitud, colocado paralelamente al eje de la vía y con una plantilla que se adapte a la sección transversal de diseño. Cualquier irregularidad mayor de un centímetro (1.0 cm) deberá ser corregida por adición o extracción de mezcla, hasta lograr una superficie uniforme.

#### **415.3.8 Determinación de la Densidad.**

Después de terminada la compactación final, se deberán tomar muestras de la carpeta para determinar la densidad de campo de la mezcla. Cada muestra deberá tener una densidad no menor del 95% de la densidad de laboratorio para la mezcla correspondiente a la del sitio de donde fue tomado el núcleo de muestra.

Las áreas de carpeta recortadas para la toma de muestras deberán ser rellenadas y compactadas por el Contratista utilizando una mezcla igual a la original. Esa operación se deberá hacer antes de que transcurran dos (2) días de haber sido tomadas las muestras. No se concederá al Contratista compensación adicional por la toma de muestras ni por el nuevo material colocado en los huecos de muestreo.

#### **415.3.9 Disposiciones Complementarias.**

- El Ingeniero determinará, a menos que los planos o las Condiciones Especiales del Contrato lo estipulen de otra manera, el espesor de la capa de arena-asfalto que se podrá construir en una sola operación, pero en ningún caso dicho espesor podrá ser mayor de 10 cm. La carpeta de arena-asfalto en frío deberá ser construida en capas. Cuando haya que construir más de una capa, no se deberá comenzar el trabajo de una nueva capa antes de haber terminado y compactado definitivamente la anterior. El espesor mínimo de la capa deberá ser igual o mayor de 1.5 veces el tamaño máximo del agregado.
- Durante el período de construcción de la carpeta de arena-asfalto en frío se deberán tomar las precauciones necesarias para evitar el estancamiento del agua en la superficie de apoyo o en dicha carpeta completa o parcialmente mezclada.
- Cuando los planos o el Pliego de Licitación indiquen la aplicación de un sello, se procederá de acuerdo con la Sección-403 de estas especificaciones.
- El Contratista tomará todas las precauciones necesarias para evitar que con el riego de asfalto se manchen

cunetas, bordillos, aceras, losas y barandas de puentes, cabezales, rótulos de tráfico, etc. Igualmente, deberá proteger la vegetación adyacente a la zona donde se riega el asfalto, evitando que sea salpicada o dañada en otra forma. El Contratista está obligado a limpiar y reparar todo lo que resulte afectado por el riego de asfalto sin recibir compensación adicional por ello.

- Los camiones que se utilicen en el transporte de la mezcla asfáltica deberán estar provistos de lona o carpas para cubrir la carga y no serán cargados en forma tal que la mezcla se derrame a lo largo de la vía o camino de acceso que transiten.

#### **415.4 MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS**

El equipo a usar incluirá equipo de escarificar, mezclar, esparcir, acabar y compactar; distribuidor asfáltico; equipo de calentar y agitar asfalto; y camiones de volquete, cargadoras frontales o palas mecánicas, y plantas mezcladoras fijas o viajeras y pavimentadoras, si estas operaciones van a ser altamente mecanizadas.

El equipo a usar deberá cumplir con los requisitos de la Sección-406.

#### **415.5 ACEPTACIÓN**

- Los materiales asfálticos serán evaluados mediante mediciones y ensayos y según lo estipulado en el Artículo-1002.4.
- Los agregados (arena, grava, etc.) serán evaluados visualmente y mediante mediciones y ensayos.
- La construcción de carpetas de arena-asfalto será evaluada visualmente y mediante mediciones y ensayos (División I, Art. 102.21).

#### **415.6 MÉTODO DE MEDICIÓN**

##### **415.6.1 Carpeta de Mezcla**

La carpeta de arena-asfalto mezclada y colocada en frío, terminada satisfactoriamente de acuerdo con lo establecido en estas especificaciones o las órdenes del Ingeniero, se medirá en metros cúbicos. Este volumen se obtendrá multiplicando la longitud efectiva por el ancho del tramo y por el espesor promedio de la carpeta colocada.

La longitud efectiva es la longitud de la carpeta colocada, medida en metros a lo largo de la vía. A los efectos de la medición, la vía se dividirá en tramos de dos (2) kilómetros de longitud máxima, para cada ancho y espesor promedios.

El ancho del tramo es el ancho de la carpeta colocada, medido en metros, establecido en los planos o, en su defecto, fijado por el Ingeniero.

El espesor promedio es el promedio aritmético de los espesores de carpeta colocada en cada tramo luego de completada la compactación. Los espesores de carpeta se determinarán mediante la toma de, al menos, seis (6) muestras de carpeta en cada tramo, pudiendo estar incluidas para esta determinación.

Para el cálculo del espesor promedio, los valores individuales estarán sujetos a las condiciones siguientes:

- Los espesores individuales comprendidos entre el 94% y el 106% del espesor de diseño, se considerarán en su valor real.

- Los espesores individuales mayores del 106% del espesor de diseño, se considerarán equivalentes al espesor de diseño; sin embargo, el Ingeniero podrá ordenar al Contratista rehacer, sin costo adicional, los tramos o sectores cuyos espesores excedan la tolerancia indicada del 6% en exceso.
- Los espesores individuales menores del 94% del espesor de diseño, serán considerados como defectuosos. Cuando se encuentre un espesor individual menor del 94% del espesor de diseño, se deberán tomar muestras de carpeta a ambos lados del sondeo que acusó el defecto, con separación de cinco (5) metros entre ellas, con el fin de establecer los espesores del sector defectuoso. Si se comprueba el defecto de espesor, el Ingeniero ordenará la remoción y reposición de la carpeta en todo el sector defectuoso, a expensas del Contratista o, según lo juzgue conveniente, excluir el sector defectuoso de la medición de cantidades con fines de pago.

#### 415.6.2 Asfalto

El asfalto utilizado en la mezcla de arena-asfalto en frío se medirá en litros. La cantidad de asfalto empleada en cada tramo se determinará multiplicando el peso de la mezcla colocada en el tramo por el porcentaje de asfalto de la mezcla.

El peso de la mezcla asfáltica colocada en cada tramo se obtendrá multiplicando el volumen de carpeta determinado según lo estipulado en el Artículo 415.6.1, por la densidad promedio de las muestras de carpeta que se está midiendo. Se entiende por densidad promedio el promedio aritmético de, por lo menos, seis muestras de carpeta del tramo, pudiendo incluirse entre ellas las tomadas para los fines del Artículo 415.3.7 de estas especificaciones.

Como porcentaje de asfalto de la mezcla se tomará el promedio aritmético de los resultados de los ensayos de extracción (Norma AASHTO T 164), corregidos con el valor del residuo de destilación (Norma AASHTO T 56) correspondientes a las muestras tomadas en el tramo que se está midiendo. El promedio aritmético citado deberá provenir de, por lo menos, dos ensayos de extracción.

#### 415.7 BASES PARA EL PAGO

Las cantidades aceptadas, medidas de acuerdo con el Artículo 419.6, serán pagadas según el precio de contrato, por unidad de medida, para los renglones de pago indicados en los términos del contrato.

El pago se efectuará según los siguientes conceptos:

Ítem de Pago	Descripción -- Concepto de Pago	Unidad de Medida
415.1	Carpeta Arena Asfalto en Frío	Metro Cúbico
415.2	Carpeta de Arena-Asfalto en Frío, de ____ cm de espesor, mezclado en el Sitio.	Metro Cúbico
415.3	Carpeta de Arena-Asfalto en Frío, de ____ cm de espesor, mezclada en el Sitio con Planta Viajera.	Metro Cúbico
415.4	Carpeta de Arena-Asfalto en Frío, de ____ cm de espesor, mezclada con Motoniveladoras en Patios de Revoltura.	Metro Cúbico
415.5	Carpeta de Arena-Asfalto en Frío, de ____ cm de espesor, mezclada con Planta Viajera, en Patios de Mezclado.	Metro Cúbico
415.6	Asfalto Rebajado, Grado ____ para Carpeta de Arena-Asfalto en Frío.	Litro
415.7	Emulsión Asfáltica, Tipo _____, para Carpeta de Arena-Asfalto en Frío.	Litro

## SECCIÓN 416

### CARPETAS ASFÁLTICAS CON GEOTEXTILES

#### 416.1 DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en el suministro y colocación de un geotéxtil de pavimentar y un sellador asfáltico entre carpetas asfálticas para formar una membrana de impermeabilización y alivio de esfuerzos dentro de la estructura del pavimento, de acuerdo con estas especificaciones y en conformidad razonable con las líneas y rasantes mostradas en los planos u ordenadas por el Ingeniero.

#### 416.2 MATERIALES

Los materiales deberán cumplir con lo dispuesto en los siguientes artículos:

Cemento Asfáltico.....	Artículo-1002.1
Material de Secado.....	Artículo-1003.17
Emulsión Asfáltica.....	Artículo-1002.4
Geotextil .....	Sección-1017
Sellador de Juntas.....	Artículo-1005.1.1

#### 416.3 REQUISITOS PARA LA CONSTRUCCIÓN

##### 416.3.1 Preparación de la Superficie

El Contratista deberá preparar la superficie sobre la cual se instalará el geotextil de acuerdo con la Sección-301. Si hay en el pavimento juntas y grietas de más de 1.25 mm, deberán ser limpiadas y selladas

##### 416.3.2 Limitaciones Climatológicas.

El geotextil y el sellador asfáltico serán aplicados sobre una superficie seca a la temperatura ambiental.

##### 416.3.3 Aplicación del Sellador Asfáltico.

Se aplicarán cementos asfálticos dentro de un rango de temperatura de 140°C a 165°C. Las emulsiones asfálticas se deberán usar dentro de un rango de temperatura de 55°C a 70°C.

El sellador asfáltico será aplicado a la superficie del pavimento de acuerdo a lo estipulado en el Artículo-404.3.2 a una tasa de 0.9 a 1.35 litros por metro cuadrado.

Se deberá rociar el sellador asfáltico 15 cm más ancho que el geotextil y no se le debe aplicar con tanta anticipación a la colocación del geotextil que no pueda ser mantenido libre del tráfico.

Cuando se use emulsión asfáltica hay que dejar que la emulsión rompa antes de colocar el geotextil. Cuando se use cemento asfáltico, colóquese el geotextil antes de que el asfalto se enfríe y pierda pegajosidad.

#### 416.3.4 Colocación del Geotextil de Pavimentar.

El geotextil deberá ser colocado con el lado que ha sido adherido al calor hacia arriba.

Se colocará el geotextil sobre el sellador asfáltico con el mínimo de arrugas, cortar, aplanar y aglutinar las arrugas y dobladuras mayores de 25 mm de altura, pasar una escoba o rodillo al geotextil, a fin de maximizar el contacto de dicha geotela con la superficie del pavimento.

Las juntas del geotextil se deberán traslapar 15 cm para asegurar el cierre. Se traslaparán las juntas transversales a la dirección del pavimento para evitar que lo levante el extremo de la pavimentadora al colocar la carpeta asfáltica que irá encima del geotextil. Se deberá aplicar sellador asfáltico adicional sobre los traslapes del geotextil para asegurar la adherencia de la doble capa de geotextil.

Si llegara a sangrar el sellador asfáltico a través de la geotela, tratar las áreas afectadas con material de sellado. Se deberá limitar al mínimo el tráfico sobre el geotextil. Si las circunstancias obligaron a permitir el tráfico sobre la membrana, aplicar material de secado y colocar la señal de "Asfalto resbaloso".

Antes de colocar la carpeta asfáltica, barrer el exceso de material de secado. Se deberán reparar las partes dañadas del geotextil antes de colocar la carpeta asfáltica encima. Aplicar un riego de liga liviano de acuerdo con la Sección-402, antes de colocar la carpeta asfáltica encima. Con el fin de no dañar el geotextil, no se deberá permitir giros del equipo que circula sobre él.

La carpeta de concreto asfáltico deberá ser colocada dentro de 48 horas de colocado el geotextil. Se limitará la temperatura de colocación del concreto asfáltico de la carpeta a un máximo de 165°C, excepto cuando el geotextil esté compuesto de fibras de polipropileno, en cuyo caso la temperatura máxima de colocación se limitará a 150°C.

#### 416.4 MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS

El Contratista podrá usar otros equipos de probada eficacia y compatibles con los servicios a ejecutar, previa aprobación del Ingeniero.

#### 416.5 ACEPTACIÓN

- El cemento asfáltico será evaluado de acuerdo con mediciones y ensayos y el Artículo 1002.4. El geotextil será evaluado visualmente, con certificaciones de calidad y según la Sección 1017.
- La colocación del geotextil de pavimentar será evaluada visualmente y con mediciones y ensayos (División I, Art.102.21).
- El material de secado será evaluado bajo la Sección 401.
- La preparación de la superficie será evaluada bajo la Sección 301.

#### 416.6 MÉTODO DE MEDICIÓN

- El geotextil de pavimentar será medido en metros cuadrados, excluyendo los traslapes.
- El sellador asfáltico será medido en toneladas.
- El material de secado será medido según la Sección-401.
- La carpeta asfáltica será medida según la sección que corresponda.

### 416.7 BASES PARA EL PAGO

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 listados más adelante que figuren en el Pliego de Licitación, precio y pago que serán compensación total por el trabajo prescrito en esta Sección..

Los pagos serán efectuados bajo los siguientes conceptos:

Ítem de Pago	Descripción -- Concepto de Pago	Unidad de Medida
416.1	Carpeta Asfálticas con Geotextiles	Metro Cúbico
416.2	Geotextil de Pavimentar	Metro Cuadrado
416.3	Sellador Asfáltico	Tonelada

## SECCIÓN 417

### SELLADO DE GRIETAS CON SELLADOR PARA PAVIMENTOS VERTIDO EN CALIENTE

#### 417.1 DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en la preparación y limpieza de grietas en la carpeta asfáltica de una vía existente y la selladura de las mismas mediante un sellador de juntas vertido en caliente en conformidad sustancial con los planos y especificaciones y las órdenes del Ingeniero.

#### 417.2 MATERIALES

El material deberá cumplir con los requisitos del artículo siguiente:

- Sellador de Juntas y Grietas.....Artículo-1005.1

#### 417.3 REQUISITOS PARA LA CONSTRUCCIÓN

##### 417.3.1 Limitaciones debidas a Condiciones Climatológicas.

El sellador de grietas no deberá ser colocado en tiempo húmedo o sobre superficies húmedas.

El sellador solo deberá ser colocado cuando las condiciones del viento sean tales que permitan realizar un trabajo satisfactorio.

##### 417.3.2 Preparación de las Grietas.

Las grietas deberán ser contorneadas y limpiadas a satisfacción del Ingeniero.

Las grietas que tengan una abertura de menos de 13 mm., deberán ser contorneadas de manera que provean un reservorio de sellador de 13 mm de ancho por 19 a 25 mm de profundidad, a menos que el Ingeniero lo ordene de otra manera. Durante las operaciones de contorneado, los contorneadores deberán ser centrados sobre la grieta.

Las grietas que tengan una abertura promedio de 13 mm ó más, deberán ser limpiadas con aire comprimido de alta velocidad hasta a una profundidad de 19.1 a 25.4 mm, a menos que el Ingeniero lo ordene de otra manera.

Inmediatamente antes de colocar el sellador, las cavidades o reservorios que van a recibirlo, deberán ser limpiados de partículas sueltas, polvo y otros materiales perjudiciales, por medio de aire comprimido de alta velocidad.

#### **417.3.3 Aplicación del Sellador**

La aplicación deberá ser controlada para limitar la colocación de sellador únicamente en las cavidades o reservorios. El sellador de grietas deberá ser aplicado a los reservorios limpios, con superficie seca, hasta una profundidad de 19 mm a 25 mm por debajo de la superficie de la vía existente. Si en opinión del Ingeniero, el método usado por el Contratista para rellenar las cavidades da como resultado un exceso de sellador sobre la superficie del pavimento, la operación deberá ser suspendida y cambiado el método. Se deberá limpiar el sellador que se haya desbordado sobre el pavimento. El Ingeniero determinará cuándo las grietas del pavimento hayan quedado correctamente selladas.

Si ocurrieran obstrucciones del dispositivo de aplicación u otras irregularidades, se detendrán las operaciones hasta que el Contratista haya tomado las medidas correctivas pertinentes.

Se deberá atender los requerimientos especiales indicados por el Fabricante para la preparación y colocación de un material sellador dado.

#### **417.3.4 Reapertura de la Vía al Tráfico**

No se permitirá el tráfico vehicular sobre la superficie del pavimento hasta que haya transcurrido suficiente tiempo de curación, a fin de eliminar el peligro de que las llantas lo levanten o formen surcos en él.

### **417.4 MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS**

El equipo para seguir los contornos de las grietas deberá contar con brocas de 13 mm de diámetro o más, si lo requieren las CEC, y que provea de 10 mm a 25 mm de profundidad de corte.

Los compresores de aire deberán ser capaces de proveer suficiente presión de aire no contaminado para limpiar las grietas, según lo apruebe el Ingeniero y deberán estar equipados con trampas que impidan que penetren aceite o humedad en la corriente del aire comprimido.

El equipo para calentar y preparar la mezcla selladora deberá ser capaz de proveer un suministro continuo de la mezcla preparada y de mantener una mezcla continua, uniforme y homogénea a través de toda la operación de selladura. Se deberá proveer agitación mecánica continua según se necesite para mantener la homogeneidad.

Los dispositivos de aplicación deberán permitir la aplicación uniforme de los materiales de sellar sin obstruirse u otras irregularidades en la distribución. Los dispositivos y equipo de aplicación deberán llenar todos los requisitos exigidos por el Fabricante del sellador.

### **417.5 ACEPTACIÓN**

- El sellador de juntas y grietas será evaluado visualmente y mediante certificados del Fabricante.
- El sellamiento de juntas y grietas será evaluado visualmente y mediante mediciones y ensayos.

### **417.6 MÉTODO DE MEDICIÓN**

El sellador de grietas vertido en caliente será medido en kilogramos, colocados y aceptados. No será medido para fines de pago el sellador mal colocado que haya sido rechazado por el Ingeniero.



#### 417.7 BASES PARA EL PAGO

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 constituirán compensación total por el trabajo prescrito en esta Sección.. Referirse a la División I, Art. 102.21.

El pago será efectuado bajo el siguiente concepto:

Ítem de Pago	Descripción -- Concepto de Pago	Unidad de Medida
417.1	Sellado de Grietas con Sellador Para Pavimentos en Caliente	Kilogramo

### SECCIÓN 418 CONCRETO ASFÁLTICO EN CALIENTE PARA OBRAS MENORES

#### 418.1 DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en la construcción de obras menores de concreto asfáltico en caliente tales como aceras, andenes, cauces, cunetas, bordillos, entradas a garajes, medianas y calzadas de calles y caminos.

#### 418.2 MATERIALES

Los materiales deberán cumplir con lo dispuesto en los siguientes artículos:

Cemento Asfáltico.....	Artículo-1002.1
Emulsión Asfáltica.....	Artículo-1002.4

#### 418.3 REQUISITOS PARA LA CONSTRUCCIÓN O PROCEDIMIENTOS

##### 418.3.1 Composición de la Mezcla (Fórmula de la Mezcla de Trabajo)

Se debe proveer una mezcla de concreto asfáltico en caliente compuesta de piedra o grava triturada y cemento asfáltico mezclados en una planta aprobada. Usar una gradación y calidad de agregado y un grado y calidad de cemento asfáltico que se ajusten a los normalmente usados localmente en la construcción de calles y carreteras.

El Contratista deberá someter a la aprobación del Ingeniero las especificaciones de resistencia, calidad y gradación de la mezcla de concreto asfáltica propuesta, incluyendo los informes de ensayos de laboratorio que demuestren que las propiedades de los agregados, cemento asfáltico, aditivos y mezcla llenan las especificaciones aprobadas por el MTI. También deberá someter la máxima gravedad específica (densidad) de la mezcla, determinada de acuerdo con la AASHTO T 209.

### 418.3.2 Preparación de la Superficie

La superficie deberá ser preparada de acuerdo con la Sección-208 ó la Sección-301, según corresponda.

### 418.3.3 Limitaciones Climatológicas.

Colocar la mezcla asfáltica sobre una superficie seca y a la temperatura ambiental.

### 418.3.4 Colocación.

Colocar la mezcla por medio de un pavimentador mecánico. Para pavimentar calles o caminos no se debe colocar en capas de más de 10 cm de espesor. En áreas donde el esparcido y acabado de la mezcla por medio de pavimentadora no sea práctico, hacer el esparcido y acabado por medio de rastrillos y enrasadores manuales u otros métodos aprobados. Construir una superficie que sea uniforme en su textura y sección transversal típica. Las juntas serán construidas según lo estipulado en la Sección-405.

### 418.3.5 Compactación

#### (a) *Pavimentación de Vías*

Compactar la mezcla a un mínimo de 90 por ciento de la máxima gravedad específica (densidad).

Determinar la densidad por medio de un dispositivo nuclear.

#### (b) *Otras Pavimentaciones*

Compactar con una apisonadora manual de rodillos que pese, por lo menos, 130 kilogramos o por medio de una pequeña aplanadora de rodillos autopropulsada.

Aquellas áreas no accesibles a aplanadoras de rodillos, compáctense por otros métodos aprobados.

### 418.3.6 Lisura del Pavimento

Unir un escantillón metálico de 3 metros para comprobar la superficie del pavimento transversal y paralelamente a la línea central. Se considerará defectuosa la superficie que muestre desviaciones de más de 7 mm en 3 metros entre dos puntos de contacto cualesquiera del escantillón con la superficie terminada. Corregir los defectos usando métodos aprobados.

## 418.4 MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS

La maquinaria y equipos utilizados para esta actividad deberán satisfacer los requisitos establecidos en el Artículo 406.4.

## 418.5 ACEPTACIÓN

La mezcla de concreto asfáltico en caliente para obras menores será evaluada visualmente y por medio de certificados de calidad.

La construcción de obras menores de concreto asfáltico en caliente será evaluada visualmente y por medio de mediciones y ensayos de calidad (División I, Art.102.21). El Cuadro 418-1 muestra los requisitos mínimos para el muestreo y ensayos.

**CUADRO 418-1**

**Muestreo y Ensayo**

Material o producto	Propiedad o característica	Método de Ensayo o Especificaciones	Frecuencia	Lugar de Muestreo
Pavimentación de Vías	Densidad en el Sitio	Dispositivo Nuclear <sup>(1)</sup>	1 por cada 1000m <sup>2</sup>	En el sitio después de compactar.

<sup>(1)</sup> Si lo ordena el Ingeniero, se verificará la densidad tomando núcleos de muestra del pavimento compactado de acuerdo con AASHTO T 230 Método B. Rellenar y compactar el agujero de muestreo con mezcla de concreto asfáltico.

**418.6 MÉTODOS DE MEDICIÓN**

Las obras menores de concreto asfáltico en caliente se medirán en metros cúbicos o en toneladas.

**418.7 BASES PARA EL PAGO**

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. Referirse a la División I, Art. 102.21.

Los pagos serán efectuados bajo los siguientes conceptos:

Ítem de Pago	Descripción -- Concepto de Pago	Unidad de Medida
418.1	Concreto Asfáltico en Caliente Para Obras Menores	Metro Cúbico

**SECCIÓN 419**

**MEZCLA ASFALTICA PROCESADA EN FRIO PARA CAPAS DE BASE INCORPORANDO MATERIAL RECICLADO**

**419.1 DESCRIPCIÓN**

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 el cuadro 1003-6. El grado de la emulsión asfáltica corresponderá a la designación del artículo 1002.4.

**419.2 MATERIALES**

Los materiales se proveerán en conformidad con los siguientes Artículos:

Agregado nuevo .....	1003.8
Emulsión asfáltica .....	1002.4
Cal (Ca(OH) <sub>2</sub> ) .....	1012.3
Agua .....	1012.1

### 419.3 REQUISITOS PARA LA CONSTRUCCIÓN

#### 419.3.1 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 cementos asfálticos y/o cal; que cumpla con los parámetros de diseño (a), y (b) o (c) de Cuadro 419-1.

**CUADRO No. 419-1**

**Requerimientos para mezcla asfáltica procesada en frío para capas de base incorporando material reciclado**

Parámetros de diseño (i)	Especificación	Procedimiento de ensayo
<b>(a) Recubrimiento (%), mínimo</b> (1) Capa de base	50	Visual (ii)
<b>(b) Resistencia (iii) Ri a 22.8 +/- 3°C</b> (1) Cura temprana (iv), mínimo	70	(iii)
(1) Cura total y condicionamiento con humedad(v), mínimo	78	
<b>(c) Estabilidad Marshall (kN)</b> (1) Mínimo a 22.2 +/- 1°C	2.22	AASHTO T 245
(2) Estabilidad retenida (vi) (%), mínimo	50	

- 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 al menos 21 días antes del reciclado, en conjunto con la dosificación de diseño, lo siguiente:

(A) AGREGADO

- a. Fuentes de pavimento asfáltico reciclado, agregados reciclados y nuevos agregados
- b. Muestras proporcionales representativas del material asfáltico reciclado, agregado reclamado y agregado nuevo; aproximadamente 300 kilogramos en total. Obtener las muestras de material existente de conformidad con el Artículo 410.3.1.

(B) EMULSIÓN ASFÁLTICA Y AGENTE REJUVENECEDOR

- a. Porcentaje de emulsión asfáltica y agente rejuvenecedor a ser dosificado por peso total de mezcla, o la tasa de aplicación si la aplicación en rociador es usada.
- b. Fuente, certificados técnicos y muestra de 20 litros de la emulsión asfáltica y agente rejuvenecedor a ser usado en la mezcla. Suministrar las muestras en contenedores plásticos.

(C) AGUA

Porcentaje de agua a ser dosificado por peso total de mezcla.

(D) CAL

- a. Porcentaje de cal a ser dosificado por peso total de mezcla
- b. Fuente y certificados técnicos

#### **419.3.2 Preparación de la Superficie**

Para mezclado en sitio, se debe limpiar, retirar y disponer de cualquier tipo de vegetación y desecho que se encuentre en la superficie al menos a una distancia de 200 mm desde el borde del pavimento a reciclar. Los trabajos se llevarán a cabo en conformidad con la Sección 201. Preparar la superficie en conformidad con la Sección 301.

#### **419.3.3 Limitaciones Climáticas**

La colocación de mezcla asfáltica procesada en frío para capas de base incorporando material de reciclado deberá realizarse en una superficie de apoyo seca, solamente cuando la temperatura bajo la sombra sea igual o superior a los 10 °C y la temperatura de la capa de superficie sea igual o superior a los 4 °C. La colocación de la mezcla asfáltica deberá suspenderse si se prevé niebla, lluvias, hielo o temperaturas por debajo de los 2 °C hasta 24 horas posterior a la colocación de la mezcla.

#### **419.3.4 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. De usarse emulsión asfáltica, mezclar de la siguiente forma:

- (a) Mantener la temperatura del agregado entre 16 °C y 80 °C.
- (b) Mantener la temperatura de la emulsión asfáltica dentro de los rangos aprobados.
- (c) Combinar y mezclar en seco la mezcla de agregado durante un período suficiente de manera que se garantice una granulometría uniforme. Agregar los aditivos y agua primero. Agregar la emulsión asfáltica por último. Mezclar el material hasta que las partículas estén debidamente recubiertas, la mezcla tenga un color uniforme, y las partículas estén debidamente distribuidas de gruesas a finas.

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.

#### **419.3.5 Distribución, Acabado y Compactación**

Transportar el material en conformidad con la Artículo 405.3.7. Distribuir y acabar la mezcla en conformidad con el Artículo 405.3.9, excepto: si una pavimentadora no es usada, distribuir la mezcla en la superficie preparada en una capa uniforme. Brindar el alineamiento, pendiente y sección transversal. Movilizar equipo de carga uniformemente sobre el ancho de la superficie para minimizar el ahuellamiento o compactación no uniforme. Compactar la mezcla en conformidad con Artículo 405.3.10.

El Contratista distribuirá, dará acabado y compactará la mezcla asfáltica procesada en frío para capas de base incorporando material reciclado, de acuerdo con el artículo 409.3.4.

#### **419.4 MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS**

El Contratista podrá usar otros equipos de probada eficacia y compatibles con los servicios a ejecutar, previa aprobación del Ingeniero.

#### **419.5 ACEPTACIÓN**

El agente rejuvenecedor para ligantes asfálticos y la cal serán evaluados de acuerdo con inspección visual y certificación y de acuerdo con los Artículos -1002.8 y 1012.3 respectivamente.

La emulsión asfáltica será evaluada de serán evaluados mediante certificaciones y por medio de mediciones y ensayos y bajo el Artículo-1002.4.

El agregado nuevo será evaluado de acuerdo con la Sección 1003. Véase cuadro 1003-6 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 al cuadro 419-2 para requisitos mínimos de muestreo y ensayo.

**CUADRO 419-2**  
**Muestreo y Ensayo**

Material o producto	Propiedad o Característica	Método o prueba especificada	Frecuencia	Punto de muestreo
Agregado nuevo	Granulometría	AASHTO T 27 / AASHTO T-11	1 para cada apilamiento de agregado	Apilamientos
Capa base con mezcla asfáltica procesada en frío	Densidad a partir de núcleos <sup>(1)</sup>	AASHTO T166 / AASHTO T 209	1 para cada 3500 metros lineales - carril	En sitio, posterior a la compactación

<sup>(1)</sup> 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.

#### 419.6 MÉTODO DE MEDICIÓN

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.

La cantidad de material en la capa de sello asfáltico se medirá acorde a la Sección 403.

#### 419.7 BASES PARA EL PAGO

Las cantidades aceptadas, medidas de acuerdo con el Artículo 419.6, 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 y se realizará de acuerdo con:

Ítem de Pago	Descripción -- Concepto de Pago	Unidad de Medida
419.1	Mezcla asfáltica procesada en frío para capas de base incorporando material reciclado	Tonelada Métrica
419.2	Mezcla asfáltica procesada en frío para capas de base incorporado material reciclado	Metro Cuadrado
419.3	Emulsión asfáltica (grado .....). Agente rejuvenecedor para Ligantes asfálticos.	Litro o Galón
419.4	Cal	Tonelada Métrica

## SECCIÓN 420

### RECICLADO EN FRIO DE BASES RECUPERADAS

#### 420.1 DESCRIPCIÓN

Estas especificaciones estándar cubren todas las actividades relacionadas con la construcción de una capa de pavimento nueva, con el uso predominante de material reciclado de las capas superiores del pavimento existente.

El trabajo incluye: la rotura y la recuperación del material existente en las capas superiores del pavimento; suministro y mezcla con los agentes estabilizadores y el agua; y la colocación y la compactación para alcanzar una capa nueva del pavimento

#### 420.2 MATERIALES

##### 420.2.1 Material In Situ

Las investigaciones llevadas a cabo y los resultados de los ensayos realizados sobre muestras representativas de los materiales que se encuentran en la estructura del pavimento se detallarán en las especificaciones del proyecto, o se emitirán por separado en el documento de diseño de la recuperación de la capa de base sometido y sustentado por el Contratista al Ingeniero para su aprobación. Allí se incluirá como mínimo:

- Una descripción detallada de la estructura del pavimento existente.
- La determinación de la Gradación de los materiales de las capas superiores del pavimento que se recuperará mediante el reciclaje.
- Los contenidos de humedad, en el momento de la investigación, el porcentaje y la granulometría del material pétreo corrector (material adicional), si es requerido, debe incluirse en las especificaciones.
- La profundidad de la recuperación y nuevo espesor de capa base recuperada.
- La estimación del coeficiente estructural de la capa base deteriorada y de la capa base recuperada.

Este diseño será sometido y sustentado por el Contratista a través de un laboratorio de reconocida experiencia para aprobación del Ingeniero, previo a su utilización.

##### 420.2.2. Agente Estabilizador

La emulsión asfáltica de rompimiento previamente definido en el diseño será el agente estabilizador usado en el proceso de recuperación de base in situ. La cantidad de agente estabilizador y la tasa de aplicación debe ser indicada en el documento de diseño. La emulsión asfáltica será despachada en el sitio en carros tanques con la siguiente información.

- Identificación del producto;
- Nombre del fabricante;
- Fecha de Factura;
- Estado del carro tanque en el momento de la carga en términos de limpieza,
- Detalles de la última carga transportada y si existen residuos de esta carga.



## **420.3 REQUISITOS PARA LA CONSTRUCCIÓN**

### **420.3.1 Generalidades**

La recuperación de capa base es el proceso de reciclar el material de capa base existente con el material de la capa asfáltica normalmente fatigada generando una mezcla con una composición granulométrica que debe cumplir con lo establecido en el Artículo 1003.8 de las especificaciones técnicas para el tamaño que se especifique (el producto terminado se le denominará: base reciclada).

El procedimiento seguido en campo consiste en la disgregación del material de la capa de rodadura y su mezclado con el material de la capa base existente mediante el uso de la máquina recuperadora, a este nuevo material de capa base se le agrega emulsión asfáltica según su granulometría para generar una capa base mejorada o estabilizada con un coeficiente de capa por lo menos 30% mayor que el de una capa base hidráulica convencional.

### **420.3.2 Condiciones Climáticas**

Los trabajos no deben llevarse a cabo durante condiciones de neblina o de lluvia, ni comenzarse si existe algún riesgo de que no se termine antes que se presenten estas condiciones.

### **420.3.3 Control de Humedad en el Campo**

El material que se recuperará deberá ensayarse para establecer su contenido de humedad.

La frecuencia de los ensayos se determinará dependiendo de la variabilidad de los resultados iniciales. Como mínimo tienen que extraerse muestras para ensayo cada 2000 metros cuadrados.

Los ensayos no deben ejecutarse con más de tres días de anticipación al comienzo de las operaciones de recuperación en sitio. Así mismo, se debe asegurar de que las muestras sean representativas del material.

### **420.3.4 Requerimientos Antes de Comenzar la Recuperación**

#### *420.3.4.1. Plan de Producción*

El Contratista preparará, antes comenzar el trabajo diario, un plan de producción en el que se detallarán los objetivos trazados. Allí se incluirán:

- Un esquema que muestre la disposición general del largo y ancho de vía propuesto para reciclar durante el día, detallando el número de cortes paralelos requeridos para lograr el ancho establecido y las dimensiones de los traslapes de cada junta entre los cortes.
- La secuencia y la longitud de cada corte por reciclar antes de empezar adyacente o el siguiente.
- El tiempo estimado para la disgregación, mezclado y compactado de cada corte.
- En el esquema deberá mostrarse también el tiempo esperado de culminación del corte.
- El sitio donde se tomaron las muestras para determinar los contenidos de humedad y los resultados de los ensayos.
- La adición de agua propuesta para cada corte y la ubicación en donde debe hacerse cualquier cambio dentro de esta secuencia.
- La cantidad de emulsión asfáltica que se aplicará en cada corte (Lts. / m<sup>2</sup> ).
- El programa de ensayo de control de calidad propuesto;
- Y cualquier otra información que sea relevante para el trabajo propuesto.

#### 420.3.4.2. Preparación de la Superficie y de los Drenajes Laterales para la Fase Constructiva

Antes de comenzar cualquier trabajo, superficie de la vía que se va recuperar deberá prepararse de la siguiente manera:

- Limpieza de toda la vegetación, basura otro material extraño a lo ancho de la incluyendo cualquier otro carril adyacente a bermas que no vayan a recuperarse;
- Remoción del estancada;
- Limpieza y reconfiguración de drenajes laterales donde existen y verificar necesidad de construir nuevos drenajes laterales
- Fresado preliminar en donde se tenga remover carpetas mayores de 3 pulgadas.

#### 420.3.4.3. Operación de Recuperación de Base

La máquina recuperadora deberá prepararse y operarse para asegurar que se alcance los siguientes requerimientos:

##### a) GRADACIÓN DEL MATERIAL RECUPERADO

Deberán ajustarse la velocidad de avance de la máquina recuperadora y la apertura de la compuerta de control de gradación para que el material in situ se fraccione con una granulometría que cumpla con lo establecido en el cuadro 1003-6, del Artículo 1003.8.

Si la granulometría del material de base existente y del material de la capa de rodadura es tal, que no se puede alcanzar una granulometría que cumpla con lo establecido en el cuadro 1003-6 entonces será necesario usar material adicional para asegurar una granulometría apropiada de la base recuperada.

El material de la capa base recuperada debe tener un límite líquido menor de 28 y un índice de plasticidad (IP) menor de ocho por ciento (8%).

El equivalente de arena de la porción que pase el tamiz # 4 deberá ser mayor de treinta y cinco por ciento (35%) determinado mediante la prueba AASHTO T-176.

El desgaste los ángeles para el material de capa base recuperada no debe ser mayor de cuarenta por ciento al ser probados de conformidad con el método AASHTO T-96.

##### b) ADICIÓN DE AGUA Y DE EMULSIÓN ASFÁLTICA

El sistema de control para la adición de agua y emulsión asfáltica se verificará cuidadosamente para asegurar que se cumpla con los requerimientos de la humedad de compactación y del contenido de emulsión asfáltica previamente establecido en el diseño.

Los carros tanques deberán medirse al final de cada corte para verificar el uso real contra la demanda teórica calculada en el diseño.

##### c) CONTROL DE ESPESOR DE CORTE

La profundidad real de corte deberá medirse físicamente a los dos extremos del tambor Disgregador de la máquina recuperadora y a lo largo de la longitud de corte, por lo menos una vez cada 300 metros o como lo indique el Ingeniero.

##### d) TRASLAPES Y JUNTAS LONGITUDINALES

Las juntas longitudinales, entre corte sucesivos, deberán traslaparse por lo menos 30 cm con el objeto de asegurar la recuperación completa a través del ancho de la vía.

## **420.4 MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS**

### **420.4.1 Generalidades**

El Contratista deberá suministrar el equipo apropiado y suficiente para el proceso de Recuperación, conformación y compactación de la capa base.

El equipo consistirá de una maquina recuperadora de base, camiones cisternas para la Aplicación de agua y emulsión, moto niveladoras y compactadores.

Toda máquina recuperadora debe suministrarse y operarse para garantizar que se recupere el material en el sitio hasta la profundidad de diseño de acuerdo a los requerimientos de las especificaciones.

La máquina recuperadora de capa base empleada debe tener una capacidad adecuada y encontrarse en buen estado. No se permitirán en el sitio plantas obsoletas, con mantenimiento pobre o descuidadas.

### **420.4.2 Maquina Recuperadora de Capa Base en Frio en Sitio**

La recuperación de capa base en frío y en sitio deberá efectuarse con una máquina recuperadora de base, hasta la profundidad de establecida en el diseño. La máquina deberá estar equipado con dispositivos que permitan cuantificar el agua y la emulsión asfáltica aplicada durante el proceso de recuperación.

### **420.4.3 Compactadores**

La compactación del material colocado debe alcanzarse mediante aplanadoras mecánicas de rodillos lisos, aplanadoras con ruedas neumáticas o con otro equipo aprobado para compactación que produzca los resultados exigidos.

### **420.4.4 Camión Cisterna Para el Suministro de Emulsión Asfáltica y Agua**

Para suministrar la emulsión asfáltica a la máquina recuperadora, debe emplearse un camión cisterna con capacidad superior a los 8 mil litros.

En el sitio no se permitirán escapes del carro tanque. El camión cisterna debe contar con un sistema de acople que permita conectarse eficientemente y sin escape de emulsión con la máquina recuperadora.

### **420.4.5 Motoniveladora**

La motoniveladora ejecutará la escarificación de la base existente y la conformación de la base reciclada.

## **420.5 ACEPTACIÓN**

### **420.5.1 Control y Nivel**

Antes de que el material reciba toda la energía de compactación deben identificarse los requerimientos de nivel y de sección transversal, previniendo que la superficie final se rompa y se descascare. Los niveles de superficie y forma pueden alcanzarse conformando con una moto niveladora.

### **420.5.2 Control de Compactación**

Después de la colocación y de la conformación, el material recuperado deberá ser compactado a una densidad no menor que el ciento por ciento (100%) de la densidad máxima, determinada por la prueba AASHTO T-99, método C.

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.

#### 420.6 MÉTODO DE MEDICIÓN

La cantidad de base reciclada por la cual pagará, será el número de metros cúbicos de base reciclada, incluyendo recebo, construida, terminada y aceptada, de acuerdo con los planos y especificaciones, independientemente de la cantidad de material suelto colocado.

El volumen que se deberá pagar se calculará de acuerdo con las pruebas de espesor o sondeos ordenados por el Ingeniero, a razón de una más por cada cien (100) metros lineales de base aceptada, determinada por el promedio de las áreas extremas.

No se considerarán, para los efectos de pago, las cantidades de material reciclado colocados en exceso de las cantidades de la sección transversal típica de los planos, con excepción de las ordenadas por el Ingeniero.

#### 420.7 BASES PARA EL PAGO

La cantidad que se pagará por base reciclada será la cifra que resulte de multiplicar el volumen de base reciclada terminada y aceptada, determinado como se indica en el artículo anterior, por el precio unitario fijado en el contrato.

Este precio y pago constituirá compensación total por la limpieza inicial y final, acondicionamiento o preparación aprobados de la superficie sobre la cual se construirá la base reciclada, diseño de la mezcla, suministro de todos los materiales incluyendo emulsión, acarreo, escarificación, riego de agente estabilizador, mezclado conformación, compactación y por todo el equipo, mano de obra, herramientas, incidencias o imprevistos que se requieran o surjan en relación con la construcción de la base reciclada, de acuerdo con los requisitos especificados.

El pago se hará bajo el siguiente detalle:

Ítem de Pago	Descripción -- Concepto de Pago	Unidad de Medida
420.01	Base Reciclada en Frio	m3

## SECCIÓN 421 GEOTEXILES PARA PAVIMENTOS

### 421.1 DESCRIPCIÓN

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.

### 421.2 MATERIALES

De conformidad con las siguientes Artículos:

Cemento asfáltico	Artículo-1002.1 ó 1002.2
Material de secado	Artículo-1003.17
Emulsión asfáltica	Artículo-1002.4
Tela Geotextil tipo VI	Artículo-1017.1
Material de sello	Artículo-1005.1
Asfalto rebajado	Artículo-1002.3

### 421.3 REQUISITOS PARA LA CONSTRUCCIÓN

#### 421.3.1 Preparación de Superficie

El Contratista preparará la superficie sobre la cual se colocará la tela geotextil de acuerdo con la Sección 301.

#### 421.3.2 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.

#### 421.3.3 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 sello con ligante asfáltico, sea cemento asfáltico o emulsión asfáltica, será aplicado sobre la superficie de pavimento, de acuerdo con el Artículo 403.3.3, 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.

#### 421.3.4 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 cuándo 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 el Artículo 403.3.3, 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.

#### 421.4 MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS

El Contratista podrá usar otros equipos de probada eficacia y compatibles con los servicios a ejecutar, previa aprobación del Ingeniero.

#### 421.5 ACEPTACIÓN

- El material asfáltico será evaluado de acuerdo mediante mediciones y ensayos (Artículo-102.21) y bajo el Artículo-1002.9.
- La tela geotextil será evaluadas visualmente y mediante certificados de calidad y manufactura extendidos por el Fabricante, laboratorios independientes y acorde a la División I, Art. 102.21.
- La preparación de la superficie donde se colocará el sello asfáltico y la tela geotextil será evaluada de acuerdo con la Sección 301.

#### 421.6 MÉTODO DE MEDICIÓN

- Se medirá la cantidad de tela geotextil por metro cuadrado, excluyendo traslapes.
- Se medirá la cantidad de sello asfáltico por litro o galón.

### 421.7 BASES PARA EL PAGO

Las cantidades aceptadas, medidas según 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 la compensación total por el trabajo prescrito en esta Sección..

El pago se realizará de acuerdo con:

Ítem de Pago	Descripción -- Concepto de Pago	Unidad de Medida
421.1	Tela de Geotextil	Metro Cuadrado
421.2	Sello Asfáltico	Litro o Galón

## SECCIÓN 422 MICROPAVIMIENTOS

### 422.1 DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en la colocación de una mezcla de emulsión asfáltica modificado con polímeros y agregados pétreos, sobre la superficie de una vía, de acuerdo con estas especificaciones y de conformidad con el Proyecto.

### 422.2 MATERIALES

Los materiales a usar para la ejecución de este trabajo serán:

#### 422.2.1. Agregados pétreos y polvo mineral

Los agregados pétreos deberán ser limpios, angulares, durables y bien gradados. Deberán gradarse en zonas habilitadas especialmente para este efecto, y de manera que no se produzca contaminación ni segregación de los agregados pétreos. Los acopios se ubicarán en superficies limpias, planas y niveladas. Se debe retirar cualquier fuente de materia extraña que pueda contaminar el material como vegetación, rocas, etc. Además, el área debe tener un drenaje adecuado para evitar acumulación de agua en el acopio.

Los agregados para los micropavimentos en frío, deberán provenir de la trituración de roca y deberán cumplir con los requisitos del cuadro 422-1. El tipo de granulometría y número de capas a utilizar será el establecido en el Proyecto.

**CUADRO 422-1**  
**Granulometría de Agregados Para Micro pavimentos en Frio**

Tamices		Bandas granulométricas Porcentaje en peso que pasa, %				Tolerancia
(mm)	(ASTM)	Tipo M-I	Tipo M-II	Tipo M-III	Tipo M-IV	
12,50	(1/2")				100	--
9,50	(3/8")		100	100	85-98	--
4,75	(N.º 4)	100	85-95	70-90	62-80	± 5 %
2,36	(N.º 8)	85-95	62-80	45-70	41-61	± 5 %
1,18	(N.º 16)	60-80	45-65	28-50	28-46	± 5 %
0,600	(N.º 30)	40-60	30-50	18-34	18-34	± 5 %
0,300	(N.º 50)	25-42	18-35	12-25	11-23	± 4 %
0,150	(N.º 100)	15-30	10-24	7-17	6-15	± 3 %
0,075	(N.º 200)	10-20	5-15	5-11	4-9	± 2 %

Se entenderá por agregados pétreos limpios, aquellos agregados pétreos libres de materia orgánica, arcilla o materias extrañas. En caso necesario el Supervisor podrá exigir su limpieza por lavado, aspiración u otro método aprobado por éste.

Los agregados pétreos y el polvo mineral para la construcción de micropavimentos en frío deberán cumplir los requisitos de calidad exigidos en el cuadro 422-2.

**CUADRO 422-2**

**Requerimiento de Agregados Para Micro pavimentos en Frio**

Ensayo	Norma	Exigencia
Durabilidad al Sulfato de sodio	ASTM C-88 o AASHTO T-104	Máx. 12%
Desgaste de Los Ángeles	ASTM C-131 o AASHTO T-96	Máx. 25%
Equivalente de Arena	ASTM D-2419 o AASHTO T-176	Mín. 60%
Azul de metileno	AASHTO TP 57	Máx. 8
Adherencia Método Estático	ASTM D 1664	Mín. 95%

Si se quiere adicionar filler de aportación, éste deberá estar constituido por polvo mineral fino, tal como cemento hidráulico, cal u otro material inerte de origen calizo, libre de materia orgánica y partículas de arcilla. La cantidad a añadir tiene que ser determinada a través del diseño de mezcla de laboratorio y se tiene que considerar como parte de la granulometría del agregado. Una variación del 1% se puede permitir cuando se está mezclando y colocando el sello, cuando se haya encontrado que es necesaria una mejor consistencia o tiempos de rompimiento. La banda granulométrica establecida es la mostrada en el Cuadro 422-3.

**CUADRO 422-3**

**Granulometría de Filler**

Tamices		% Que pasa en peso
(mm)	(ASTM)	
0,630	(N.2 30)	100
0,315	(N.2 50)	95-100
0,080	(N.2 200)	70-100

**422.2.2. Material Bituminoso**

El material bituminoso a emplear será emulsión asfáltica modificada con polímeros que cumplan lo establecido en el Cuadro 422-4. El tipo de asfalto a emplear será el indicado en el Proyecto, basándose principalmente en el tipo de agregado pétreo, trazo del camino, características del tránsito y condiciones climatológicas locales.

La emulsión asfáltica tiene que ser una emulsión catiónica de rompimiento lento modificada con un polímero aprobado y tiene que cumplir con los requisitos del método AASHTO M 208, además del contenido del residuo y las características del residuo indicadas en el Cuadro 422-4.

El polímero tiene que ser incorporado por medio de mezclado con el asfalto base antes de emulsionarlo o al mismo tiempo en el molino coloidal antes de que se produzca la emulsión final.



La cantidad mínima y tipo de polímero modificador se tiene que determinar por medio de ensayos de laboratorio cuando se realiza el diseño de mezcla. La cantidad mínima requerida se calcula sobre el contenido de asfalto y tiene que ser certificado por el proveedor de la emulsión. Pero en general, la emulsión tiene que tener un mínimo de 3 % de polímero sólido por peso de asfalto.

**CUADRO 422-4**  
**Requerimientos de Emulsión Asfáltica para Micro Pavimentos**

Ensaye	Especificación	AASHTO	ASTM
<b>Emulsión</b>			
Viscosidad Saybolt Furol, 25 °C	Mínimo 20 s Máximo 100 s	T 59	D 244
Estabilidad de almacenamiento, 24 h	Máximo 1 %	T 59	D 244
Carga de la partícula	Positiva	T 59	D 244
Ensayo del tamiz	Máximo 0,1 %	T 59	D 244
<b>Destilación:</b>			
Porcentaje de aceite destilado	Máximo 0,5 %	T 59	D 244
Porcentaje de residuo	Mínimo 62 %	T 59	D 244
<b>Residuo:</b>			
Penetración 25 °C	Mínimo 55 s Máximo 90 s	T 49	D 5
Ductilidad 25 °C	Mínimo 70 %	T 51	D 113
Solubilidad en tricloroetileno	Mínimo 97,5 %	T 44	D 2042
Punto de ablandamiento	Mínimo 57 °C	T 53	D 36
Viscosidad cinemática 135 °C	Mínimo 650 cSt / s	--	D 2170

### 422.2.3 Agua

Se aplica lo indicado en el Artículo-1012.1

## 422.3 REQUISITOS PARA LA CONSTRUCCIÓN

### 422.3.1 Explotación de los materiales y elaboración de los agregados

Las fuentes de materiales, así como los procedimientos y equipos utilizados para la explotación de aquellas y para la elaboración de los agregados requeridos, deberán tener aprobación previa del Ingeniero, 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 cada especificación.

Los procedimientos y equipos de explotación, clasificación, trituración, lavado y el sistema de almacenamiento, deberán garantizar el suministro de un producto de características uniformes. Si el Contratista no cumple con estos requerimientos, el Ingeniero exigirá los cambios que considere necesarios.

Todos los trabajos de clasificación de agregados y en especial la separación de partículas de tamaño mayor que el máximo especificado para cada gradación, se deberán ejecutar en el sitio de explotación o elaboración y no se permitirá efectuarlos en la vía.

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 concluirse los trabajos en las canteras temporales, el Contratista remodelará el terreno para recuperar las características hidrológicas superficiales de ellas, así como de la recuperación ambiental de las áreas afectadas de acuerdo al Plan de Manejo Ambiental y debiendo cumplir en lo que corresponda lo indicado en estas especificaciones

#### **422.3.2 Diseño del Micro Pavimento y Obtención de Formula de Trabajo**

El Contratista presentará la dosificación correspondiente a la lechada asfáltica del tipo “Slurry” de microrecubrimiento, con el agregado, agua, emulsión asfáltica modificada con polímero y aditivos a utilizar en proyecto. Se deberá verificar en el diseño de mezcla la compatibilidad del agregado, emulsión asfáltica modificada, relleno mineral y otros aditivos.

Se deberán cumplir los requisitos de granulometría del Cuadro 422-1 que apliquen, así como el criterio subsiguiente para el contenido de asfalto residual del cuadro 422-6.

El Contratista suministrará por escrito la dosificación de diseño, indicando el contenido porcentual de cada material en la mezcla, con base en una referencia por peso o volumen para verificar que cumple con los requerimientos de ISSA A143 para las mezclas de micro-recubrimiento (Cuadro 422-7). Además, para obtener la aprobación del Contratante actuará de igual manera al menos 14 ó 21 días antes del inicio de los trabajos.

Se deberá presentar, adicionalmente, lo siguiente:

- Granulometría del agregado. Los valores representativos de los porcentajes del agregado de diseño pasando para todos los tamaños estándar especificados.
- Contenido de emulsión asfáltica. El contenido de asfalto residual, como un porcentaje por peso del agregado en estado seco, máximo y mínimo.
- Muestras de agregado. Se requieren 45 kg para cada tipo de agregado a utilizar.
- 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.
- Muestras de relleno mineral. Se requieren 25 kg para cada tipo de relleno mineral, cuando se incorpore a la mezcla.
- Tasa de aplicación. Las tasas de aplicación se tienen que calcular con base en el agregado seco.

Cuando se utilicen dos pasadas, la segunda capa se tiene que aplicar a 8,1 – 16,3 kg/m<sup>2</sup>. La dosificación de diseño será evaluada y considerada para su aprobación, de acuerdo con los siguientes cuadros.

**CUADRO 422-5**  
**Tasa de Aplicación Recomendadas**

Tipo de Granulometría	Localización	Tasa de Aplicación
Tipo I y II	Calles Urbanas y Residenciales Pista de Aeropuerto	5.4 – 10.8 Kg/m <sup>2</sup>
Tipo III y IV	Rutas Primarias e Interdepartamentales Roderas:	8.1 – 16.3 Kg/m <sup>2</sup>
	12.7 – 19.1mm	
	19.1 – 25.4 mm	10.8 – 16.3 Kg/m <sup>2</sup>
	25.4 – 31.75 mm	13.6 – 19.0 Kg/m <sup>2</sup>
	31.75 – 38.1 mm	15.2 – 20.6 Kg/m <sup>2</sup>
		17.4 – 21.7 Kg/m <sup>2</sup>

**CUADRO 422-6**  
**Límites de dosificación para los componentes de la mezcla**

Componentes de la mezcla	Límites
Asfalto residual	5,5 a 10,5 % por peso seco de agregado
Relleno mineral	0 a 3 % por peso seco de agregado
Polímero modificador	Mínimo 3 % de sólidos por peso de asfalto
Aditivos	Lo que se requiera para controlar el rompimiento y el curado
Agua	Lo que se requiera para proveer una buena consistencia a la mezcla

**CUADRO 422-7**

**Especificaciones recomendadas para la mezcla de Micro-Capas (Micro-Surfacing)**

Calidad	Especificación	ISS A
Cohesión en presencia de agua @ 30 minutos (rompimiento) @ 60 minutos (tránsito)	Mínimo 12 kg-cm Mínimo <b>20</b> kg-cm o cerca del giro	TB 139
Exceso de asfalto llanta cargada	Máximo 538 g/m <sup>2</sup>	TB <b>109</b>
Desnudamiento	<b>Mínimo 90</b> %	TB 114
Pérdida por abrasión 1 hora de sumersión 6 días de sumersión	Máximo 538 g/m <sup>2</sup> <b>Máximo 807 g/m<sup>2</sup></b>	TB <b>100</b>
Desplazamiento lateral Gravedad específica	Máximo 5 % Máximo <b>2,10</b>	TB 147
Clasificación de compatibilidad	Mínimo 11 puntos de grado	TB 144
Tiempo de mezclado a 25 °C	<b>Mínimo controlable de 120 segundos</b>	TB 113

**CUADRO 422-8**  
**Cantidad Máxima de Arena adherida para el Diseño de Micropavimentos según la rueda cargada**

Vehículos /día	Máxima adhesión de arena (g/m <sup>2</sup> )
0 a 500	750
500 a 1.500	650
1.500 a más de 3.000	538

**422.3.3 Notificación y Control de Transito**

(A) NOTIFICACIÓN

Todos los afectados por la construcción tienen que ser notificados por lo menos un día antes de la aplicación del sello. Se pueden usar carteles adecuados para señalar las fechas, los lugares y horas de trabajo; en el caso de que no se pueda realizar el trabajo un día específico, entonces se tiene que notificar de nuevo el nuevo día.

(B) CONTROL DEL TRÁNSITO

Todos los dispositivos de control de tránsito tienen que estar de acuerdo con esta normativa en la Sección 401.3.3, antes y durante la colocación del sello.

Además, el Contratista tiene que proveer los métodos adecuados para proteger el sello del daño que pueda causar el tránsito antes de que el sello cure. La apertura al tránsito no constituye la aceptación del trabajo. El Contratista tiene que presentar esta información con una semana de anticipación para su revisión.

**422.3.4 Preparación de la superficie**

Se deberá limpiar la superficie existente de todo material suelto, polvo, vegetación y otras sustancias nocivas a través de métodos aprobados. Si se utiliza agua para la limpieza, las grietas se tienen que dejar secar antes de la aplicación del sello. Las tapas de alcantarilla, los cobertores de las válvulas y otras entradas de servicio se tienen que proteger con un método adecuado.

El Ingeniero tiene que aprobar la preparación de la superficie antes de la aplicación del Micropavimento.

(A) RIEGO DE LIGA

Normalmente, no se requiere un riego de liga a menos que la superficie a ser cubierta esté Extremadamente seca y con desprendimiento de partículas o que sea de concreto o adoquines. Si se requiere, el riego de liga debe consistir en una parte de emulsión asfáltica y tres partes de agua aplicado con el distribuidor de asfalto.

El grado de la emulsión tiene que ser SS o CSS. El distribuidor debe ser capaz de aplicar la disolución de manera uniforme a una tasa de 0,23 a 0,45 l/m<sup>2</sup>. El riego de liga se tiene que dejar curar antes de la aplicación del Micropavimento.

(B) GRIETAS

Es aconsejable realizar un tratamiento previo a las grietas, con un sello adecuado, antes de la aplicación del Micropavimento.

**422.3.5 Limitaciones Climáticas.**

Se deberán aplicar los sellos de Micropavimento cuando la temperatura del aire a la sombra y sobre la superficie del pavimento estén, ambas, sobre 7 °C; y cuando no haya neblina ni lluvia o esté nublado, pues esto prolonga el tiempo de apertura al tránsito.

### 422.3.6 Aplicación de Micro Pavimento

#### (A) GENERAL

Se deberán mezclar los materiales utilizando el mezclador. El Contratista deberá preparar la mezcla utilizando un mezclador de acuerdo con el Artículo 405.4.

Se tiene que humedecer la superficie con agua en el instante inmediato previo a la distribución del sello de Micropavimento; la tasa de aplicación de esta aplicación se tiene que ajustar durante el día de acuerdo con la temperatura, la textura superficial, humedad y sequedad del pavimento.

En caso de que se incluya, se mezclará el aditivo con el agregado utilizando el sistema de alimentación de finos. Se debe prehumedecer el agregado en el tambor del mezclador en el instante previo al mezclado con la emulsión asfáltica.

Se tiene que mezclar el sello por un máximo de 4 minutos. Se tomarán las precauciones para asegurarse que la mezcla de sello sea de la consistencia requerida en el momento que es desalojada del mezclador, y que esté conforme con la dosificación de diseño aprobada.

Se dispondrá de suficiente cantidad de mezcla de sello en el sistema distribuidor para cubrir completamente la sección transversal de la caja de distribución. Se distribuirá la mezcla con el dispositivo mecánico de acuerdo con el Artículo-422.4 (b).

En áreas no accesibles para la caja de distribución, se utilizarán distribuidores manuales.

No se permite que se sobrecargue la caja distribuidora. Tampoco se permite que el agregado en la mezcla se apelote, forme grumos o que quede sin recubrir.

La mezcla debe ser lo suficientemente estable para que no se dé el rompimiento prematuro en la caja de distribución.

No se permite que queden "estrías" ocasionadas por el agregado de sobretamaño, en la superficie terminada. Si se ocasiona demasiado rayado, el trabajo se tiene que suspender hasta que el Contratista demuestre que ha corregido esta situación. Demasiado rayado se define como más de cuatro marcas de arrastre de más de 12,7 mm de ancho y 101 mm de largo o, de 25,4 mm de ancho y 76,2 mm de largo en un área de 25 m<sup>2</sup>. No se permiten ondas o rayado longitudinal de 6,4 mm de profundidad, cuando se coloca un escantillón de 3m de largo sobre la superficie.

La mezcla de Micropavimento tiene que tener la suficiente estabilidad para que no se dé un rompimiento en la caja de distribución. Tiene que ser una mezcla homogénea durante el mezclado y la distribución.

No tiene que tener agua en exceso o emulsión libre, pues se da la segregación del agregado grueso. No se permite que se rocíe agua en la caja de distribución.

Se debe permitir que las áreas tratadas curen completamente de previo a la apertura al tránsito.

#### (B) JUNTAS

No se permiten gradas, áreas sin recubrir en las juntas longitudinales y transversales. El Contratista debe proveer el ancho adecuado de recubrimiento para obtener el mínimo número de juntas a lo largo del proyecto.

Cuando sea posible, las juntas longitudinales deben quedar en las líneas entre carriles. Se debe recurrir el mínimo de pasadas a la mitad o de anchos distintos. Si se utilizan pasadas a la mitad, estas no deben ser las últimas del área a pavimentar. Un máximo de 76,2 mm de traslape se permite en las líneas de las juntas longitudinales; además la junta no puede tener más de 6,4 mm de diferencia en la elevación cuando se mide con un escantillón de 3 m de largo.

#### (C) TRABAJO MANUAL

En las áreas en las que la máquina no cabe, se tienen que utilizar rastrillos de hoja plana para recubrir el área. El acabado tiene que ser igual al que da la caja de distribución. El área se tiene que humedecer antes de colocar la muestra.

(D) BORDES

Se debe tener cuidado de que las líneas en los cordones de caño y espaldones queden rectas. También en las intersecciones las líneas se tienen que mantener rectas para una buena apariencia. Si se necesita se puede utilizar un material adecuado para tapar los finales de las calles para proveer una línea recta. Los bordes no pueden variar horizontalmente en más de  $\pm 50$  mm en 30 m de largo.

(E) LIMPIEZA

Todas las áreas se tienen que limpiar: caños, alcantarillas, entre otros. El Contratista tiene que remover diariamente todos los escombros asociados con el trabajo.

#### 422.4 MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS

Todos los equipos, herramientas y máquinas utilizados para realizar los trabajos del proyecto se tienen que mantener en una condición de trabajo satisfactoria durante todo el tiempo para asegurar un producto de alta calidad.

Se deberá disponer del siguiente equipamiento para las obras:

a) EQUIPO DE MEZCLADO

- Autopropulsado
- Unidad de mezclado en flujo continuo
- Con controles calibrados
- Dispositivos para dosificación de lectura fácil, que permitan la medición precisa de todos los materiales dosificados que ingresan al tambor mezclador
- Sistema automatizado de secuencia de introducción de la materia prima al mezclador, que permita la mezcla constante de la mezcla de micro-recubrimiento
- Cámara de mezclado capaz de combinar uniformemente la materia prima introducida de varias cuchillas y que descargue la mezcla de manera continua
- La máquina tiene que tener suficiente capacidad de almacenaje para el agregado, emulsión asfáltica, relleno mineral, aditivos y agua para que haya una alimentación adecuada
- En carreteras principales el equipo tiene que poseer dispositivos de carga para que se puedan recargar los componentes mientras el equipo está mezclando y colocando para minimizar las juntas de construcción
- La máquina tiene que estar equipada con estaciones de manejo laterales opuestas para optimizar el alineamiento lateral
- Poseer dispositivos tales que el conductor tenga control total de la velocidad de avance y retroceso
- Alimentador de agregado equipado con un contador de revoluciones o similar para determinar la cantidad de agregado en cualquier momento
- Dispositivo de dosificación para aditivos.

- Sistema de agua a presión con aspersores, capaz de humedecer la superficie inmediatamente antes de la distribución de la Micro-Capa (microsurfacing)
- Sistema de dosificación con precisión para el proporcionamiento de materiales, independiente de la velocidad del motor

#### b) CAJA MECÁNICA DE DISTRIBUCIÓN

- Incorporado al equipo mezclador.
- Debe poseer, ya sea paletas o tornillo, para agitar la mezcla y distribuirla uniformemente.
- Cola de hule flexible que esté en contacto con la superficie para evitar el desperdicio de la Micropavimento.
- Este hule debe actuar como un enrasador para el acabado final y tiene que ser ajustable.
- Ajustable para asegurar una tasa de distribución uniforme cuando se opere con geometría variable (pendientes y coronas de la calzada).
- Ajustable en ancho, con un dispositivo de rastrillado flexible.

#### c) ENRASADOR SECUNDARIO

Se tiene que utilizar un enrasador secundario para mejorar la textura de la superficie. Tiene que ajustarse al igual que la caja de distribución.

#### d) CAJA PARA EL RELLENO DE RODERAS

Cuando se solicite el relleno de roderas, antes de colocar la capa de ruedo final se requiere colocar material preliminar de Micro-Capa (microsurfacing) para rellenar las mismas, cortes de entradas de servicio y depresiones en la superficie existente. Las roderas de 12,7 mm o más de profundidad se tienen que rellenar independientemente con la caja en un ancho de 1,5 m a 1,8 m.

Roderas no muy profundas, de menos de 12,7 mm, se pueden tapar con una sola pasada.

Las roderas que exceden 38,1 mm de profundidad pueden requerir varias pasadas de la caja para restaurar la sección transversal. Todos los materiales para nivelar la superficie tienen que curar bajo tránsito por al menos 24 horas antes de la colocación de material adicional sobre la superficie.

#### (e) EQUIPO AUXILIAR

Se contará con rastrillos planos de hule manuales, palas y otros equipos necesarios para realizar los trabajos. Se proveerán equipos de limpieza que incluyan, pero no limitado a, barredores autopropulsados, compresores de aire, equipos de distribución de agua, y escobones manuales, para la preparación de la superficie.

## 422.5 ACEPTACIÓN

### 422.5.1 Agregados y Emulsión

Los requisitos mínimos de muestreo y ensayo para la aceptación de los trabajos se muestran en el Cuadro 422-9.

La calidad de emulsión deberá ser sustentada para cada tanque de transporte, por un certificado de calidad del fabricante cuyos ensayos serán evaluados (División I, Art. 102.21) según lo estipulado en el Artículo-422.2.

La calidad del agregado para Micropavimento sera evaluada (División I, Art. 102.21) y según lo estipulado en el Artículo-422.2.

La construcción del Micropavimento será evaluado de acuerdo con los Artículos 102.21 División I y 422.3.

**CUADRO 422-9**  
**Ensayos y Frecuencias**

Material o Producto	Propiedades o Características	Método de Ensayo	Frecuencia	Lugar de Muestreo
Agregados	Granulometría	AASHTO T 27 / AASH-TO T-11	150 m <sup>3</sup>	Carretera
	Pérdida en Sulfato de Na o Mg	ASTM C-88 o AASH-TO T-104	1.000 m <sup>3</sup>	Banco Material
	Adhesividad (Riedel Weber)	ASTM 3625	1.000 m <sup>3</sup>	Banco Material
	Azul de metileno	AASHTO TP 57	1.000 m <sup>3</sup>	Banco Material
	Equivalente de Arena	AASHTO T-176	150 m <sup>3</sup>	Banco Material
Material Bituminoso	Según tipo de material (Ver Subsección 425.02.)		N (1)	Tanques al llegar a obra

(1) N representa el número de tanques de 30,000 L de material bituminoso requerido en la obra.

Sobre el polvo mineral se efectuarán pruebas de densidad aparente y coeficiente de emulsibilidad a razón de una vez por semana, como mínimo.

**422.5.2. Composición y Resistencia del Mortero**

(a) CONTENIDO DE ASFALTO

Para efectos del control se considerará como lote el mortero extendido en cada jornada de trabajo, de la cual el Supervisor extraerá un mínimo de cinco muestras de la mezcla en la descarga de la máquina, de un peso aproximado de 2 kg. Cada una, las cuales empleará en la determinación del contenido de asfalto y la granulometría de los agregados.

El contenido medio de asfalto residual del tramo construido en la jornada de trabajo (ART%) no deberá diferir del contenido de asfalto establecido en la fórmula de trabajo (ARF%) en ±0,5%.

$$ARF \% - 0,5\% \leq ART \% \leq ARF \% + 0,5\%$$

A su vez, sólo se admitirá un valor de contenido de asfalto residual de muestra individual (ARI%) en ±1,0% el valor medio del tramo.

$$ART \% - 1,0\% \leq ARI \% \leq ART\% + 1,0\%$$

Si alguno de estos requisitos se incumple, El Supervisor rechazará el tramo construido durante la jornada de trabajo.

(b) GRANULOMETRÍA DE LOS AGREGADOS

Sobre las muestras utilizadas para hallar el contenido de asfalto, se determinará la composición granulométrica de los agregados. Para cada ensayo individual, la curva granulométrica deberá encajar dentro de la franja adoptada.



(c) RESISTENCIA

Por cada jornada de trabajo se extraerán 3 muestras de la mezcla en la descarga de la máquina, con las cuales se elaborarán especímenes para los ensayos de abrasión en pista húmeda y absorción de arena en la máquina de rueda cargada.

Si el desgaste medio ( $d_m$ ) o la absorción media de arena ( $A_m$ ), superan los valores definidos en la fórmula de trabajo ( $d_t$ ) y ( $A_t$ ) en más del 10%, el Ingeniero rechazará el tramo construido durante la jornada de trabajo.

$$d_m \leq 1,1 d_t \quad A_m \leq 1,1 A_t$$

(d) CALIDAD DEL TRABAJO TERMINADO

El pavimento terminado deberá presentar una superficie uniforme y ajustarse a las rasantes y pendientes establecidas en el Proyecto. La distancia entre el eje del proyecto y el borde del pavimento tratado con mortero asfáltico no deberá ser, en ningún punto, inferior a la señalada en el Proyecto.

#### 422.6 MÉTODO DE MEDICIÓN

En proyectos pequeños, el método de medida y pago se basa usualmente en el área a cubrir, medida en metros cuadrados.

En proyectos grandes, de más de 41806 m<sup>2</sup>, la medida y el pago se basan en toneladas de agregado y litros de emulsión asfáltica utilizados.

El agregado se mide por el peso a la entrega en el sitio o su peso con balanzas certificadas en el sitio.

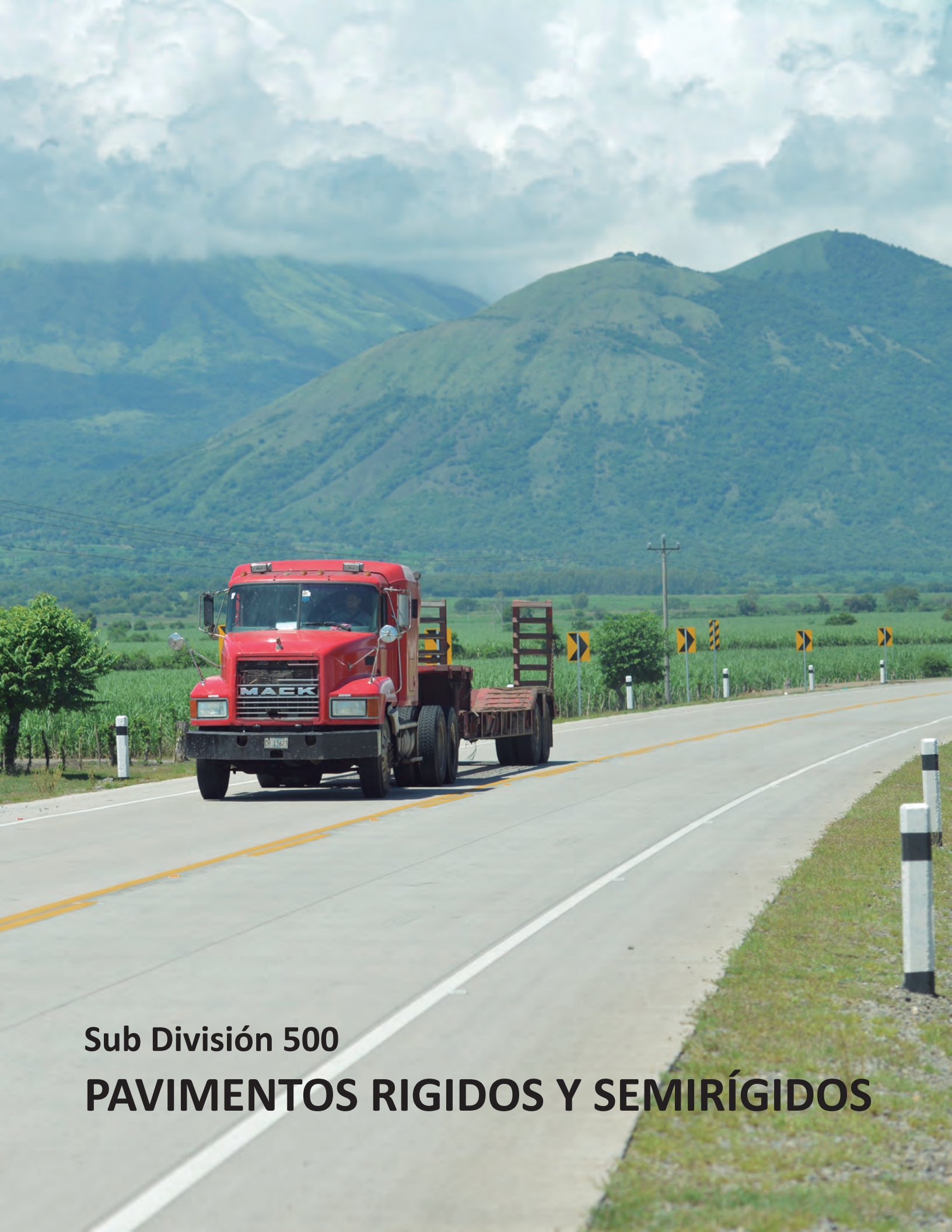
Para la medida se pueden utilizar tiquetes o los pesos impresos. La emulsión asfáltica será medida por medio de tiquetes certificados para cada carga entregada en el sitio; la emulsión que no se utiliza y se devuelve al proveedor se tiene que deducir de esta cantidad.

#### 422.7 BASES PARA EL PAGO

Las cantidades aceptadas, determinadas, según se estipuló 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 será compensación total por todo el trabajo prescrito en esta Sección.

El pago se realizará de acuerdo con:

Ítem de Pago	Descripción -- Concepto de Pago	Unidad de Medida
422.01	Micro Pavimento Tipo .....	Metro Cuadrado
422.02	Emulsión Asfáltica Grado .....	Litro



**Sub División 500**

**PAVIMENTOS RIGIDOS Y SEMIRÍGIDOS**

# » SUBDIVISION 500

## PAVIMENTOS RIGIDOS Y SEMIRÍGIDOS

(Pág.314-422)

### ■ SECCIÓN 501

#### **PAVIMENTO DE CONCRETO DE CEMENTO HIDRÁULICO**

501.1 DESCRIPCIÓN/Pág.317

501.2 MATERIALES/Pág. 317

501.3 REQUISITOS PARA LA CONSTRUCCIÓN/Pág. 317

- 501.3.1 Composición de la Mezcla (Diseño de la Mezcla de Concreto)
- 501.3.2. Preparación de la Subrasante
- 501.3.3. Colocación de las Formaletas
- 501.3.4 Acondicionamiento de la Subrasante o Capa de Base
- 501.3.5 Manipulación, Medición y Dosificación de los Materiales
- 501.3.6 Mezclado del Concreto
- 501.3.8. Muestras para Ensayos de Campo
- 501.3.9. Enrase del Concreto y Colocación del Refuerzo.
- 501.3.10. Juntas
- 501.3.11 Dispositivos para la Transferencia de Cargas
- 501.3.12 Esparcido, Consolidación y Acabado Finales
- 501.3.13 Acabado de las Juntas
- 501.3.14. Acabado a Máquina
- 501.3.15. Acabado a Mano
- 501.3.16. Allanado
- 501.3.17. Correcciones en la Superficie
- 501.3.18. Acabado Final
- 501.3.19. Acabado de Bordos de Pavimento y Juntas
- 501.3.20. Lisura de la Superficie
- 501.3.21. Curado
- 501.3.22. Remoción de las Formaletas
- 501.3.23 Sellado de Juntas
- 501.3.24 Protección del Pavimento
- 501.3.25 Apertura al Tráfico
- 501.3.26. Método Alternativo de Construcción por Medio de Formaleta Deslizante
- 501.3.27. Lisura del Pavimento

501.3.28 Tolerancia en el Espesor del Pavimento

501.3.29. Losas Cortas

501.4 MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS / Pág. 336

501.4.1. Planta y Equipo de Dosificación

501.4.2. Mezcladoras

501.4.3. Equipo de Acabado

501.4.4. Sierra Corta-Junta

501.4.5 Formaletas

501.5 ACEPTACIÓN/Pág.339

501.6 MÉTODO DE MEDICIÓN/ Pág. 342

501.7 BASES PARA EL PAGO/ Pág. 342

### ■ SECCIÓN 502

#### **PAVIMENTO DE HORMIGON CON APORTE DE HORMIGON RECICLADO**

502.1 DEFINICIÓN Y NOMENCLATURA / Pág.343

502.1.1. Definiciones

502.1.2. Tipos de Pavimentos de Hormigón

502.1.3 Nomenclatura

502.1.4. Nivel de Solicitación

502.2 MATERIALES / Pág. 345

502.2.1. Agregados Vírgenes

502.2.3 Agregado Fino Virgen

502.2.4 Agregados de Hormigón Reciclado

502.2.5 Cementos

502.2.6 Agua

502.2.7 Aditivos

502.2.8 Adiciones Minerales

502.2.9 Pigmentos Colorantes

502.2.10 Fibras

502.3 REQUISITOS PARA LA CONSTRUCCIÓN / Pág. 354

502.3.1 Consideraciones Generales

502.3.2 Preparación de la Superficie de Apoyo

502.3.3 Proceso de Elaboración del Hormigón

502.3.4 Transporte del Hormigón

502.3.5 Pavimentación con Moldes Fijos

- 502.3.6 Colocación, Vibración, y Terminación
- 502.3.7 Pavimentación con Encofrados Deslizantes
- 502.3.8 Tasa de Evaporación
- 502.3.9 Texturizado
- 502.3.10 Protección y Curado
- 502.3.11 Numeración y Fecha de las Losas de la Calzada de Hormigón
- 502.3.12 Limpieza
- 502.3.13 Tramo de prueba

502.4 MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS / Pág.363

- 502.4.1. Silos de Almacenamiento del Cemento y de las Adiciones Minerales
- 502.4.2 Planta
- 502.4.3. Equipos para el Transporte del Hormigón
- 502.4.4. Posicionamiento de Pasadores y/o Barras de Unión
- 502.4.5. Canastos u Otros Dispositivos
- 502.4.6 Moldes
- 502.4.7. Vibradores
- 502.4.8. Terminadora de Rodillos
- 502.4.9. Pavimentadora de Encofrados Deslizantes
- 502.4.10 Fratasas
- 502.4.11 Equipos para el Texturizado
- 502.4.12. Equipos para la Distribución del Compuesto de Curado
- 502.4.13. Puente de Trabajo
- 502.4.14. Equipos para el Aserrado de Juntas
- 502.4.15. Equipos para el Sellado de Juntas

502.5 ACEPTACIÓN / Pág.374

502.6 MÉTODO DE MEDICIÓN/Pág. 374

502.7 BASES PARA EL PAGO/ Pág. 375

■ SECCIÓN 503

**PAVIMENTO DE HORMIGON CON FIBRAS**

503.1 DESCRIPCIÓN/Pág.388

503.2 MATERIALES/Pág. 388

- 503.2.1 Fibras sintéticas
- 503.2.2 Fibras metálicas

503.3 REQUISITOS PARA LA CONSTRUCCIÓN/ Pág. 389

- 503.3.1 Dosificación amasado y puesta en obra

503.4 MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS / Pág. 390

503.5 ACEPTACIÓN/Pág.390

503.6 MÉTODO DE MEDICIÓN/Pág.390

503.7 BASES PARA EL PAGO/Pág.390

■ SECCIÓN 504

**PAVIMENTO DE ADOQUINES DE CONCRETO**

504.1 DESCRIPCIÓN / Pág.391

504.1.1 Generalidades

504.1.2 Definiciones

504.1.3 Clasificación de los Adoquines de Concreto

504.2 MATERIALES / Pág. 392

504.2.1 Adoquines de Concreto

504.2.2 Bordillos Laterales

504.2.3 Capa de Arena.

504.2.4 Remate del Pavimento

504.2.5 Arena de Sell

504.2.6 Vigas Transversales de Contención

504.3 REQUISITOS PARA LA CONSTRUCCIÓN / Pág. 398

504.3.1 Aceptación del Adoquín

504.3.2 Transporte y Almacenamiento de los Adoquines de Concreto

504.3.3 Capa de Apoyo

504.3.4 Lecho de Arena

504.3.5 Adoquinado

504.4 MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS / Pág.400

504.5 ACEPTACIÓN / Pág.400

504.6 MÉTODO DE MEDICIÓN / Pág. 400

504.7 BASES PARA EL PAGO / Pág. 401

■ **SECCIÓN 505**

**PAVIMENTO DE HORMIGON COMPACTADO CON RODILLO**

505.1 DESCRIPCIÓN / Pág.402

- 505.1.1 Definición
- 505.1.2 Características Generales
- 505.1.3 Propiedades Generales
- 505.1.4 Tipo y Composición de la Mezcla

505.2 MATERIALES / Pág. 403

- 505.2.1 Agregados Grueso y Fino
- 505.2.2 Cemento
- 505.2.3 Agua
- 505.2.4 Aditivos

505.3 REQUISITOS PARA LA CONSTRUCCIÓN / Pág. 403

- 505.3.1 Trabajos preliminares
- 505.3.4 Capacidad Estructural
- 505.3.5 Fabricación de la Mezcla
- 505.3.6 Transporte de la Mezcla
- 505.3.7 Vertido y extendido de la mezcla
- 505.3.8 Compactación y Acabado
- 505.3.9 Acabado de la Superficie
- 505.3.10 Ejecución de las Juntas
- 505.3.11 Curado
- 505.3.12 Limitaciones de la Ejecución
- 505.3.13 Apertura al Tráfico

505.4 MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS / Pág.408

505.5 ACEPTACIÓN / Pág.408

- 505.5.1 Tramos de Prueba
- 505.5.2 Controles de Fabricación y Puesta en Obra
- 505.5.3 Tolerancias de la Superficie Acabada

505.6 MÉTODO DE MEDICIÓN / Pág. 411

505.7 BASES PARA EL PAGO / Pág. 411

■ **SECCIÓN 506**

**RECICLADO DE PAVIMENTO DE CONCRETO (RCP)**

506.1 DESCRIPCIÓN / Pág.412

506.2 MATERIALES / Pág. 412

- 506.2.1 Agregado Hormigón Reciclado (RCA)

506.2.2 Propiedades Físicas y Químicas del Material

506.3 REQUISITOS PARA LA CONSTRUCCIÓN / Pág. 416

- 506.3.1 Introducción
- 506.3.2 Consideraciones Generales.
- 506.3.3 Preparación del Pavimento
- 506.3.4 Retiro del Acero de Refuerzo
- 506.3.5 Procesamiento en Plantas de Trituración
- 506.3.6 Reciclaje del Hormigón en Sitio
- 506.3.7 Aplicaciones
- 506.3.8 Consideraciones Ambientales.

506.4 MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS / Pág.420

506.5 ACEPTACIÓN / Pág.421

506.6 MÉTODO DE MEDICIÓN / Pág. 421

506.7 BASES PARA EL PAGO / Pág. 422

## SECCIÓN 501 PAVIMENTO DE CONCRETO DE CEMENTO HIDRÁULICO

### 501.1 DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en la construcción de Pavimentos de Concreto con Cemento Hidráulico, también conocido como Pavimento Rígido de Concreto Hidráulico, simple o reforzado, con o sin inclusión de aire, según se especifique, de acuerdo con estas especificaciones y en conformidad sustancial con las líneas, rasantes, espesores, secciones transversales típicas, mostradas en los planos o según lo establecido por el Ingeniero.

### 501.2 MATERIALES

Los materiales deben cumplir con los requisitos estipulados en los artículos indicados a continuación.

MATERIAL	
Cemento Hidráulico	Artículo-1001.1
Agregado fino	Artículo-1003.1
Agregado grueso	Artículo-1003.2
Rellenadores y Selladores de Juntas	Artículo-1005.1
Acero de refuerzo	Artículo-1009.1
Materiales para curar	Artículo-1011.1
Aditivos para inclusión del aire	Artículo-1011.2
Aditivos químicos	Artículo-1011.3
Agua	Artículo -1012.1 a
CFAH (Fly Ash)	Artículo-1012.10
Adhesivos de Resina Epóxica	Artículo-1012.15
Lechada de Cemento	Artículo-1012-14
Fibras de polipropileno	Artículo-1012.16

### 501.3 REQUISITOS PARA LA CONSTRUCCIÓN

#### 501.3.1 Composición de la Mezcla (Diseño de la Mezcla de Concreto)

Diseñar la mezcla de concreto de acuerdo según lo estipulado en el Artículo-602.3.1 Ajustar el diseño acorde a lo establecido en el Cuadro 501-1.

**CUADRO 501-1 DOSIFICACIÓN Y CONDICIONES DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS**

Relación Agua/Cemento (Máxima) (1)	Temperatura de Concreto	Revenimiento	Contenido de Aire (%)	Tamaño del Agregado (AASHTO M 43)	Resistencia a la flexotracción a los 28 días (Mínima)
0.49	20 + 10°C	40 + 20 mm	3 ½ máx.	No. 57 ó 67	4.5 MPa

- (1) Se promoverá la incorporación de aditivos al concreto hidráulico que permitan reducir la relación agua/cemento
- (2) En caso de inclusión de fibras de polipropileno, la dotación será de 600 g por metro cúbico de concreto o la cantidad determinada por diseño y/o recomendada por el fabricante o proveedor del producto.

### 501.3.2. Preparación de la Subrasante

Después de que la subrasante o subbase haya sido nivelada y compactada satisfactoriamente, será recortada aproximadamente a la elevación correcta, extendiendo este trabajo, por lo menos 60 centímetros más allá de cada uno de los bordes del pavimento de concreto a construir.

### 501.3.3. Colocación de las Formaletas

1. La fundación de las formaletas laterales deberá ser dura y ajustada a las elevaciones de la subrasante, a fin de que dichas formaletas queden firmemente apoyadas en toda su longitud y en rasante.

Si en algún lugar a lo largo de las formaletas, la corona de éstas quedare por debajo de la rasante establecida, se escarificará la subrasante y se rellenará la depresión con material granular aprobado, en capas de centímetro y medio o menos de espesor, en anchos no, menores de 45 cm a cada lado de la formaleta y se compactará debidamente. Los promontorios o áreas de la subrasante o subbase que rebasen el nivel requerido serán corregidos por medio de apisonado o corte a ambos lados de la base de la formaleta.

2. Las formaletas serán colocadas con suficiente anticipación a la colocación del concreto para así facilitar la ejecución y aprobación de todas las operaciones que hay que hacer a lo largo y a los lados de ellas. Después de que las formaletas hayan sido colocadas de conformidad con la rasante correcta, se deberá apisonar ampliamente la subrasante o subbase, a máquina o a mano, a ambos lados de la base de dichas formaletas.

Las formaletas serán fijadas en su sitio mediante el uso de 3 ó más espigas metálicas por cada sección de 3 metros. A ambos lados de cada junta deberá ir una espiga. Las secciones de las formaletas serán firmemente fijadas de modo que carezcan de juego o movimiento en cualquier dirección. La desviación lateral máxima permisible en alineamiento horizontal será de 7 milímetros en cualquier punto y sentido. Su fijación será tal que resistan, sin rebote o asentamiento visibles, el impacto y la vibración del equipo de consolidación y acabado. Las formaletas deberán ser limpiadas y aceitadas antes de la colocación del concreto.

3. Rasante y Alineamiento de las Formaletas.

El alineamiento y las elevaciones de la rasante de las formaletas deberán ser comprobados por el Contratista y las correcciones, efectuadas antes de colocar el concreto. Cuando una formaleta haya sido movida o la subrasante se haya vuelto inestable, la formaleta deberá ser colocada de nuevo y su posición definitiva, comprobada con sumo cuidado.

### 501.3.4 Acondicionamiento de la Subrasante o Capa de Base

La subrasante o capa de base deberá ser conformada de acuerdo con la sección transversal típica mostrada en los planos u ordenada por el Ingeniero. Los promontorios deberán ser recortados a la elevación adecuada.

Las depresiones, deberán ser rellenadas y compactadas hasta que concuerden con la subrasante de las áreas adyacentes o rellenadas con concreto integralmente con el colocado en el pavimento.

La subrasante será mantenida lisa y compacta hasta la colocación del pavimento.

A menos que se haya especificado que el material de la capa superior de la subrasante o de la base sea hidrófugo, será necesario humedecer uniformemente la subrasante o la capa de base antes de colocar el concreto.

### 501.3.5 Manipulación, Medición y Dosificación de los Materiales

El sitio de la planta de dosificación, el arreglo de la misma, el equipo y las disposiciones para el transporte del material deberán ser tales que se asegure un abastecimiento continuo de material para el trabajo. El acopio de los agregados deberá cumplir con lo dispuesto en la División I.

Todos los agregados lavados y los producidos o manipulados por medios hidráulicos, deberán ser acopiados o ensilados con tiempo suficiente para que drenen la humedad.

El agregado fino y cada tamaño de agregado grueso deberán ser pesados separadamente y descargados en tolvas en las cantidades respectivas fijadas por el Ingeniero en la dosificación de trabajo.

El cemento será medido por peso. Para pesar el cemento se utilizarán básculas y tolvas separadas que cuenten con un dispositivo que indique con seguridad la descarga completa de la bachada de dicho material en la tolva de dosificación.

Cuando la mezcla sea hecha en el sitio de la obra, los agregados deberán ser transportados desde la planta de dosificación hasta la mezcladora en cajas que contengan bachadas completas, cajones (tinas) de camiones, u otros recipientes de capacidad y construcción adecuada para transportar debidamente el volumen requerido. El uso de camiones con tinas de varios compartimientos que contienen cada uno el volumen correspondiente a una bachada y provistos de particiones que separen, es apropiado para una a otra bachada, y que eviten que el agregado se escurra de un compartimiento al otro durante el acarreo o volcadura.

Cuando sea usado cemento a granel, el Contratista deberá utilizar un método adecuado para la manipulación del cemento desde la tolva pesadora al recipiente de transporte o descargarlo en la bachada misma, para su traslado hasta la mezcladora, por medio de una canaleta de descarga, manga u otro dispositivo aprobado, para evitar pérdidas de cemento y asegurar en cada bachada el contenido especificado.

El cemento a granel deberá ser transportado a la mezcladora en compartimientos herméticos que lleven la cantidad total de cemento requerido para cada bachada, o entre el agregado grueso y el fino, si no estuviese prohibido por las especificaciones especiales.

Cuando el cemento sea puesto en contacto con los agregados, las bachadas podrán ser rechazadas a menos que sean mezcladas antes de que hayan transcurrido 1 1/2 horas después de producido dicho contacto. El cemento podrá ser transportado encima de los agregados, si va en sus bolsas originales en la cantidad correspondiente a cada bachada.

Las dosificaciones para cada bachada deberán ser entregadas en la mezcladora por separado e intactas.

Cada bachada deberá ser vaciada dentro de la mezcladora sin derrame de cemento.



La dosificación de cada bachada deberá ser efectuada en tal forma que los pesos de cada material se encuentren dentro de una tolerancia del 1% para el cemento y del 2% para los agregados.

El agua podrá ser medida por volumen o por peso. La exactitud en la medición del agua deberá estar dentro de un límite de error que no exceda el 1%. A menos que el agua vaya a ser pesada, el equipo medidor del líquido deberá incluir un tanque auxiliar desde el cual sea abastecido el tanque medidor. Este deberá estar equipado con una llave o válvula exterior para facilitar el calibrado, a menos que sean provistos otros medios que permitan constatar con rapidez y exactitud, la cantidad de agua que hay en el tanque.

El volumen del tanque auxiliar deberá ser, por lo menos, igual al del tanque de medición.

Los métodos y el equipo para añadir un agente inclusor de aire u otros aditivos a la bachada, cuando fuesen necesarios, deberán ser aprobados por el Ingeniero. Todos los aditivos deberán ser medidos en la mezcladora con una exactitud de 3%, en más o en menos.

Cuando las especificaciones especiales exijan el empleo de negro de humo en la capa superior, el tambor y el cucharón de carga de la mezcladora deberán ser muy bien lavados, o por lo menos, habrá que mezclar una bachada de concreto que contenga negro de humo para colocarla en la capa de abajo inmediatamente antes de que se vaya a colocar concreto coloreado en la capa superior.

#### **501.3.6 Mezclado del Concreto**

El concreto puede ser mezclado en el sitio de la obra, en una planta central de mezclado o en camiones mezcladores. El mezclador deberá ser de un tipo y capacidad aprobados. El tiempo de mezclado se computará desde el momento en que todos los materiales, excepto el agua, estén en el tambor. El concreto premezclado deberá ser mezclado y entregado de acuerdo con los requisitos de la norma AASHTO M 157, excepto que las revoluciones mínimas exigidas en la velocidad del mezclado para el concreto mezclado en tránsito, no podrán ser rebajadas a menos de las recomendadas por el Fabricante del mezclador, cuyo número deberá estar indicado en la placa de serie fijada por la fábrica en el mezclador. El Contratista deberá suministrar datos sobre pruebas que sean aceptables para el Ingeniero, confirmando que la marca y modelo del mezclador producirán concreto uniforme conforme las especificaciones AASHTO M 157 utilizando el número reducido de revoluciones mostrado en la placa de serie.

Cuando el mezclado sea hecho en el sitio de trabajo o en una planta central, el tiempo de mezclado no deberá ser menor de 50 ni mayor de 90 segundos. Se aumentarán 4 segundos al tiempo especificado para el mezclado, cuando el plazo comience a contarse desde el momento en que el cucharón de carga llega a su máxima posición de alzado. El tiempo de mezclado termina cuando se abre la canaleta de descarga. En los mezcladores de tambores múltiples el tiempo de traslado está incluido en el tiempo de mezclado. Antes de cargar el tambor del mezclador con los componentes de una bachada, hay que vaciar la bachada anterior ya mezclada.

El tambor deberá ser operado a la velocidad mostrada en la placa del Fabricante del mezclador. Cualquier concreto mezclado en un tiempo inferior al especificado será descartado y desechado por el Contratista, a sus expensas. El volumen de concreto mezclado por bachada no deberá exceder la capacidad mostrada en la placa para capacidad nominal que el Fabricante fija en el mezclador, pero se permitirá una sobrecarga hasta del 10% sobre esa capacidad nominal del mezclador, siempre que los resultados de las pruebas de resistencia, segregación y consistencia del concreto sean satisfactorios y no ocurra desbordamiento del mismo.

La bachada deberá ser alimentada al tambor en tal forma que una parte del agua para que el mezclado llegue antes que el cemento y los agregados. El agua deberá fluir uniformemente y toda ella deberá estar en el tambor al final de los primeros 15 segundos del período de mezclado. La garganta del tambor deberá conservarse limpia de acumulaciones que puedan restringir el libre paso de los materiales a mezclar.

El concreto fabricado en una planta central de mezclar deberá ser transportado en camiones mezcladores, camiones agitadores o camiones no agitadores, según se especifica en el Artículo 501.4. El tiempo que transcurra desde que el agua es agregada a la mezcla hasta que el concreto sea depositado en el sitio de la obra, no deberá exceder:

- de 45 minutos, cuando el concreto sea acarreado en camiones no agitadores
- de 90 minutos, cuando el acarreo sea hecho en camiones mezcladores o en camiones agitadores para mezclas que no incluyan aditivos retardadores en su diseño.

En condiciones excepcionales de calor ambiental o bajo otras condiciones que contribuyan al endurecimiento rápido del concreto, el tiempo máximo permisible podrá ser reducido por el Ingeniero. Para mezclas que incluyan retardadores de fraguado en su diseño se podrá incrementar el tiempo en función a los ensayos realizados en laboratorio.

No se permitirá el re-amasado del concreto agregándole agua, ni por otros medios, excepto en los casos en que el concreto sea transportado en camiones mezcladores o agitadores y se necesite agua adicional a los materiales de la bachada y mezclar por más tiempo, a fin de aumentar el revenimiento requerido. Si lo permite el Ingeniero tales operaciones sean llevadas a cabo dentro de los 45 minutos siguientes al inicio del mezclado y no es excedida la relación agua/cemento. No deberá utilizarse concreto que en el momento de su colocación no esté dentro de los límites especificados para el revenimiento. El uso de aditivos para aumentar la trabajabilidad del concreto o para acelerar el fraguado, sólo será permitido si está previsto en las especificaciones especiales del contrato o bajo aprobación del Ingeniero.

En caso de incluir fibras de polipropileno a la mezcla, éstas serán incorporadas inmediatamente después del resto de materiales para garantizar una distribución homogénea en el concreto.

No se deberá mezclar, colocar ni dar acabado a concreto alguno cuando la luz natural sea insuficiente, a menos que se cuente con un sistema de alumbrado artificial adecuado y aprobado.

Salvo disposición en contrario, la temperatura del concreto mezclado no deberá ser inferior a 10° C ni mayor de 35° C en el momento de ser colocado en las formaletas.

En caso de necesidad de verter Concreto Hidráulico a temperaturas inferiores a 10° C, se deberán observar y seguir las Normas para Hormigonado en Tiempo Frio de la AASHTO, o de la ACI (Numeral 306). Por el contrario, has necesidad de vaciar hormigón por encima de los 35° C, se deberán observar y seguir las Normas para Hormigonado en Tiempo Caluroso de la AASHTO, o de la ACI (Numeral 307).

### **501.3.7. Colocación del Concreto Hidráulico**

El concreto deberá ser depositado en la subrasante preparada, en tal forma que requiera un mínimo de manipulación. A menos que los camiones mezcladores, camiones agitadores o equipo no agitador para transporte de concreto estén equipados con medios para descargar el concreto sin segregación de los materiales, el concreto deberá ser descargado dentro de un aparato esparcidor aprobado, y será esparcido mecánicamente sobre la subrasante, en tal forma que se evite la segregación de los materiales. La colocación será continua entre juntas transversales sin el uso inmediato de tabiques de retención.

La distribución manual que fuese necesaria, será efectuada con palas, no con rastrillos. Los obreros no deberán caminar sobre el concreto recién colocado con las botas o zapatos cubiertos de tierra o sustancias extrañas.

Donde el concreto tenga que ser colocado junto a un carril de pavimento previamente construido y el equipo mecánico tenga que ser manejado sobre éste, el concreto de dicho carril existente deberá haber alcanzado la resistencia especificada para los 14 días. Si es solamente el equipo de acabado el que va a circular sobre el carril existente, la pavimentación de los carriles adyacentes se podrá permitir después de 3 días.

El concreto deberá ser consolidado cuidadosamente a lo largo y contra las caras de todas las formaletas, en toda la longitud y en ambos lados de todas las juntas, por medio de vibradores sumergidos en el concreto. No se permitirá que los vibradores entren en contacto con la armazón de ninguna junta, la subrasante o las formaletas laterales. En ningún caso se deberá operar un vibrador en un mismo lugar durante más de 5 segundos.

El concreto deberá ser depositado tan cerca como sea posible de las juntas de expansión y contracción, sin perturbarlas, pero no deberá ser arrojado del cucharón o dispositivo de descarga sobre la armazón de una junta, a menos que dicho dispositivo se encuentre centrado sobre la misma.

En caso de que alguna cantidad de concreto cayese o fuese empujado sobre la superficie de una losa terminada, deberá retirarse inmediatamente por medio de métodos aprobados.

No se realizará colado del concreto en caso de que la temperatura ambiente o la de la masa del concreto sea superior a 35°C, y la velocidad del viento supere los 40 km/h, salvo autorización expresa del Ingeniero Supervisor.

El Contratista podrá colocar bajo su propio riesgo en diferentes condiciones climáticas siempre que tome las previsiones necesarias para obtener un pavimento con resultados según lo especificado.

#### **501.3.8. Muestras para Ensayos de Campo**

El Contratista deberá proveer el concreto necesario para moldear viguetas y cilindros de ensayo.

El Contratista deberá moldear un juego de 3 viguetas y 3 cilindros por cada 464 metros cuadrados o 114 metros cúbicos de concreto al menos una vez al día, pero no menos de dos juegos de 3 viguetas y 3 cilindros por cada día de trabajo. Las viguetas y cilindros deberán ser preparados y curados de acuerdo con la norma AASHTO T 23.

Los requisitos para el ensayo de cilindros deberán aparecer estipulados en las CEC (Cuadro 501-2).

#### **501.3.9. Enrase del Concreto y Colocación del Refuerzo.**

Después de colocado el concreto, será enrasado para que se ajuste a la sección transversal y elevación mostradas en los planos. Cuando se vaya a colocar un pavimento de concreto reforzado en dos capas, la capa inferior deberá ser enrasada y consolidada en una longitud y profundidad tales que permitan colocar sobre el concreto la malla o barras de refuerzo en toda su longitud en su posición final y sin necesidad de más manipuleo. Entonces se colocará directamente el refuerzo sobre el concreto, después de lo cual se colocará, enrasará y conformará con el escantillón. Toda parte de la capa inferior que haya estado colocada por más de 30 minutos sin ser cubierta por la capa superior, deberá ser removida y reemplazada con concreto recién mezclado, por cuenta del Contratista. Cuando el concreto armado sea colocado en una sola capa, el refuerzo podrá ser colocado firmemente en su lugar con anticipación a la colocación del concreto, o podrá ser colocado a la profundidad mostrada en los planos en el concreto en estado plástico, haciendo uso de dispositivos mecánicos o vibratorios.

Las varillas para el refuerzo deberán estar libres de tierra, aceite, pintura, grasa, costra de escamas y sarro suelto o compacto, que podría disminuir la adherencia del acero con el concreto.

#### **501.3.10. Juntas**

Las juntas deberán ser construidas del tipo, las dimensiones y en los lugares requeridos por los planos o especificaciones especiales. Todas las juntas deberán ser protegidas de la intrusión de material extraño dañino mientras no hayan sido selladas.

## a) JUNTAS LONGITUDINALES

Se colocarán barras de amarre de acero corrugado de longitud, tamaño y espaciado especificados perpendicularmente a las juntas longitudinales, por medio de equipo mecánico aprobado o rígidamente aseguradas por silletas de apoyo u, otros soportes aprobados que impidan su desplazamiento.

Las barras de amarre no deberán ser pintadas ni recubiertas con asfalto u otro material, ni encerradas en tubos o manguitos. Cuando se detalle en los planos y cuando se construyan por separado carriles de pavimento contiguos, se deberán emplear formaletas laterales de acero que formen una ranura dentada a lo largo de la junta de construcción. Las barras de amarre, no pueden ser dobladas en ángulo recto contra la formaleta del primer carril construido y luego enderezadas a su posición final antes de que el concreto del carril inmediato sea colado.

Las juntas longitudinales deberán consistir en una ranura o muesca que se extienda hacia abajo desde la superficie del pavimento y normalmente a la misma. Estas juntas deberán ser hechas, por medio de un dispositivo aprobado, operado mecánica o manualmente, de las dimensiones y alineación indicadas en los planos y mientras el concreto se encuentra en estado plástico. Según lo indiquen los planos, la ranura o muesca deberá rellenarse con una tira premoldeada o con material chorreado.

La junta longitudinal del centro deberá ser instalada de tal modo que sus extremos estén en contacto con las juntas transversales, si las hubiere.

Las juntas longitudinales aserradas se deberán cortar por medio de sierras para cortar concreto hasta la profundidad, el ancho y la alineación que muestren los planos. Se utilizarán cordeles y otros dispositivos de guía para asegurar que el corte longitudinal de la junta quede exactamente en la línea media mostrada en los planos.

La junta longitudinal deberá ser aserrada antes de que se cumpla el período de curado o un poco después y antes de que circule sobre el pavimento cualquier equipo o vehículo. La parte aserrada debe ser limpiada muy bien y, si lo ordena el Ingeniero, rellena inmediatamente con un sellador.

Las juntas longitudinales del tipo de inserto permanente, serán formadas colocando una tira continua de material plástico que no reaccione desfavorablemente con los constituyentes químicos del concreto. La tira inserta será de ancho suficiente para formar un plano débil hasta la profundidad requerida por los planos. Las juntas de este tipo no deberán ser aserradas.

Los traslapes serán permitidos si hay garantía de que se mantendrá la continuidad de la tira inserta. El borde superior de la tira deberá quedar por debajo de la superficie terminada del pavimento, según lo muestren los planos.

La tira inserta no deberá quedar desviada de su posición vertical durante la instalación o a causa de las operaciones de acabado ejecutadas en la superficie del pavimento. El alineamiento de la junta terminada deberá ser uniformemente paralelo a la línea central del pavimento y no tener excesivas irregularidades locales.

El dispositivo mecánico de instalación deberá vibrar el concreto durante la inserción de la tira, de tal manera que haga que el concreto que haya sido desplazado regrese uniformemente a lo largo de la tira, sin causar segregación o desarrollar huecos.

## b) JUNTAS TRANSVERSALES DE EXPANSIÓN

El relleno para la junta de expansión deberá ser continuo, de formaleta a formaleta, conformado según la subrasante y la muesca a lo largo de las formaletas. El relleno premoldeado para juntas será suministrado en longitudes iguales al ancho del pavimento o al de un carril. No se podrá usar relleno para juntas que haya sido dañado o reparado, a menos que fuese aprobado por el Ingeniero.

El relleno de la junta de expansión deberá quedar fijo en posición vertical. Si fuese requerido por el Ingeniero, se hará uso de una barra instaladora aprobada, u otro dispositivo, para asegurar que el relleno premoldeado para juntas de expansión quede en su rasante y alineación correctos durante la colocación y acabado del concreto.

Las juntas ya acabadas no deberán desviarse más de 6 mm. de su alineación horizontal. Si los rellenos de juntas son ensamblados en secciones no deberán existir separaciones entre las unidades adyacentes. No se permitirán taponos de concreto en ninguna parte dentro del espacio disponible para la expansión.

c) JUNTAS TRANSVERSALES DE CONTRACCIÓN

Las juntas transversales de contracción consistirán en secciones debilitadas creadas al moldear o al hacer cortes en la superficie del pavimento, y cuando lo indiquen los planos incluirán unidades para transferencia de la carga.

d) JUNTAS TRANSVERSALES DE CONTRACCIÓN DE TIRA

Estas juntas serán formadas instalando una tira separadora que se dejará en el espacio de la junta, según lo indiquen los planos.

e) RANURAS MOLDEADAS

Estas juntas serán ejecutadas insertando en el concreto plástico una herramienta o dispositivo aprobado, el cual deberá permanecer en su lugar, por lo menos, hasta que el concreto haya alcanzado su fraguado inicial. Luego, se sacará sin perturbar el concreto adyacente, a menos que el dispositivo esté diseñado para permanecer en la junta;

f) JUNTAS DE CONTRACCIÓN ASERRADAS

Estas juntas serán formadas aserrando ranuras en la superficie del pavimento, con el ancho, la profundidad, el espaciamiento y la alineación mostrados en los planos, utilizando una sierra para cortar concreto. Después de aserrar cada junta, esta deberá limpiarse cuidadosamente al igual que las superficies de concreto adyacentes.

El aserrado de dichas juntas deberá comenzarse indefectiblemente de 4 a 24 horas después de haber colocado el concreto hidráulico. Este rango de tiempo para comenzar el aserrado, debe ser muy bien estudiado en función a las temperaturas del ambiente, a la luz solar, el nivel de humedad del ambiente, la velocidad del viento, entre otras variables, y cuando éste haya endurecido suficientemente para permitir el aserrado sin desmoronamiento excesivo.

Todas las juntas deberán ser aserradas antes de que ocurran fisuras incontroladas debido a la contracción. Estas fisuras son imperceptibles a simple vista en los primeros meses, pero posteriormente ya podrán verse las grietas, de no haberse seguido con todos los minuciosos cuidados para el aserrado de juntas.

Las operaciones de aserrado deberán efectuarse de día y de noche, sin importar las condiciones del tiempo, tan pronto como sea necesario de acuerdo a las variables climáticas y de condiciones de fabricación del concreto hidráulico. Se omitirá el aserrado de toda junta cerca de la cual se presenten grietas antes del momento del aserrado. También se suspenderá el aserrado cuando se presente una grieta adelante de la sierra.

En general, todas las juntas deberán ser aserradas en secuencia. Si existieran condiciones climáticas extremas tales que sea imposible impedir el agrietamiento errático al aserrar tan pronto, la ranura de la junta de contracción deberá ser moldeada antes del fraguado inicial del concreto, de acuerdo con lo estipulado anteriormente.

## g) JUNTAS TRANSVERSALES DE CONTRACCIÓN MOLDEADAS

Estas juntas deberán satisfacer los requisitos para juntas longitudinales moldeadas.

## h) JUNTAS TRANSVERSALES DE CONSTRUCCIÓN

Las juntas transversales de construcción serán construidas cuando haya una interrupción de más de 30 minutos en las operaciones de colocación del concreto. No se podrá construir una junta transversal a menos de 3 metros de distancia de una junta de expansión, junta de contracción o plano debilitado. Si no hay suficiente concreto mezclado para construir una losa que tenga, por lo menos, 3 metros de largo al ocurrir la interrupción, el concreto excedente hacia atrás hasta la última junta precedente, deberá ser removido y desechado de acuerdo con las órdenes del Ingeniero.

**501.3.11 Dispositivos para la Transferencia de Cargas**

Cuando se usen barras para transferencia de cargas serán mantenidos en posición paralela a la superficie y la línea central de la losa por medio de un dispositivo de metal que se deja en el pavimento.

La parte de cada barra que va pintada con una mano de pintura de plomo o de alquitrán, según lo establece el Artículo 1009.1 de estas especificaciones, deberá ser recubierta con material bituminoso o un lubricante aprobado, a fin de evitar que el concreto se adhiera a esa parte de la barra. En cada barra usada en juntas de expansión se proveerá una tapa o manguito que cumpla con los requisitos del Artículo 1009.1.

Estas tapas o manguitos deberán quedar bien ajustados a la barra y el lado cerrado deberá ser impermeable.

En vez de usar barras ensambladas en las juntas de construcción, será aceptable el uso de simples varillas colocadas en todo el espesor del pavimento por medio de algún dispositivo mecánico aprobado por el Ingeniero.

**501.3.12 Esparcido, Consolidación y Acabado Finales**

La secuencia de las operaciones será la siguiente:

- a. Colocación y Esparcido de la mezcla.
- b. Consolidación (Compactación o Vibrado).
- c. Conformación, Alisado Preliminar y Eliminación de Lechada.
- d. Acabado Final.

El Contratista proveerá andamios de pasarela u otros dispositivos apropiados para que haya acceso a la superficie del pavimento y se faciliten las operaciones de verificación, acabado y corrección de deformaciones de acuerdo con lo especificado más adelante.

En general, no será permitido agregar agua a la superficie del concreto como ayuda en las operaciones de acabado; si esto fuera permitido, tendría que ser aplicada en forma de rocío por medio de algún dispositivo aprobado.

### **501.3.13 Acabado de las Juntas**

El acabado de las juntas será hecho de la manera siguiente:

- El concreto contiguo a las juntas deberá ser densificado y colocado firmemente, sin vacíos ni segregación contra el material de las juntas lo mismo que alrededor y debajo de los dispositivos para la transferencia de cargas, unidades ensambladas para juntas, u otros aparatos diseñados para quedar embebidos en el pavimento. El concreto contiguo a las juntas deberá ser vibrado mecánicamente, según se exige en el Artículo 501.3.7.
- Después de que el concreto haya sido colocado y vibrado a satisfacción en la parte adyacente a las juntas, según quedó estipulado en el Artículo 501.3.7, la máquina acabadora deberá adelantarse de modo que no cause daño o desviación en las juntas. Si la operación ininterrumpida de la máquina acabadora un poco antes, sobre e inmediatamente después de las juntas causara segregación del concreto, desalineamiento o daños en ellas, deberá detenerse su operación cuando la plantilla maestra delantera se encuentre, aproximadamente, a 20 cm, antes de la junta.
- El concreto segregado deberá ser eliminado del frente y fuera de la junta; la plantilla maestra delantera deberá ser levantada y colocada directamente encima de la junta y se reanudará entonces el movimiento hacia el frente de la máquina acabadora.

Cuando la segunda plantilla maestra se encuentre suficientemente cerca para permitir que el exceso de mortero al frente de la misma fluya sobre la junta, la plantilla maestra deberá ser levantada para que pase sobre la misma. De ahí en adelante la máquina acabadora podrá ser movida sobre la junta sin levantar las plantillas, siempre y cuando no haya concreto segregado inmediatamente entre la junta y la plantilla, ni encima de la junta.

### **501.3.14. Acabado a Máquina**

#### a) MÉTODO NO VIBRATORIO

El concreto deberá ser distribuido o esparcido tan pronto como sea colocado y, seguidamente, será conformado y repasado por la plantilla maestra de una máquina acabadora aprobada, la cual deberá pasar sobre la superficie del pavimento tantas veces y a los intervalos que fuesen necesarios para obtener la consolidación necesaria y dejar una superficie de textura uniforme; sin embargo, deberá evitarse la operación excesiva sobre un área dada.

Las partes superiores de las formaletas deberán ser mantenidas limpias por medio de un aditamento efectivo conectado a la máquina, y el paso de ésta sobre las formaletas deberá efectuarse con exactitud, sin levantamientos, bamboleos ni otras variaciones que puedan afectar la precisión del acabado.

Durante la primera pasada de la máquina acabadora, se deberá mantener un lomo uniforme de concreto por delante de la primera plantilla maestra en todo su largo;

#### b) MÉTODO VIBRATORIO

Cuando esté especificada la vibración, el Contratista proveerá un tren de vibradores para trabajar en el ancho completo de las losas de concreto del pavimento, los cuales deberán satisfacer los requisitos del Artículo 501.4.3. Si no se obtuviera por el método vibratorio una densidad uniforme y satisfactoria para el concreto en las juntas, a lo largo de las formaletas, en áreas adyacentes a estructuras y en cualquier lugar del pavimento, se le exigirá al Contratista que suministre equipo y métodos que puedan producir un pavimento que satisfaga las especificaciones.

Serán igualmente válidas todas las disposiciones del párrafo que antecede, que no estén en contradicción con las especificadas para el método vibratorio.

### 501.3.15. Acabado a Mano

En el caso de que estuviese permitido el acabado a mano, o de que se descompusiera el equipo mecánico, regirán las siguientes disposiciones:

- El Contratista tendrá disponibles en todo momento en el sitio de la obra, las herramientas necesarias para el acabado a mano.
- En todo caso, será permitido este método de acabado en aquellos lugares angostos o de dimensiones irregulares en que la operación del equipo mecánico sea difícil o inapropiado.
- El concreto, tan pronto como sea colocado, deberá ser esparcido y enrasado. Para esto último se deberá emplear un codal o enrasadora portátil aprobada. Se deberá disponer de otro codal o enrasadora para emparejar la capa inferior de concreto, cuando la losa sea reforzada.
- La enrasadora o codal para la superficie deberá ser cuando menos, 60 centímetros más larga que la anchura máxima de la losa a enrasar. Su diseño, que será aprobado por el Ingeniero, deberá ser suficientemente rígido para mantener su forma y estar hecha de metal o de otro material apropiado recubierto con metal.
- La consolidación del concreto deberá ser obtenida mediante el empleo de uno o más vibradores adecuados u otro equipo aprobado.
- Durante la operación, los raseros o codales deberán ser movidos hacia adelante sobre los moldes, con un movimiento combinado longitudinal y transversal de cizallamiento, avanzando siempre en la dirección en que progresa el trabajo, y manipulados de tal manera que ninguno de sus extremos esté levantado sobre las formaletas laterales durante el proceso de enrasado. Si fuera necesario, tal operación deberá ser repetida hasta que la superficie tenga una textura uniforme, con la rasante y sección transversal exactas y no contenga zonas porosas.

### 501.3.16. Allanado

Después de que el concreto haya sido enrasado y consolidado, será afinado y consolidado aún más, por medio de un codal longitudinal, empleando uno de los siguientes métodos, según esté especificado o permitido:

#### a) MÉTODO MANUAL

El codal longitudinal operado a mano no deberá ser menor de 3.70 metros de largo y 15 centímetros de ancho, debidamente reforzado para evitar flexibilidad y combadura. El codal, operado desde pasarelas soportadas en las formaletas laterales y extendidas sobre el concreto, pero sin apoyarse en él, deberá ser accionado con un movimiento de vaivén, manteniéndolo en posición paralela al eje del camino y pasándolo gradualmente de un lado a otro del pavimento. El movimiento hacia adelante a lo largo de la línea central del pavimento, se hará con avances sucesivos no mayores de la mitad del largo del codal. Cualquier exceso de agua o de lechada deberá ser desechado por encima de las formaletas laterales en cada pasada;

#### a) MÉTODO MECÁNICO

El codal mecánico longitudinal deberá ser de un diseño aprobado por el Ingeniero, y estar en buenas condiciones para trabajar. El codal deberá estar exactamente ajustado para conformar la corona especificada y coordinado con los ajustes de la máquina acabadora transversal;



#### b) MÉTODO MECÁNICO ALTERNO

Como alternativa al procedimiento descrito en el párrafo que antecede, el Contratista podrá emplear una máquina compuesta de uno o varios codales cortantes y alisadores, suspendidos y guiados desde un marco rígido. Este marco deberá ir montado sobre cuatro o más ruedas visibles, que corran sobre y constantemente en contacto con las formaletas laterales.

Si se fuera siguiendo uno de los métodos de conformación y afinado descritos anteriormente, se podrán usar codales de no menos de 1.50 metros de largo por 15 centímetros de ancho provistos de brazos largos para su manipulación, para alisar y rellenar pequeñas áreas de textura abierta que tuviese el pavimento. Estos codales con brazos largos no serán usados para afinar toda la superficie del pavimento en sustitución, o suplementando a alguno de los métodos para conformar y afinar antes descritos.

Cuando el enrasado y la consolidación sean efectuados por el método manual, y la corona del pavimento no permita el uso del codal longitudinal, la superficie podrá ser afinada transversalmente por medio de un codal de brazos largos, teniendo el cuidado de no eliminar la corona del pavimento durante la operación. Después del afinado, los excesos de agua y lechada deberán ser eliminados de la superficie del pavimento por medio de un escantillón de 3 m o más de largo. Este escantillón será arrastrado sobre la superficie del pavimento, traslapando las pasadas la mitad del largo del mismo.

#### **501.3.17. Correcciones en la Superficie**

Después de concluidos la reconformación y afinado y de eliminar el exceso de agua superficial, pero mientras el concreto está aún en estado plástico, se procederá a rellenar las depresiones con concreto fresco y a conformarlo, consolidarlo y re-acabarlo. Las áreas altas serán recortadas y re-acabadas. Se dará especial atención a que la superficie que cruzan las juntas llene los requisitos de lisura. Las correcciones en la superficie continuarán hasta que toda la superficie del pavimento esté libre de deformaciones apreciables y la losa se ajuste lo más exactamente posible a la rasante y sección transversal típica requerida.

#### **501.3.18. Acabado Final**

El tipo de acabado final será el que indiquen los planos. En caso de que la textura de la superficie correspondiera a un acabado con escobón, éste deberá aplicarse cuando haya desaparecido prácticamente todo rastro de agua libre. El escobón, deberá arrastrarse de orilla a orilla del pavimento, sin dañar los bordes del pavimento y traslapando ligeramente las pasadas contiguas. La operación del barrido deberá ser realizada de modo que los surcos producidos en la superficie sean uniformes en su aspecto y de una profundidad aproximada a 1.6 mm.

El barrido deberá estar terminado antes de que el concreto se encuentre en tal condición que la superficie pueda ser rasgada o ponerse demasiado áspera por la operación. La superficie así acabada deberá estar exenta de partes ásperas y porosas, irregularidades y depresiones resultantes de un inadecuado manejo del escobón. Estos deberán ser de una calidad, tamaño y construcción y operadas de tal manera que produzcan un acabado en la superficie, que pueda ser aprobada por el Ingeniero. A condición de que se obtengan resultados satisfactorios y que lo apruebe el Ingeniero, el Contratista podrá substituir con el barrido mecánico el trabajo de barrido manual descrito anteriormente.

Si la textura superficial requerida corresponde a un acabado con rastra, se usará una rastra hecha de una banda de una sola pieza de tela de bramante, lona o tela de algodón húmeda, la cual dejará una superficie uniforme de textura arenosa después de ser arrastrada longitudinalmente a lo largo de todo el ancho del pavimento.

Para pavimentos de 4.80 metros o más de ancho, la rastra será montada en un puentecillo que corra sobre las formaletas. Las dimensiones de la rastra serán tales que durante la operación de la misma una faja de tela de, por lo

menos, 90 centímetros de ancho se mantengan en contacto con el ancho total del pavimento. Las rastras deberán tener no menos de dos capas de tela o lona, con la capa de abajo 15 centímetros, por lo menos, más ancha que la de arriba.

La rastra será mantenida en tales condiciones que la superficie resultante sea de apariencia uniforme, con corrugaciones de, aproximadamente, 1.6 milímetros de profundidad. Las rastras serán mantenidas limpias y libres de adherencias de mortero. Las rastras que no puedan ser limpiadas deberán ser descartadas y sustituidas por nuevas.

#### **501.3.19. Acabado de Bordes de Pavimento y Juntas**

Después del acabado final y antes de que el concreto haya alcanzado su fraguado inicial, los bordes del pavimento en los costados de cada losa, y a cada lado de las juntas transversales de construcción y juntas de construcción de emergencia, deberán ser acabados mediante una herramienta apropiada, redondeándolas al radio estipulado en los planos. El redondeado deberá ser bien definido y continuo, y se deberá obtener un acabado fino con base de mortero denso. La superficie de la losa no deberá ser maltratada indebidamente por la inclinación de la herramienta durante el uso.

Cualquier marca de herramienta que aparezca sobre la losa adyacente a las juntas, deberá eliminarse mediante el uso de un escobón. Durante la operación de barrido no debe maltratarse ni dañarse la parte redondeada de la esquina de la losa. Todo el concreto que se encuentre encima del relleno de las juntas deberá ser eliminado completamente.

Todas las juntas deberán ser revisadas con un escantillón antes de que el concreto haya fraguado, y si un lado de la junta estuviera más alto que el otro, o si ambos hubieran quedado más altos o más bajos que las losas contiguas, se harán las correcciones necesarias.

#### **501.3.20. Lisura de la Superficie**

Después de que el concreto haya endurecido suficientemente, se debe medir la lisura de la superficie.

##### (A) MEDICIONES CON EL PERFILÓGRAFO

Medir la vía de circulación paralelamente a la línea central de acuerdo con lo estipulado en el Artículo 405.3.12. (a). Las áreas defectuosas son topes que excedan de 10 mm en 7.62 metros, el perfil de 0.1 de kilómetro de un índice mayor que 160 mm. por kilómetro, y superficies con un factor de pago sean menores de 0.75, según se determina en artículo 102.21 de la División I.

##### (B) CORRECCIÓN DE ÁREAS DEFECTUOSAS

Corregir las áreas defectuosas de acuerdo con el inciso (a) del presente Artículo. El Contratista deberá obtener la aprobación del Ingeniero para el método de corrección propuesto. Volver a medir las áreas corregidas de acuerdo con lo dicho en el inciso (a) que anteceden. Después de las mediciones, se recalculará el factor de pago.

#### **501.3.21. Curado**

##### (a) GENERALIDADES

Inmediatamente después de quedar completas las operaciones del acabado, y tan pronto como no exista la posibilidad de manchar el pavimento, la superficie total del concreto recién colocado será cubierta y curada de acuerdo con uno de los métodos descritos más adelante.

En todos los casos en que la curación exija el uso de agua, el suministro de agua requerida para la misma tendrá prioridad sobre cualquier otra necesidad o suministros. Si no hubiere suficiente cantidad de agua para la curación y para el mezclado del concreto en forma simultánea, o si no hubiere en el sitio suficiente cantidad de material de curación de la clase que haya escogido el Contratista para ese fin, el Ingeniero ordenará suspender inmediatamente las operaciones de pavimentación.

El concreto no deberá quedar expuesto por más de media hora entre las etapas de curación o durante el período de curado.

Será aceptable cualquiera de los siguientes procedimientos de curado:

(b) MANTAS DE ALGODÓN O DE CAÑAMAZO

La superficie del pavimento deberá ser completamente cubierta con mantas. Las mantas que se utilicen serán de tal largo (o ancho) que al ser colocadas se extiendan, por lo menos, el doble del espesor del pavimento más allá de los bordes del mismo. La manta será colocada de manera que toda la superficie y ambos bordes de la losa queden completamente cubiertos. Antes de su colocación las mantas deberán estar completamente saturadas de agua.

También serán colocadas y lastradas con pesos, de manera que se mantengan en contacto íntimo con la superficie cubierta, debiendo permanecer en esa posición completamente mojadas, durante las 72 horas siguientes a la colocación del concreto, a menos que hubiese sido especificado de otra manera.

(c) PAPEL IMPERMEABLE

La superficie de arriba y los costados del pavimento serán completamente cubiertos con papel impermeabilizado.

Las piezas de papel quedarán traslapadas 45 centímetros y serán colocadas con pesos que lo fuercen a permanecer en íntimo contacto con la superficie cubierta. Las dimensiones del papel serán tales que cada unidad, al ser colocada, se extienda más allá de los bordes, por lo menos, dos veces el espesor del pavimento, o ser de un tamaño igual al ancho del pavimento, más dos tiras de 60 centímetros para las orillas. Si fuera colocado longitudinalmente, el papel que no haya sido fabricado en tamaños que proporcionen este ancho, las piezas deberán ser fuertemente cosidas o cementadas unas a otras para dejar las juntas fuertemente selladas de manera que no se despeguen o separen durante el período de curado.

A menos que estuviera especificado de otra manera, el concreto deberá permanecer cubierto con el papel impermeable durante 72 horas después de haber sido colado. La superficie del pavimento será muy bien mojada antes de colocar el papel.

(d) CURADO CON PAJA

Cuando se haga uso de este tipo de curado, el pavimento deberá ser curado inicialmente con mantas de cañamazo o tejido de algodón, en la forma especificada en (b), por lo menos, durante las 12 horas posteriores a la colocación del concreto. Tan pronto como sean retiradas las mantas, la superficie y los lados del pavimento deberán ser empapados completamente y cubiertos con, por lo menos, 20 centímetros de paja, zacate, heno, brozas o cualquier otro material aprobado, espesor que será medido después de haber sido mojada dicha cubierta. En caso de que la capa de paja, zacate o heno se desplazara durante el período de curación, deberá ser vuelta a colocar a la profundidad original y saturada con agua.

Deberá conservarse completamente saturada con agua durante 3 días y durante toda la mañana del cuarto día, y permanecer en su lugar hasta que el concreto haya alcanzado la resistencia requerida en las especificaciones.

Si se concede permiso para abrir al tráfico el pavimento, se deberá retirar la cubierta y limpiar la superficie por medio de barrido. El material de la cubierta será removido y desechado de manera que el Derecho de Vía quede bien limpio y en condiciones presentables. La paja, zacate o heno no deberá ser eliminada quemándola sobre el pavimento ni en lugares cercanos a él.

(e) MÉTODO DE LA MEMBRANA IMPERMEABLE

Toda la superficie del pavimento será rociada uniformemente con un compuesto pigmentado de blanco, especial para curado de concreto, inmediatamente después del acabado de la superficie y, antes de que se produzca el fraguado del concreto, o si el pavimento hubiese sido curado inicialmente con mantas de cañamazo o algodón, en cuanto sean quitadas las mantas. El compuesto para curado no se deberá aplicar cuando esté lloviendo.

El compuesto para curado será aplicado a presión, a razón de un litro por cada 4 m<sup>2</sup> de superficie, empleando rociadores mecánicos. El equipo rociador deberá ser del tipo de atomización completa, equipado con un agitador en el tanque.

Mientras está en uso, el compuesto deberá estar perfectamente mezclado con el pigmento uniformemente disperso en el líquido. Durante la aplicación, el compuesto deberá ser agitado continuamente por medios mecánicos efectivos. Se permitirá la aplicación manual en lugares con anchos o formas irregulares, como en las superficies de concreto que queden expuestas al retirar las formaletas.

El compuesto para curado no deberá ser aplicado en las caras internas de las juntas que vayan a ser selladas, pero se tomarán las precauciones para asegurar que las juntas sean curadas en forma apropiada, por lo menos, durante 72 horas y evitar que entre material extraño dentro de la junta antes de que se termine el sellado de la misma.

El compuesto para curado será de tal naturaleza que la película endurezca dentro de los 30 minutos siguientes a su aplicación. En caso de que la película resultara dañada por alguna causa dentro de las 72 horas del período de curación, las partes dañadas serán reparadas inmediatamente, empleando compuesto adicional. Los compuestos líquidos de curado que forman membrana deben cumplir las especificaciones de la Norma ASTM C 309-98 y en nuestro medio la NTC-1977.

Al retirar las formaletas laterales, se deberá proteger los costados de las losas que queden expuestos, para darles un tratamiento de curación igual al utilizado en la superficie.

(f) PELÍCULA DE POLIETILENO BLANCO OPACO

La superficie de arriba y los lados del pavimento serán cubiertos totalmente con una película de polietileno. Las unidades usadas deberán traslaparse, por lo menos, 45 centímetros. Una vez colocadas las unidades, se les pondrán pesos encima de manera que las mantengan en íntimo contacto con la superficie cubierta. Las piezas de este material, al ser preparadas para este uso, deberán tener una dimensión tal que al ser colocadas se extiendan más allá de los bordes, por lo menos, el doble del espesor del pavimento. A menos que hubiese sido especificado de otra manera, las cubiertas deberán ser conservadas en sus sitios durante 72 horas después de la colocación del concreto.

### 501.3.22. Remoción de las Formaletas

A menos que se hubiere dispuesto de otra manera, no se removerán las formaletas del concreto recién colocado, hasta que éste haya fraguado, por lo menos, 12 horas, exceptuando las formaletas auxiliares colocadas provisionalmente en áreas ensanchadas. Las formaletas deberán ser retiradas cuidadosamente, con el objeto de no causarle daños al pavimento.

Después de que las formaletas hayan sido removidas, se someterán al proceso de curación los costados de las losas, de acuerdo con lo indicado en uno de los métodos descritos anteriormente.

Las áreas pequeñas que contengan ratoneras profundas cerca de las varillas del acero de refuerzo, deberán ser limpiadas, mojadas y parchadas con esmero, usando un mortero duro que contenga una parte de cemento por cada dos partes de agregado fino.

Las áreas grandes con ratoneras profundas serán consideradas como trabajo defectuoso, por lo que serán eliminadas y reconstruidas. Toda área o sección así removida no deberá tener menos de 3 metros de longitud ni menos del ancho total del carril afectado.

Cuando sea necesario remover y reemplazar una sección de pavimento, toda parte restante de la losa adyacente a las juntas que tenga menos de 3 metros de longitud, deberá ser también removida y reemplazada.

#### **501.3.23 Sellado de Juntas**

Las juntas deberán ser selladas después de completar el período de curación y, si fuera posible, antes de que el pavimento sea abierto al tráfico aun del equipo del Contratista. Un poco antes del sellado, se limpiará cada junta de todo material extraño incluyendo la membrana del compuesto para curación. Las caras de las juntas deberán estar limpias y con la superficie seca cuando sea aplicado el material de sellar.

El material de sello será aplicado en la abertura de cada junta de acuerdo con los detalles mostrados en los planos o en las órdenes del Ingeniero.

El sellador que deba ser aplicado en caliente, deberá ser agitado durante el proceso de calentamiento, a fin de evitar sobrecalentamiento localizado.

El chorreado del material será hecho de tal manera que no se pringuen las superficies expuestas del concreto. Todo exceso de material que caiga sobre la superficie del pavimento de concreto deberá ser eliminado inmediatamente y la superficie, limpiada con esmero. No será permitido el uso de arena o material similar, como cobertura para sellar.

Todo empaque elastomérico premoldeado que se use en el sellado de juntas deberá tener una sección transversal con las dimensiones mostradas en los planos. Tales sellos serán colocados por medio de herramientas adecuadas, sin elongación, y asegurados en su sitio con adhesivos lubricantes aprobados que cubran ambos lados de la junta de concreto. Los sellos serán instalados bajo compresión y quedarán, al ser colocados, por debajo de la superficie del pavimento, aproximadamente, 6 milímetros. Los sellos serán de una sola pieza para todo el ancho de cada junta transversal.

#### **501.3.24 Protección del Pavimento**

El Contratista deberá proteger el pavimento y sus aditamentos del tráfico público y el de sus propios equipos y empleados. Esta obligación incluirá vigilantes que dirijan el tráfico, la erección y mantenimiento de señales de prevención, luces de aviso, puentes sobre la superficie o pasarelas, etcétera. Los planos o las CEC indicarán la ubicación y tipo de instalación o dispositivos necesarios para proteger la construcción y proporcionar adecuadas facilidades al tráfico.

Cualquier daño causado al pavimento que ocurra con anterioridad a la aceptación final, deberá ser reparado y el tramo, eliminado y repuesto a costo del Contratista, según lo dispuesto en la División I.

#### **501.3.25 Apertura al Tráfico**

El pavimento no será abierto al tráfico hasta que los especímenes de viguetas para ensayos, moldeados y curados de acuerdo con los requisitos de la Norma AASHTO T 23 hayan alcanzado una resistencia mínima a la flexión de 4 MPa, al ser ensayados por el método de AASHTO T 97, y los especímenes de cilindros hayan alcanzado una resistencia a la compresión de 25 MPa al ser sometidos a ensayos de acuerdo con AASHTO T 22, respectivamente.

Si no se llevaran a cabo dichos ensayos, el pavimento no podrá ser abierto al tráfico hasta 14 días después de haber colocado el concreto. Antes de la apertura al tráfico, se deberá limpiar el pavimento y completar la selladura de las juntas.

#### **501.3.26. Método Alternativo de Construcción por Medio de Formaleta Deslizante**

Salvo que en el Contrato se estipule lo contrario, el Contratista podrá construir el pavimento utilizando formaletas deslizantes. En caso de usar máquinas pavimentadoras con formaletas deslizantes, se deberán aplicar las siguientes disposiciones:

##### **(a) PREPARACIÓN DE LA SUBRASANTE**

Después de que la subrasante o base haya sido colocada y compactada hasta la densidad requerida, las áreas que soportarán la máquina pavimentadora y la superficie sobre la cual va a ser construido el pavimento, deberán ser recortadas y ajustadas a la cota correspondiente por medio de una máquina adecuada. Si de estas operaciones resultara una pérdida de densidad en la subrasante o base, se re-compactará antes de empezar a colocar el concreto.

Si se ha permitido la circulación de tráfico sobre las superficies mencionadas, después de que hayan sido preparadas, se deberá verificar su corrección y hacer las reparaciones necesarias inmediatamente antes de colocar el concreto.

##### **(b) COLOCACIÓN DEL CONCRETO**

El concreto será colocado mediante una máquina pavimentadora de formaletas deslizantes aprobada, diseñada para esparcir, consolidar, conformar, densificar y alisar el concreto recién colado, en una pasada completa de la máquina, en forma tal que sea necesario un mínimo de trabajo manual de acabado para producir un pavimento denso y homogéneo, de conformidad con los planos y especificaciones.

La máquina deberá vibrar el concreto en todo el ancho y profundidad del carril del pavimento que se está colando. Dicha vibración será efectuada por medio de tubos o brazos vibradores trabajando dentro de la masa de concreto, o con una regla vibradora operando en la superficie.

Las formaletas deslizantes deberán estar rígidamente acopladas lateralmente a fin de evitar que se separen.

Cualquier asentamiento o revenimiento del concreto en las orillas que exceda de 6 mm, fuera del redondeo requerido, será corregido antes de que endurezca el concreto. La alineación del pavimento será controlada por medio de un dispositivo sensor automático que se mantenga en contacto permanente con una guía.

El concreto deberá ser mantenido de una consistencia uniforme, con un asentamiento en el Cono de Abrams que no exceda 5 centímetros. La pavimentadora deberá ser operada con un movimiento continuo hacia adelante en todo lo posible y todas las operaciones de mezclado, descarga y esparcido del concreto serán coordinadas en tal forma que el avance sea uniforme, con un mínimo de paradas y arranques de la máquina. Si, por cualquier razón, fuera necesario detener el movimiento de avance de la máquina, habrá que detener también las operaciones de vibración y apisonamiento inmediatamente. No se aplicará a la máquina ninguna fuerza de tracción, excepto la que está bajo control de la misma máquina.

Las barras de amarre de acero no deberán ser insertadas en el lado no apoyado de la losa recién colada. Esas barras serán colocadas por medios aprobados por el Ingeniero. El método usado deberá dar como resultado la colocación de las barras de amarre en las posiciones especificadas sin ningún daño o alteración en el concreto.

##### **(c) ACABADO**

La lisura y textura de la superficie deberán satisfacer los requisitos de los artículos 501.3.12 y 501.3.20 de estas especificaciones.

(d) CURADO

A menos que se hubiese especificado de otro modo, la curación deberá efectuarse de acuerdo con uno de los métodos incluidos en el Artículo 501.3.21. La curación deberá ser aplicada en el momento oportuno y se aplicará uniforme y completamente a todas las superficies y bordes del pavimento.

(e) JUNTAS

Todas las juntas deberán ser construidas de acuerdo con el Artículo 501.3.10

(f) PROTECCIÓN CONTRA LA LLUVIA

Con el objeto de proteger debidamente el concreto contra los efectos de la lluvia antes de que se encuentre suficientemente endurecido, se le exigirá al Contratista tenga permanentemente disponibles materiales para la protección de los bordes y la superficie del concreto no endurecido.

Tales materiales consistirán en formaletas estándar de metal, para la protección de los bordes del pavimento y para protección de la superficie del mismo, el material protector consistirá en mantas de yute o de algodón, papel para curar, o material plástico en láminas.

Cuando la lluvia parezca ser inminente, se deberán suspender todas las operaciones de pavimentación y todo el personal disponible se dedicará a colocar formaletas contra los bordes del pavimento y a cubrir la superficie del concreto no fraguado, utilizando la cubierta protectora.

#### **501.3.27. Lisura del Pavimento**

Después que el concreto haya endurecido lo suficiente, deberá medir la lisura de la superficie.

(a) MEDICIONES CON EL PERFILÓGRAFO

Ver Artículo 501.3.20

(b) MEDICIÓN CON REGLA DE 3 METROS

Usar un escantillón metálico de 3 metros de largo para medir en ángulo recto y paralelamente a la línea central de la vía. Las áreas defectuosas son aquellas que presentan desviaciones en exceso de 6 mm en 3 metros entre dos puntos de contacto cualesquiera del escantillón con la superficie.

(c) CORRECCIÓN DE ÁREAS DEFECTUOSAS

Corregir las áreas defectuosas detectadas según el artículo 501.3.20 precedente.

Se deberá obtener la aprobación del método propuesto para corregir las áreas defectuosas. Volver a medir las áreas corregidas de conformidad con lo estipulado en los incisos (a) y (b) precedentes. El factor de pago será recalculado después de estas nuevas mediciones.

#### **501.3.28 Tolerancia en el Espesor del Pavimento**

El espesor del pavimento será determinado midiendo el espesor promedio de los núcleos de ensayos, de acuerdo con la Norma AASHTO T 24. Con el propósito de establecer un precio unitario ajustado para el pavimento, se consideran unidades separadas de 300 metros por cada carril de tráfico a partir del extremo del pavimento que tenga el estacionamiento más bajo. La última unidad en cada carril será de 300 metros más la fracción de 300 metros restantes.

El Ingeniero tomará al azar un núcleo en cada unidad. Las deficiencias tolerables en el espesor del pavimento serán

de 6 a 25 mm con respecto al espesor mostrado en los planos. Si la medida es deficiente en menos de 6 mm, se pagará el precio unitario completo. Si la medida es deficiente en más de 6 mm y no excede de 25 mm con respecto al espesor mostrado en los planos, se tomarán dos núcleos adicionales a intervalos no menores de 100 metros en el área correspondiente y se determinará el espesor promedio de estos tres núcleos y el precio unitario del área correspondiente será ajustado estadísticamente (ver División I).

Otras áreas, tales como intersecciones, entradas, vías elevadas, rampas, etc., serán consideradas como una unidad y el espesor de cada una de ellas se fijará separadamente. Las áreas con unidades pequeñas irregulares podrán ser incluidas como partes de otra unidad.

En los puntos de cada unidad que el Ingeniero señale, se tomará un núcleo por cada 1,000 metros cuadrados de pavimento o fracción de los mismos. Se pagará el espesor total si el núcleo tomado de acuerdo al párrafo anterior, no fuese deficiente en más de 6 mm del espesor requerido. Si el núcleo fuese deficiente en más de 6 mm pero en menos de 25 mm del espesor requerido, se tomarán dos núcleos adicionales del área representada, y se calculará el promedio de los tres núcleos sacados. Si la medida promedio de los espesores de estos tres núcleos no es deficiente en más de 6 mm ni en más de 25 mm del espesor requerido, el precio a pagar para el área representada será ajustado de conformidad con lo establecido en la División I

Al calcular el espesor promedio del pavimento, las medidas que excedan del espesor especificado en más de 6 mm serán consideradas como del espesor especificado más 6 mm y las medidas que sean menores del espesor especificado en más de 25 mm, no serán incluidas en el promedio.

Cuando la medida de algún núcleo sea menor que el espesor especificado en más de 25 mm, el espesor efectivo del pavimento en esa área será fijado sacando núcleos exploratorios adicionales a intervalos no menores de 3 metros y paralelamente a la línea central en cada sección afectada, hasta que en cada dirección sea encontrado un núcleo que no sea deficiente en más de 25 mm de espesor.

Las áreas que sean deficientes en espesor en más de 25 mm, serán evaluadas por el Ingeniero, y si de acuerdo a su criterio, estas áreas deficientes justifican su remoción, deberán ser removidas y repuestas con concreto del espesor requerido.

Los núcleos exploratorios sacados para investigar deficiencia de espesores no serán usados en la determinación de espesores promedios con fines de ajuste en el precio.

### 501.3.29. Losas Cortas

El procedimiento para la construcción de losas cortas de diversas dimensiones (largo, ancho y espesor) que serán desarrolladas en el diseño de los proyectos.

Su ejecución en las obras se efectuará acorde a lo previsto en la presente Especificación Técnica, en sus componentes de:

• Concreto	Sección 602
• Acero de armadura	Sección 604
• Juntas longitudinales	Sección 614
• Juntas transversales	Sección 614

(a) CONCRETO

El procedimiento para la ejecución de los trabajos de hormigón (concreto), se aplicará lo previsto en la presente Sección 501.



En el caso de losas cortas se deben considerar los siguientes parámetros, siempre y cuando el diseño de las mismas prevea otras consideraciones:

Para el hormigón se toman los siguientes datos:

Módulo de Elasticidad:	E=28000 MPa
Módulo de Poison	$\mu=0.2$
Densidad	2400 kg/m <sup>3</sup>
Coefficiente de dilatación	$1.1 \times 10^{-5} 1/^{\circ}\text{C}$
Módulo de Ruptura	Mr=4.5 MPa (de acuerdo a especificaciones técnicas)

#### b) ACERO CORRUGADO

Las barras de amarre de la junta longitudinal tienen como principal objetivo mantener la unión horizontal y vertical de los carriles del pavimento, o bermas atadas (si hubiera), serán de acero corrugado, se colocarán donde lo indiquen los planos de proyecto según las dimensiones fijadas en los mismos.

La calidad del acero corrugado será de una resistencia mínima de 420 MPa (tensión de fluencia). Las varillas se encontrarán libres de **óxido**, grasa etc, aspecto que deberá considerarse para su almacenamiento.

#### c) JUNTAS LONGITUDINALES

La colocación de barras de unión se efectuará entre fajas de pavimento:

- En caso de que se realice la pavimentación en ancho completo, las barras se fijarán al terreno convenientemente mediante el uso de varillas o canastillas constituidas por armazones piezas de acero, las mismas que podrán vincularse a la barra ya sea mediante alambre de amarre o soldadura, de manera que puedan resistir los esfuerzos de hormigonado.
- En caso de que se realice la pavimentación carril por carril, con equipo de pavimentación deslizante, las barras podrán ser insertadas lateralmente, utilizando un insertador lateral específicamente diseñado para este fin.

Las juntas deberán ser selladas después de completar el período de curación y, si fuera posible, antes de que el pavimento sea abierto al tráfico aún del equipo del Contratista.

En caso de que se ejecute una junta longitudinal en medio de un carril deberá emplearse un insertador mecánico (sujetador) que asegure la correcta posición de la barra de acero de acuerdo a planos y posteriormente realizar el acabado superficial. Una vez el hormigón tenga la consistencia adecuada se realizará el corte de la junta longitudinal y posteriormente el sello de la misma.

### 501.4 MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS

El equipo y las herramientas necesarias para el manejo de los materiales y la ejecución de todas las partes de la obra deberán ser aprobados por el Ingeniero en cuanto a diseño, capacidad y condición mecánica. El equipo deberá encontrarse en el sitio de trabajo con suficiente anticipación al inicio de las operaciones de construcción, para que pueda ser examinado detenidamente, y luego ser aprobado.

### **501.4.1. Planta y Equipo de Dosificación**

#### (a) GENERALIDADES

La planta de dosificación incluirá silos, tolvas pesadoras y básculas para el agregado fino y para cada tamaño de agregado grueso. Si va a usar cemento a granel, deberá incluirse un silo, tolva y báscula por separado para el cemento. Las tolvas pesadoras deberán estar provistas de troneras para evitar el levantamiento del polvo durante la operación. Se deberá contar con dispositivos de seguridad aprobados, que sean conservados en buen estado, para la protección de todo el personal empleado en la operación, inspección y prueba de la planta. La planta de dosificación deberá estar equipada de un medidor adecuado, no reajutable, que marque correctamente el número de bachadas dosificadas;

La planta contará con un sistema de control de la humedad de los agregados que permita ajustar el contenido de agua a agregar a la masa para garantizar la relación agua-cemento correcta de acuerdo con la dosificación aprobada.

Se deberá contar con un laboratorio de materiales y hormigones permanente en el área de la planta para el control de calidad de los materiales y de la mezcla de hormigón.

#### (b) SILOS Y TOLVAS

El equipo incluirá silos y tolvas con compartimientos separados para los agregados finos y para cada tamaño de agregado grueso;

##### b.1. Básculas

Las básculas para pesar los agregados y el cemento podrán ser del tipo de brazo o de carátula sin resorte. Tendrán una precisión del 0.5 por ciento, dentro del margen establecido para su funcionamiento.

Cuando se utilice una báscula de brazo, deberá estar provista de una carátula de aviso que advierta al operador el momento en que se aproxima la carga requerida en la tolva pesadora. En el brazo de la báscula deberán existir dispositivos que indiquen claramente las posiciones críticas. El brazo y la carátula de aviso deberán estar bien a la vista del operador mientras esté cargando la tolva y éste deberá tener fácil acceso a todos los controles.

Las básculas deberán ser inspeccionadas y certificadas con la frecuencia que el Ingeniero opine que sea necesario para asegurar su continua exactitud. El Contratista deberá tener disponibles no menos de 10 pesas de 25 kilogramos cada una para la comprobación frecuente de todas las básculas, y deberá proveer la manera de levantar las pesas, cuando esto sea necesario;

##### b.2. Dispositivos Automáticos para Pesar

A menos que las CEC (Condiciones Especiales de Contrato) lo estipularán de otra manera, para proporcionar los agregados y el cemento a granel, las plantas dosificadoras deberán estar equipadas de dispositivos pesadores automáticos de un tipo aprobado;

### **501.4.2. Mezcladoras**

#### *501.4.2.1. Generalidades*

El concreto hidráulico, podrá ser mezclado en el sitio de la construcción, en una planta central o alternativamente (total o parcialmente), en camiones mezcladores. Cada camión mezclador deberá tener fija, en un lugar prominente, una placa del Fabricante que indique la capacidad del tambor en términos del volumen de concreto mezclado y la velocidad de rotación del tambor mezclador o de las paletas.

#### *501.4.2.2. Mezcladoras Estacionarias*

La mezcla deberá ser hecha en una mezcladora aprobada capaz de revolver los agregados, el cemento y el agua en una masa completamente homogénea y uniforme, dentro del período de mezclado especificado, y de descargar la mezcla sin segregación.

Cada pavimentadora o mezcladora estacionaria deberá estar equipada con un dispositivo aprobado de regulación del ciclo de mezclado que automáticamente tranque la palanca de descarga cuando el tambor haya sido cargado, y la suelte al final del período de mezclado. Este dispositivo deberá estar equipado con un timbre u otro sistema de aviso adecuado que sea ajustable para dar una señal claramente audible cada vez que la palanca de descarga quede suelta. En caso de falla de este dispositivo regulador del ciclo, la mezcladora podrá seguir siendo utilizada durante el resto del día mientras se repara la falla, siempre que cada bachada sea mezclada durante 90 segundos.

La mezcladora también deberá estar equipada con un contador de bachadas adecuado, no reajutable, que correctamente marque el número de bachadas mezcladas.

Las mezcladoras deberán ser limpiadas a intervalos apropiados. Las paletas que van dentro del tambor o tambores deberán ser reparadas o reemplazadas cuando estas presenten desgaste igual o mayor al indicado o recomendado por el Fabricante. El Contratista deberá:

- a) tener disponible en el lugar de la obra una copia del diseño del Fabricante, que muestre las dimensiones y arreglos de dichas paletas con respecto a la altura y profundidad originales,
- b) marcar señales permanentes en las paletas en el límite recomendado por el fabricante hacia adentro del borde de la paleta de cuando está nueva, para indicar cuando se ha llegado al desgaste máximo.

Es recomendable taladrar agujeros de 6.3 milímetros cerca de cada extremo y en el punto medio de cada paleta, como referencia para medir el desgaste.

#### *501.4.2.2. Camiones Mezcladores y Camiones Agitadores*

Los camiones mezcladores empleados para el mezclado y transporte del concreto, y los camiones agitadores empleados para transportar concreto mezclado en una planta central, deberán llenar los requisitos aplicables de la Norma AASHTO M 157; Sección 501 Pavimento de Concreto de Cemento Hidráulico.

Los cajones del equipo no agitador para transporte de concreto, deberán ser recipientes de metales lisos, que no dejen escapar el mortero, capaces de descargar el concreto a una velocidad controlada y satisfactoria, sin segregación. El concreto deberá ser descargado desde el fondo del recipiente. En caso de que la descarga se efectúe inclinando el cajón, la caída de la carga deberá ser retrasada por un deflector apropiado. Cuando fuesen necesarias para protección, el Contratista proporcionará cubiertas adecuadas.

#### **501.4.3. Equipo de Acabado**

- (a) MÁQUINA ACABADORA

La máquina acabadora o terminadora, deberá estar equipada, por lo menos, con dos codales transversales del tipo oscilante u otros aditamentos comparables para alisar el concreto

- (b) VIBRADORES

Los vibradores (para vibrar las losas del pavimento de concreto en todo su ancho), podrán ser del tipo superficial

a batea o del tipo interno de tubo sumergido o de cabezas vibradoras múltiples. Los vibradores pueden estar fijos al esparcidor o a la máquina acabadora, los que pueden estar montados sobre un vehículo separado. No deberán entrar en contacto con los dispositivos de transferencia de la carga a través de las juntas ni con las formaletas de subrasante o laterales. La frecuencia de los vibradores superficiales no deberá ser menor de 3,500 impulsos por minuto, y la frecuencia de los de tipo interno no deberá ser menor de 5,000 impulsos por minuto, para los vibradores de tubo, y no menor de 7,000 impulsos por minuto, para los de cabeza vibradora.

Cuando se usen vibradores internos del tipo de cabezas vibradoras cerca de los moldes, operados a mano o conectados a máquinas esparcidoras o acabadoras, deberán tener una frecuencia de no menos de 3,500 impulsos por minuto.

#### **501.4.4. Sierra Corta-Junta**

Cuando se ha determinado o especificado que las juntas sean aserradas, el Contratista deberá proveer equipo para este fin, en número adecuado y suficiente potencia para efectuar el aserrado de las juntas con una sierra de hoja con filo de diamante enfriada por agua, o con una rueda abrasiva de las dimensiones y velocidad requeridas. El Contratista deberá, además, disponer de por lo menos, una unidad de reserva en buen estado de funcionamiento. Durante todo el tiempo que tomen las operaciones de aserrado, el Contratista deberá mantener en el lugar de la obra una amplia existencia de hojas de repuesto. Para el aserrado durante la noche el Contratista deberá instalar un sistema de iluminación artificial eficiente. Todo este equipo mencionado deberá estar disponible en la desde antes del inicio y durante la colocación del concreto.

#### **501.4.5 Formaletas**

Las formaletas laterales rectas serán de metal con un espesor adecuado y lo suficientemente rígido para mantener las dimensiones indicadas en el diseño. Las formaletas tendrán una profundidad por lo menos igual al espesor prescrito para el borde de la losa de concreto sin la junta horizontal, y un ancho de la base por lo menos igual a la profundidad de dichas formaletas. Para las curvas con radio de 30 metros o menos, se emplearán formaletas flexibles o curvas que tengan el radio adecuado y un diseño aceptable.

Las formaletas deberán estar provistas de dispositivos adecuados para asegurar su fijación, de manera que cuando estén colocadas resistan sin flexión ni asentamiento visible, el impacto y la vibración que ocasione el equipo de compactación y acabado. Las formaletas que hayan sido reparadas no deberán ser utilizadas hasta que hayan sido inspeccionadas y aprobadas.

No será permitido el uso de formaletas compuestas de piezas ensambladas, excepto cuando el área total de pavimento de cualquier espesor especificado en el Proyecto, sea menor de 1,500 metros cuadrados. La cara superior de la formaleta no deberá tener diferencias de más de 4 mm. en 3 m. con la superficie plana exacta y el costado no deberá variar en más de 6 mm. Las formaletas deberán contar con aditamentos para trabar herméticamente los extremos de empalmes y asegurar su inmovilidad.

### **501.5 ACEPTACIÓN**

El material (exceptuando el acero de refuerzo) para el pavimento de concreto de cemento hidráulico, será evaluado visualmente y mediante certificación (División I). Se deberá suministrar un certificado de producción para el cemento hidráulico.

El revenimiento, contenido de aire, peso unitario de masa y la temperatura de la mezcla de concreto, serán evaluados visualmente y mediante mediciones y ensayos (División I). El Cuadro 501-2 muestra los requisitos mínimos para el muestreo y ensayo. El acero de refuerzo será evaluado bajo la Sección-604.

La resistencia del concreto a la compresión, el espesor del pavimento y la lisura de la superficie del pavimento, serán evaluados estadísticamente (División I). El Cuadro 501-2 muestra los requisitos mínimos para el muestreo y ensayos.

(a) RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

El límite más bajo de la especificación es la mínima resistencia a la flexotracción requerida a los 28 días especificada en el Cuadro 501-1. Un resultado simple de la resistencia a la flexotracción es el resultado promedio de 2 viguetas moldeadas de la misma carga y ensayadas a los 28 días. El Cuadro 501-2 da la categoría de aceptación de las características de calidad.

(b) ESPESOR DE PAVIMENTO

Ver Artículo-501.3.28. El límite más bajo de la especificación es el espesor requerido menos 6 milímetros. El Cuadro 501-2 da la categoría de las características de calidad.

(c) LISURA DEL PAVIMENTO

El límite superior de la especificación es de 80 mm por kilómetro. El Cuadro 501-2 da la categoría de aceptación de las características de calidad.

Un sub-lote es un tramo de vía de circulación y un lote es la superficie de todo el Proyecto. (Ver el Artículo 501.3.27).

El Cuadro 501-2 detalla los requisitos mínimos para Muestreo y Ensayos.

**CUADRO 501-2**  
**Muestreo y Ensayos**

Material o Producto	Propiedad o Característica	Categoría	Método de Ensayo o Especificaciones	Frecuencia	Lugar del Muestreo
Concreto	Revenimiento		AASHTO T 119	1 por carga <sup>(2)</sup>	Chorro de descarga en el lugar de colocación <sup>(1)</sup>
	Contenido de aire	...	AASHTO T 152 ó AASHTO T 196	1 por carga <sup>(2)</sup>	Chorro de descarga en el lugar de colocación <sup>(1)</sup>
	Pesos Unitario	...			
	Temperatura	...	AASHTO T 121	1 por carga <sup>(2)</sup>	Chorro de descarga en el lugar de colocación <sup>(1)</sup>
	Hechura de Especímenes de Ensayes	...	Termómetro AASHTO T 23	Primera carga	Chorro de descarga en el lugar de colocación <sup>(1)</sup>
	Resistencia a la Compresión <sup>(4)</sup>	II	AASHTO T 22	1 juego por 2000 m <sup>2</sup> pero no menos de 1 por día <sup>(3)</sup>	
Pavimento de Concreto	Espesor de Pavimento <sup>(5)</sup>	II	AASHTO T 24	1 núcleo por cada 2000 m <sup>2</sup> Ver Art 501 23	En el sitio, después de endurecido lo suficiente.
	Lisura	I	FLH T 504		Ver Art 501 16

- (1) Muestrear según AASHTO T 141, excepto que no serán necesarias las muestras compuestas.
- (2) Moldear, por lo menos dos juegos de 3 cilindros de ensaye para resistencia a la compresión y transportarlos cuidadosamente al sitio de la obra donde hay facilidades para curarlos.
- (3) Un resultado simple del ensayo de resistencia a la compresión es el resultado promedio de 2 cilindros moldeados de la misma carga y ensayados a los 28 días.
- (4) El espesor no es un parámetro evaluado estadísticamente a menos que el pago del pavimento de concreto sea pagado en metros cuadrados.

La construcción (incluyendo la dosificación, colocación, acabado y curación del concreto) del pavimento de concreto de cemento hidráulico, será evaluada visualmente y mediante mediciones y ensayos (División I).

El acero de refuerzo será medido bajo la Sección-604.

### **501.6 MÉTODO DE MEDICIÓN**

El pavimento de concreto de cemento hidráulico se medirá por metro cuadrado. Para fines de pago, se medirá el ancho horizontalmente incluyendo el sobrancho permisible en las curvas. La longitud será medida horizontalmente a lo largo de la línea central de la vía.

El sello de juntas se medirá en metros, siguiendo el alineamiento de las juntas.

La remoción y la disposición de materiales inadecuados en la sub-base o subrasante, se medirá acorde a la Sección-202.

Medir el parcheo y el material de nivelación usado para reemplazar el material inadecuado del lecho de la vía, bajo las Secciones aplicables.

Medir el acero de refuerzo colocado en la losa en los lugares mostrados en los planos o donde lo haya ordenado el Ingeniero, de acuerdo con lo dispuesto en el Artículo-604.5. Todo otro acero que se requiera para el trabajo de esta sección, no será objeto de pago.

### **501.7 BASES PARA EL PAGO**

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 listados más adelante que figuren en el Pliego de Licitación, excepto que el precio unitario del pavimento de concreto de cemento hidráulico será ajustado estadísticamente (División I). El pago será compensación total por el trabajo prescrito en esta Sección. Ver la División I.

El pago por el pavimento de concreto de cemento hidráulico será hecho a un precio determinado multiplicando el precio unitario de contrato por el factor de pago del material. El factor de pago del material es el factor de pago simple más bajo determinado ya sea por la resistencia a la compresión o por el espesor de pavimento.

Además, se hará un ajuste separado por lisura del pavimento, de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$A = 12,000 (FP-1.00) (L)$$

donde:

**A** = Ajuste en dólares en el pago del contrato por concepto de lisura.

**L** = Longitud total del Proyecto en kilómetros de carril de vía de circulación. Mídase la longitud del Proyecto a 3 decimales.

**FP** = Factor de pago por lisura con respecto al límite superior de la especificación determinada de acuerdo con la División I.

Cuando por orden del Ingeniero se emplease cemento de alta resistencia inicial se hará un pago adicional por metro cuadrado para el área de pavimento en que dicho cemento sea empleado. Este pago adicional se hará de acuerdo con el precio unitario cotizado para el concepto de pago 501.03.

Cuando el espesor de cierta sección del pavimento sea deficiente en más de 25 mm, y el Ingeniero decida que el área con espesor deficiente no sea removida y reemplazada, no se hará pago alguno por ella.

Dichos precios constituirán la compensación total en concepto de mano de obra, equipo, herramientas e imprevistos necesarios para ejecutar los trabajos descritos en esta Especificación.

El pago se realizará bajo los siguientes conceptos:

Ítem	Concepto de Pago	Unidad de Medida
501,01	Pavimento de Concreto Hidráulico Reforzado, _____ mm de espesor.	Metro Cuadrado
501,02	Pavimento de Concreto Hidráulico no Reforzado, _____ mm de espesor.	Metro Cuadrado
501,03	Pavimento de Concreto Hidráulico de Alta Resistencia Inicial (Pago Adicional).	Metro Cuadrado
501,04	Losas Cortas de Concreto Hidráulico de Alta Resistencia	Metro Cuadrado
501,05	Acero de Refuerzo para Losas Cortas de Concreto Hidráulico	Ton.
501,06	Juntas Longitudinales para Losas Cortas de Concreto Hidráulico	Metro
501,07	Juntas Transversales para Losas Cortas de Concreto Hidráulico	Metro

## SECCIÓN 502

### PAVIMENTO DE HORMIGON CON APORTE DE HORMIGON RECICLADO

#### 502.1 DEFINICIÓN Y NOMENCLATURA

##### 502.1.1 Definiciones

###### 502.1.1.1 Pavimento de Hormigón

Se define como pavimento de hormigón el constituido por un conjunto de losas de hormigón (simple o armado) separadas por juntas longitudinales y transversales, o bien un conjunto de losas continuas de hormigón (continuamente armado) separadas por juntas longitudinales.

###### 502.1.1.2 Hormigón Reciclado Triturado

A los efectos de la presente especificación, se define como hormigón reciclado triturado a aquel hormigón estructural que proviene de los siguientes casos:

- (a) Los agregados de hormigón generados en la construcción, demolición, reforma y reparación de obras de hormigón estructural.
- (b) Los agregados de hormigón provenientes de la trituración en planta de elementos prefabricados de hormigón estructural.
- (c) Los agregados de hormigón procedentes de la trituración de restos de hormigón elaborado no colocado en obra, una vez endurecido el material.
- (d) Los agregados de hormigón recuperados en planta elaboradora de hormigón estructural, por lavado con agua de los restos de hormigón fresco no colocado en obra, y elaborado con agregado grueso mixto.



### 502.1.2. Tipos de Pavimentos de Hormigón

A los efectos de aplicación del presente documento, se distinguen los siguientes tipos de pavimentos de hormigón.

#### 502.1.2.1 Hormigón simple con juntas

Pavimento de hormigón que no cuenta con armadura distribuida. Posee juntas transversales a intervalos regulares. La transferencia de cargas entre losas se efectúa por medio de la trabazón entre agregados y, eventualmente, por medio de pasadores de acero.

#### 502.1.1.2 Hormigón Armado con Juntas

Pavimento de hormigón que cuenta con armadura distribuida y con juntas transversales a intervalos regulares, en los que la transferencia de cargas entre losas se efectúa por medio de la trabazón de los agregados y pasadores de acero.

#### 502.1.1.1 Hormigón Continuamente Reforzado

Pavimento de hormigón debe estar dotado con armadura longitudinal continua, sin juntas transversales de contracción.

### 502.1.3 Nomenclatura

A continuación, se resume el sistema de designación para los hormigones que se utilizan a lo largo de la presente especificación.

**Hp                      XX                      (R YY)**

donde:

- Hp: Letras que indican que se trata de un “Hormigón para Pavimento”.
- XX: Número que indica el valor medio del módulo de resistencia a flexión, en MPa, a la edad de veintiocho (28) días.
- (R YY): Indicación correspondiente a que la mezcla contiene hormigón reciclado triturado, donde YY es el contenido de hormigón reciclado triturado, expresado en porcentaje en peso respecto del total de agregados gruesos.

### 502.1.4. Nivel de Solicitud

Los requisitos de los materiales componentes de los hormigones, como así también los criterios de dosificación de las mismas, se encuentran diferenciados en el presente Pliego de Especificaciones Técnicas Generales de acuerdo a la Clasificación por Tránsito prevista.

A continuación, se resumen en el cuadro 502-1, los cuatro (4) niveles de Clasificación por Tránsito considerados en el presente documento.

CUADRO 502-1				
CLASIFICACIÓN POR TRÁNSITO				
---	Clasificación por tránsito			
	T1	T2	T3	T4
Índice de tránsito (IT)	≥1500	800-1499	200-799	≤199

donde:

- $IT: \text{Índice de Tránsito} = TMDAd * \%Pd$
- $TMDAd = \text{Tránsito Medio Diario Anual de diseño}$
- $\%Pd = \% \text{ Pesados de diseño}$

La Clasificación por Tránsito se define en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares.

## 502.2 MATERIALES

### 502.2.1. Agregados Vírgenes

El Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares y/o el Supervisor de Obra pueden exigir propiedades, requisitos y/o ensayos adicionales cuando se vayan a emplear agregados cuya naturaleza, procedencia o estado físico-químico así lo requieran.

Los requisitos generales que deben cumplir los agregados vírgenes para el aprovisionamiento y acopio son los que se establecen en el cuadro 502-2.

CUADRO 502-2	
REQUISITOS PARA LA PROVISIÓN Y ACOPIO DE AGREGADOS VÍRGENES	
Característica	Requisitos
<b>Procedencia</b>	<p>Los agregados deben ser de origen natural y deben cumplir las exigencias establecidas en la presente especificación técnica Los agregados deben tener trazabilidad, debe llevarse un registro de la procedencia de los mismos.</p> <p>Deben provenir de rocas sanas y no deben ser susceptibles de ningún tipo de meteorización o alteración físico-química.</p>
<b>Reactividad</b>	<p>Los agregados a emplear en la ejecución del hormigón no deben contener sustancias que afecten la resistencia y durabilidad del hormigón, o que ataquen al acero, en cantidades mayores a las establecidas en la presente especificación.</p> <p>Los agregados no deben contener sustancias que puedan reaccionar desfavorablemente con los álcalis del cemento, en cantidades suficientes como para provocar una expansión deletérea en el hormigón.</p> <p>Todo agregado que de acuerdo con la experiencia recogida en obras realizadas o al ser sometido a los ensayos establecidos para este tipo de agregados pétreos al respecto sea calificado como reactivo, sólo puede ser empleado si se adoptan las medidas preventivas y recomendaciones de uso</p> <p>Tampoco deben dar origen, con el agua, a disoluciones que causen daños a estructuras u otras capas del paquete estructural o contaminar corrientes de agua.</p>

<b>CUADRO 502-2</b>	
<b>REQUISITOS PARA LA PROVISIÓN Y ACOPIO DE AGREGADOS VÍRGENES</b>	
<b>Característica</b>	<b>Requisitos</b>
<b>Acopios</b>	<p>Los agregados se deben producir o suministrar en fracciones granulométricas diferenciadas, que se deben acopiar y manejar por separado hasta su introducción en las tolvas en frío. Cada fracción debe ser suficientemente homogénea y se debe poder acopiar y manejar sin que se verifique segregación.</p> <p>Cada fracción del agregado se debe acopiar separada de las demás, para evitar contaminaciones. Los acopios se deben disponer sobre zonas consolidadas o pavimentadas para evitar la contaminación con suelo. Si se dispusieran sobre el terreno natural, no se deben utilizar los quince centímetros (15 cm) inferiores. Los acopios no deben tener forma cónica ni una altura superior a tres metros (3 m). El terreno debe tener pendientes no inferiores al dos y medio por ciento (2,5 %) para el drenaje.</p> <p>Cuando se detecten anomalías en la producción o suministro de los agregados, estas partidas se deben acopiar por separado hasta confirmar su aceptabilidad. Esta misma medida se debe aplicar cuando esté pendiente de autorización el cambio de procedencia de un agregado, lo cual obliga al estudio de una nueva Fórmula de Obra. El Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares, o en su defecto el Supervisor de Obra, debe fijar el volumen mínimo de acopios antes de iniciar las obras. Salvo justificación en contrario dicho volumen no debe ser inferior al correspondiente a quince (15) días de trabajo para el nivel de producción prevista.</p> <p>Los acopios deben estar limpios, exentos de terrones de arcilla, materia vegetal u otras materias extrañas que puedan afectar la durabilidad del hormigón o capa con ellos eventualmente ejecutada.</p> <p>No se permite el uso de agregados que provengan de acopios congelados, o que contengan hielo.</p>

### 502.2.2 Agregado Grueso Virgen

Se define como agregado grueso, la parte del agregado total retenida en el tamiz 4,75 mm según lo establecido en la Sección 1003.

Los requisitos a cumplir por los agregados gruesos vírgenes dependen del índice de tránsito. Los mismos deben cumplir con lo especificado en la Sección 1003. en todo lo que no se oponga a los requisitos que se establecen en los cuadros 502-3 y 502-4.

El agregado grueso virgen es por lo general de una única procedencia y naturaleza. En el caso de que se empleen agregados vírgenes de distinta procedencia, cada una de ellas debe cumplir individualmente las prescripciones establecidas en la Sección 1003 y en los cuadros 502-3 y 502-4

CUADRO 502-3				
REQUISITOS DE LOS AGREGADOS GRUESOS				
Ensayo	Exigencia			
Contenido de carbonato de calcio en forma de conchillas marinas	< 2%			
Elongación	Determinación obligatoria.			
Índice de lajas	Clasificación por tránsito			
	T1 ≤ 25 %	T2 ≤ 25 %	T3 ≤ 30 %	T4 ≤ 30 %
Coeficiente de desgaste “Los Ángeles” (1)	Clasificación por tránsito			
	T1 ≤ 25 %	T2 ≤ 30 %	T3 ≤ 35 %	T4 ≤ 40 %
Coeficiente de pulimento acelerado	Tipo de capa		Clasificación por tránsito	
	T1 Rodamiento	T2 ≥ 40	T3 ≥ 40	T4 ≥ 40
Polvo adherido	< 1%			
Material fino que pasa Tamiz 75µm	Agregados gruesos naturales: < 1 % Agregados obtenidos por trituración: < 1,5 %			
Micro Deval (1)	Clasificación por tránsito			
	T1 ≤ 20 %	T2 ≤ 20 %	T3 ≤ 20 %	T4 ≤ 20 %
Densidad y absorción	Determinación obligatoria			
Análisis del estado físico de la roca	Determinación obligatoria			
Granulometría	Debe ser tal que permita cumplir con la granulometría establecida para la Fórmula de Obra.			

Quando el agregado grueso virgen provenga de yacimientos de “Tipo Basálticos”, los mismos deben verificar también las exigencias del cuadro 502-4.

CUADRO 502-4				
REQUISITOS DE LOS AGREGADOS GRUESOS “TIPO BASÁLTICOS				
Ensayo	Exigencia			
Coeficiente de desgaste “Los Ángeles”	Clasificación por tránsito			
	T1 ≤ 20 %	T2 ≤ 20 %	T3 ≤ 20 %	T4 ≤ 20 %
Micro Deval	Clasificación por tránsito			
	T1 ≤ 20 %	T2 ≤ 20 %	T3 ≤ 20 %	T4 ≤ 20 %
Ensayo de ebullición para los basaltos “Sonnenbrand”	Determinación obligatoria.			

1. No se debe tener en cuenta y/o realizar el ensayo de estabilidad de rocas basálticas por inmersión en etilenglicol.
2. No se debe tener en cuenta y/o realizar el ensayo de estabilidad de rocas basálticas por inmersión en etilenglicol.

Los agregados gruesos vírgenes a emplear en la construcción de calzadas de hormigón, no deben provenir de canteras de naturaleza caliza.

Los agregados gruesos vírgenes a emplear en la construcción de calzadas de hormigón, no deben provenir de canteras de naturaleza caliza.

### **502.2.3 Agregado Fino Virgen**

Se define como agregado fino la parte del agregado total pasante por el tamiz 4,75 mm

Los requisitos a cumplir por los agregados finos vírgenes dependen del nivel de tránsito. Los mismos deben cumplir con lo especificado en la Sección 1003.

El agregado fino virgen es por lo general de una única procedencia y naturaleza. En caso de que se empleen agregados de distinta procedencia, cada una de ellas debe cumplir individualmente las prescripciones establecidas en la Sección 1003. Los agregados finos vírgenes a emplear en la construcción de calzadas de hormigón, no deben provenir de canteras de naturaleza caliza.

### **502.2.4 Agregados de Hormigón Reciclado**

El Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares y/o el Supervisor de Obra pueden exigir propiedades o requisitos adicionales cuando se vayan a emplear hormigones reciclados triturados cuya naturaleza, procedencia o estado físico-químico así lo requieran.

En caso de emplearse hormigones reciclados triturados de los que, por su naturaleza, no exista suficiente experiencia sobre su comportamiento, debe hacerse un estudio que demuestre la aptitud del mismo para ser empleado, que debe ser aprobado por el Supervisor de Obra.

Los requisitos generales que deben cumplir los hormigones reciclados triturados para la provisión y el acopio son los que se establecen en el cuadro 502-5.

<b>CUADRO 502-5</b>	
<b>REQUISITOS PARA EL APROVISIONAMIENTO Y ACOPIO DE AGREGADOS DE HORMIGONES RECICLADOS</b>	
<b>HORMIGÓN RECICLADO TRITURADO</b>	
<b>Característica</b>	<b>Requisitos</b>
Procedencia	<p>Los agregados de hormigón reciclado triturado deben cumplir las exigencias establecidas en la presente especificación técnica. Los agregados deben tener trazabilidad, debe llevarse un registro de la procedencia de los mismos.</p> <p>Deben provenir de hormigones sanos, que no evidencien patologías, y no deben ser susceptibles de ningún tipo de meteorización o alteración físico-química.</p> <p>Tampoco deben dar origen, con el agua, a disoluciones que causen daños a estructuras u otras capas del paquete estructural o contaminar corrientes de agua.</p>
Acopios	<p>Los agregados de hormigón reciclado triturado se deben producir o suministrar en fracciones granulométricas diferenciadas, que se deben acopiar y manejar por separado hasta su introducción en las tolvas en frío. Cada fracción debe ser suficientemente homogénea y se debe poder acopiar y manejar sin que se verifique segregación.</p> <p>Cada fracción del agregado de hormigón reciclado triturado se debe acopiar separada de las demás, para evitar contaminaciones. Los acopios se deben disponer sobre zonas consolidadas o pavimentadas para evitar la contaminación con suelo. Los acopios no deben tener forma cónica ni una altura superior a tres metros (3 m). El terreno debe tener pendientes no inferiores al dos y medio por ciento (2,5 %) para el drenaje.</p> <p>Cuando se detecten anomalías en la producción o suministro de los agregados de hormigón reciclado triturado, estas partidas se deben acopiar por separado hasta confirmar su aceptabilidad. Esta misma medida se debe aplicar cuando esté pendiente de autorización el cambio de procedencia de un agregado, lo cual obliga al estudio de una nueva Fórmula de Obra.</p> <p>El Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares, o en su defecto el Supervisor de Obra, debe fijar el volumen mínimo de acopios antes de iniciar las obras. Salvo justificación en contrario dicho volumen no debe ser inferior al correspondiente a quince (15) días de trabajo para el nivel de producción prevista.</p> <p>Los acopios deben estar limpios, exentos de terrones de arcilla, materia vegetal u otras materias extrañas que puedan afectar la durabilidad del hormigón o capa con ellos eventualmente ejecutada.</p> <p>No se permite el uso de agregados de hormigón reciclado triturado que provengan de acopios congelados, o que contengan hielo.</p>

#### 502.2.4.1 Agregado Grueso de Hormigón Reciclado Triturado

Se define como agregado grueso, la parte del agregado total retenida en el tamiz 4,75 mm según la Sección 1003

Los requisitos a cumplir por los agregados gruesos de hormigón reciclado triturado dependen del índice de tránsito y de la ubicación de la capa, y son los mismos que para el agregado grueso virgen. Los mismos deben cumplir con lo especificado en la Sección 1003 en todo lo que no se oponga a los requisitos que se establecen en los cuadros 502-3 y 502-4.

El agregado grueso de hormigón reciclado triturado es por lo general de una única procedencia y naturaleza. En el caso de que se empleen agregados de hormigón reciclado triturado de distinta procedencia, cada una de ellas debe cumplir individualmente las prescripciones establecidas en la Sección 1003, en los cuadros 502-3 y 502-4..

Los agregados gruesos de hormigón reciclado triturado a emplear en la construcción de capas de rodamiento, no deben contener agregado de naturaleza caliza.

#### 502.2.4.2 Agregado Fino de Hormigón Reciclado Triturado

Se define como agregado fino la parte del agregado total pasante por el tamiz 4,75 mm según la Sección 1003

No se permite el uso de hormigón reciclado triturado como agregado fino.

La mezcla de las diferentes fracciones de agregados que componen el esqueleto granular debe cumplir las prescripciones del cuadro 502-6

CUADRO 502-6					
REQUISITOS DEL ESQUELETO GRANULAR					
Parámetro	Norma	Exigencia			
Módulo de finura (1)	---	2,1 – 3,4 (2)			
Agregado fino triturado	---	Porcentaje en peso de agregado fino triturado respecto del total del agregado fino (3)			
		T1	T2	T3	T4
		≤ 30%	≤ 30%	≤ 40%	≤ 40%
Hormigón reciclado triturado	---	Porcentaje en peso del hormigón reciclado triturado respecto del total del agregado grueso (3) ≤ 20 %			

1. Para la determinación de este parámetro se deben utilizar solamente los tamices correspondientes a la serie normal.
2. Sólo se admiten valores por fuera de este rango, previa autorización del Supervisor de Obra, en el caso que el Contratista demuestre mediante ensayos que con el módulo de finura propuesto se obtienen propiedades adecuadas del hormigón resultante en estado fresco y endurecido.
3. Los porcentajes indicados pueden incrementarse en hasta un cinco por ciento (5 %) por encima de los valores límites establecidos, previa autorización del Supervisor de Obra, en el caso que el Contratista demuestre mediante ensayos que con el porcentaje de reemplazo propuesto se obtienen condiciones de trabajabilidad, durabilidad y resistencia adecuadas.

### 502.2.5 Cementos

#### 502.2.5.1 Requisitos

Los requisitos generales que deben cumplir los cementos para el aprovisionamiento y almacenamiento son los que se establecen en el cuadro 502-7.

<b>CUADRO 502-7</b>	
<b>REQUISITOS PARA LA PROVISION Y ALMACENAMIENTO DE LOS CEMENTOS</b>	
<b>Característica</b>	<b>Requisitos</b>
Procedencia	Los cementos deben cumplir las exigencias establecidas en la presente especificación técnica. Los cementos deben tener trazabilidad, debe llevarse un registro de la procedencia de los mismos.
Almacenamiento	<p>Los materiales aglomerantes deben protegerse de la humedad durante el transporte y el almacenamiento.</p> <p>El cemento envasado se debe conservar en su envase original hasta el momento de su empleo, y se debe acopiar bajo techo, separando las bolsas del suelo y de las paredes, como mínimo, a una distancia de quince centímetros (15 cm). La altura del acopio debe ser igual o menor que diez (10) bolsas.</p> <p>Los cementos de distinto tipo, marca o partida se deben almacenar separadamente y por orden cronológico de llegada. Su empleo se debe efectuar en el mismo orden. En el momento de incorporarlo a la mezcladora, el cemento se debe encontrar en perfecto estado pulvurento.</p> <p>Si el cemento estuvo almacenado en obra durante períodos mayores de treinta (30) días en bolsas originales, o de ciento ochenta (180) días en bolsones con protecciones de plástico doble y capacidad igual o mayor a mil kilogramos (1000 kg), o un (1) año en silos metálicos con cierre hermético, o en el momento de ser usado muestra signos inequívocos de prehidratación, antes de su empleo se debe ensayar nuevamente para verificar si se cumplen los requisitos establecidos en el presente documento.</p> <p>Cuando se detecten anomalías en el suministro de cemento, estas partidas se deben almacenar por separado hasta confirmar su aceptabilidad.</p>

#### 502.2.5.2 Cementos Hidráulicos para uso general

Los Cementos Hidráulicos para uso general a emplear deben cumplir con los requisitos establecidos en la Sección 1003 (Agregados, Suelos y Rocas) y en la Sección 1001 (Cementos Hidráulicos).

#### 502.2.5.3 Cementos Hidráulicos con Propiedades Especiales

Cuando se requiera el uso de cemento con propiedades especiales, el cemento debe cumplir con los requisitos establecidos en la Sección 1003 (Agregados, Suelos y Rocas) y en la Sección 1001 (Cementos Hidráulicos).

#### 502.2.5.3.4 Cemento para Uso en Pavimentos con TAR (Tecnología de Alto Rendimiento)

El cemento a utilizar en obras con pavimentadoras de molde deslizante debe cumplir con los requisitos de la Sección 1003 (Agregados, Suelos y Rocas).



### **502.2.6 Agua**

El agua empleada para mezclar y curar el hormigón, como así también el agua para lavar, enfriar y saturar los agregados, debe cumplir las condiciones establecidas en el artículo 1012.1

### **502.2.7 Aditivos**

Los aditivos a emplear en la preparación de morteros y hormigones se deben presentar en estado líquido o pulverulento. Deben cumplir las condiciones establecidas en Sección 1011, en cuanto no se opongan a las disposiciones de la Norma AASTHO.

Los aditivos en estado pulverulento deben incorporarse a la mezcla según las instrucciones indicadas por el fabricante.

En caso de emplearse más de un aditivo, previo a su uso en obra, el Contratista debe verificar mediante ensayos que dichos aditivos son compatibles. Cada aditivo debe tener características y propiedades uniformes durante todo el desarrollo de la obra.

Los aditivos deben ser almacenados y conservados de acuerdo a las recomendaciones del fabricante. El acopio se debe realizar al reparo (resguardo) del sol y de las bajas temperaturas, y preferiblemente bajo techo, separando e identificando cada marca, tipo, fecha de recepción y fecha de vencimiento.

El tipo de aditivo, como así también su dotación y forma de empleo, debe estar aprobado por el Ingeniero previo a su uso.

### **502.2.8 Adiciones Minerales**

Pueden incorporarse al hormigón materiales adicionales tales como puzolanas naturales, cenizas volantes, escoria granulada de alto horno, Filler calcáreo, humo de sílice, siempre que se demuestre, previamente, mediante ensayos, que su empleo, en las cantidades previstas, produce el efecto deseado y simultáneamente cumplimenta los requisitos establecidos en la presente especificación. El tipo de adición, como así también su dotación y forma de empleo, debe estar aprobado por el Ingeniero previo a su uso.

Las adiciones minerales a emplear deben cumplir con las especificaciones de las normas referidas a:

- Puzolanas y Cenizas Volantes,
- Escoria,
- Filler calcáreo
- Humo de sílice (ASTM C1240 ), según corresponda.

Cuando se incorporen adiciones minerales pulverulentas para reemplazos parciales de cemento, el contenido total de las mismas (las incorporadas en el cemento en el caso que las tuviere, sumadas a las incorporadas en la mezcla en forma separada) no debe superar los límites establecidos en la Sección 1003 si se emplea en la construcción Tecnologías de Alto Rendimiento. Para el transporte y almacenamiento de las adiciones minerales pulverulentas rigen las mismas disposiciones establecidas para Cementos en el Numeral 502.2.5.

### **502.2.9 Pigmentos Colorantes**

Cuando se empleen pigmentos o colorantes, estos materiales, así como el hormigón que se elabore con ellos, deberán cumplir con los requisitos establecidos en la norma ASTM C979.

El tipo de pigmento, como así también su dotación y forma de empleo, debe estar aprobado por el Ingeniero previo a su uso.

### 502.2.10 Fibras

El tipo de fibra a emplear, como así también su dotación y forma de empleo, debe estar aprobado por el Supervisor de Obra previo a su uso.

#### 502.2.10.1 Microfibras

Pueden incorporarse microfibras (no estructurales) para colaborar en el control de la fisuración plástica. Estas fibras deben ser del tipo sintéticas, y su incorporación y mezclado se debe realizar de acuerdo a las recomendaciones del Fabricante.

El uso de microfibras no exime al Contratista de la implementación de sistemas de protección y curado que prevengan el riesgo de fisuración temprana. Asimismo, debe considerarse que la incorporación de microfibras incide en la demanda de agua de la mezcla y su trabajabilidad.

#### 502.2.10.2 Macrofibras Estructurales

Pueden agregarse al hormigón fibras del tipo estructural, sintéticas o metálicas. La cantidad agregada debe ser suficiente como para alcanzar una resistencia residual (R150, 3) del 20 % del Módulo de rotura a flexión especificado o la que establezca la Especificación Técnica Particular. La determinación de la resistencia residual se debe realizar siguiendo los lineamientos establecidos en la norma ASTM C 1609. Su incorporación y mezclado se debe realizar ser de acuerdo a las recomendaciones del fabricante.

Las fibras sintéticas serán Tipo III según la norma ASTM C1116, monofilamento y deben tener una relación de aspecto (longitud / diámetro equivalente) de 60 o mayor. La longitud debe ser de al menos una vez y media el tamaño máximo del agregado, salvo que se demuestre mediante ensayos que con una longitud menor de las fibras se alcanza la resistencia residual especificada. Su dosificación no debe superar los 4 kg/m<sup>3</sup>, a menos que el Contratista pueda demostrar, mediante pruebas, que no se produce aglomeración de las fibras, y que el hormigón así obtenido presenta las características deseadas.

Las fibras metálicas deben verificar los requisitos establecidos en la norma ASTM A820 y deben tener una relación de aspecto (longitud / diámetro equivalente) de 50 o mayor. Deben tener una longitud mínima de una vez y media el tamaño máximo del agregado, salvo que se demuestre mediante ensayos que con una longitud menor de las fibras se alcanza la resistencia residual especificada. Su dosificación no debe superar a los 40 kg/m<sup>3</sup>, a menos que el Contratista pueda demostrar, mediante pruebas en obra, que no se produce aglomeración de las fibras y que el hormigón así obtenido presenta las características deseadas.

### 502.2.11 Compuestos líquidos formadores de membranas de curado

Los compuestos líquidos formadores de membranas de curado deben estar integrados por una base y un disolvente volátil, que en ningún caso debe producir efectos dañinos sobre el hormigón. La base, o porción no volátil, debe constar de un pigmento blanco, finamente dividido, y un vehículo, que debe estar compuesto de ceras naturales o sintéticas, o bien de resinas.

Los compuestos que se utilicen deben ser líquidos, opacos y de color blanco. Además, deben cumplir con los requisitos establecidos en la Sección 1011 y no deben provocar reacciones desfavorables para el fraguado y endurecimiento del hormigón. Una vez finalizada su acción, la mencionada membrana debe desaparecer de forma progresiva bajo la influencia de los agentes atmosféricos y del uso, sin afectar la coloración de la superficie del pavimento ni sus características de fricción.

Si se emplea como único método de protección y curado, se debe utilizar un compuesto formador de membrana de resina en base a solvente que cumpla con la Sección 1011. Alternativamente se puede emplear otra opción que demuestre ser efectiva mediante ensayos y que permita obtener un curado de adecuado del hormigón.

En caso de utilizar una membrana de otro tipo, se debe utilizar un retardador de evaporación como medida de protección complementaria. El Contratista puede incorporar otro método de protección adicional (por ejemplo, aspersión de una fina niebla de agua sobre la superficie del pavimento, incorporación de pantallas de protección), de modo de garantizar una adecuada protección del hormigón a edad temprana.

El tipo de membrana de curado a emplear, debe estar aprobado por el Supervisor de Obra previo a su uso. La dosis mínima de membrana de curado debe ser la recomendada por el fabricante como dosis efectiva, a la cual debe adicionarse una cantidad suficiente en función de las condiciones climáticas durante la aplicación, las pérdidas por viento y la profundidad de texturizado del pavimento. La dosis máxima es aquella que no permite la formación de la membrana en un tiempo prudente. A excepción de indicación en contrario por el Supervisor de Obra, se debe emplear una dosis mínima mayor a doscientos gramos por metro cuadrado ( $> 200 \text{ g/m}^2$ ).

### **502.3 REQUISITOS PARA LA CONSTRUCCIÓN**

#### **502.3.1 Consideraciones Generales**

No se puede utilizar ningún equipo que no haya sido previamente empleado en el Tramo de Prueba y aprobado por el Ingeniero.

El Contratista podrá someter a consideración y aprobación del Ingeniero nuevos diseños de mezcla cuando haya oportunidades de optimización al diseño de la mezcla de concreto.

#### **502.3.2 Preparación de la Superficie de Apoyo**

Previa colocación del hormigón, la superficie de apoyo se debe encontrar aprobada por el Supervisor de Obra, de acuerdo al cumplimiento de las exigencias establecidas en el Pliego de Especificaciones Técnicas Generales y el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares de la misma.

La superficie de apoyo debe ser regular y no debe exhibir deterioros, de modo tal que el espesor de colocación del hormigón se pueda encuadrar dentro de las tolerancias de espesores. Previa a la colocación del hormigón, la superficie se debe encontrar libre de materiales sueltos o suelos débilmente adheridos, y deberá ser humectada mediante riego de agua, sin encharcar.

La superficie de apoyo debe estar libre de manchas o huellas de suelos cohesivos, los que deben eliminarse totalmente de la superficie.

Las banquetas y/o trochas aledañas se deben mantener durante los trabajos en condiciones tales que eviten la contaminación de la superficie.

#### **502.3.3 Proceso de Elaboración del Hormigón**

##### *502.3.3.1 Alimentación de los Agregados*

Durante la producción, cada tolva de alimentación de los agregados en uso debe mantenerse con suficiente material, de manera que permita un suministro continuo, sin que se produzcan contaminaciones por rebalse entre tolvas. El equipo empleado para cargar las tolvas debe tener un ancho de balde o cuchara inferior al ancho de las tolvas en cuestión.

No se deben utilizar para la elaboración del hormigón agregados que contengan agua congelada. No se permite la aplicación de sales descongelantes en las pilas para contrarrestar el efecto del congelamiento.

##### *502.3.3.2 Mezclado del Hormigón*

La operación de mezclado se debe realizar exclusivamente en forma automática.

El tiempo de mezclado se mide a partir del momento en que todos los materiales componentes ingresaron al tambor de la mezcladora.

Cuando el hormigón se mezcle en equipos moto-hormigoneros, se debe garantizar que con setenta (70) a cien (100) giros del tambor a la velocidad de mezclado indicada por el fabricante se logra homogeneidad del hormigón. El número de giros mencionado se debe contar desde el momento en que todos los componentes, inclusive el agua, están dentro del tambor.

El tiempo máximo de mezclado no puede superar en ningún caso los cinco (5) minutos.

#### *502.3.3.3 Carga en los Equipos de Transporte*

La carga del hormigón en los equipos de transporte sin dispositivos mezcladores ni de agitación, debe realizarse de manera gradual y pareja en toda la caja de transporte, de manera de evitar segregación del mismo.

#### **502.3.4 Transporte del Hormigón**

El transporte se debe realizar en el menor tiempo posible, evitando segregación en el hormigón.

El transporte en camiones sin dispositivos mezcladores ni de agitación es apto sólo para hormigones que tienen un asentamiento igual o menor a siete centímetros (7 cm) a la salida de la planta elaboradora.

Es aceptable el transporte en camiones sin dispositivos mezcladores ni de agitación para asentamientos mayores a siete centímetros (7 cm), previa aprobación del Supervisor de Obra, en caso de que el Contratista demuestre que el hormigón puede ser transportado sin segregación.

En el momento de la descarga, su temperatura debe estar comprendida dentro del rango especificado en la Fórmula de Obra.

#### **502.3.5 Pavimentación con Moldes Fijos**

##### *502.3.5.1 Instalación de Moldes Laterales*

Los moldes se deben apoyar perfectamente en sus bases, además deben ser unidos entre sí de manera rígida y efectiva, y su fijación al terreno se debe realizar mediante clavos o estacas que impidan toda movilidad de los mismos.

Se permite, a los efectos de ajustarlos a los niveles y pendientes que correspondan, la ejecución de rellenos de mortero de cemento u otro material suficientemente estable bajo sus bases, los que deben realizarse dándoles la firmeza necesaria para evitar asentamientos. Estos rellenos no deben extenderse por debajo de la calzada a ejecutar.

Las juntas o uniones de los moldes se deben controlar y no se admiten resaltos o variaciones en el alineamiento vertical, alineamiento vertical horizontal y en la pendiente.

En las curvas, el Contratista deberá procurar asegurar al máximo la firmeza de los moldes, así como su ajuste al radio correspondiente.

##### *502.3.5.2 Pasadores, Barras de Unión y Armadura Distribuida*

Los pasadores y barras de unión se deben colocar con la separación y dimensiones indicadas en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares y mediante canastos y anclajes con la configuración de armado descrita en los

- **Anexo I.** Canasto de pasadores
- **Anexo II.** Canasto de barras de unión para la instalación de pasadores y barras de unión respectivamente.

Los pasadores se deben colocar a la mitad del espesor de la losa, de manera tal que resulten longitudinalmente paralelos al eje y a la rasante de la calzada. La máxima desviación, tanto en planta como en alzado, de la posición del eje de un pasador respecto a la teórica será de 10 milímetros (10 mm). La máxima desviación angular respecto a la dirección teórica del eje de cada pasador, medida por la posición de sus extremos, será de cinco milímetros (5 mm), medidos antes del vertido del hormigón.

Los canastos deben anclarse a la base del pavimento, mediante clavos, estacas u otro elemento que permita alcanzar una sujeción total del sistema a la base, y que pueda resistir el empuje del equipo pavimentador durante las operaciones de colocación del hormigón sin que se produzcan desplazamientos de ningún tipo.

Antes o después de la instalación de los canastos de pasadores, se debe clavar una estaca a cada lado de los bordes de calzada, de manera de identificar claramente la ubicación del eje de la junta transversal. Estas estacas se deben mantener en posición hasta que se efectúe el marcado de la ubicación de la junta sobre la superficie del pavimento o hasta que se realicen las tareas de aserrado primario.

Las barras de unión se deben colocar a la mitad del espesor de la losa, de manera tal que resulten transversales al eje del pavimento y paralelas a la rasante de la calzada. La máxima desviación en alzado de la posición del eje de una barra de unión respecto a la teórica debe ser de 10 milímetros (10 mm), medidos antes del vertido del hormigón.

El “autosoprote” de las barras de unión se encuentra restringido únicamente para aquellos proyectos en los que se contemple la colocación de barras de unión con un diámetro igual o superior de doce milímetros (12 mm).

No se permite la inserción manual de pasadores y/o barras de unión.

La armadura distribuida se debe colocar en las zonas y en la forma que se indique en los planos de proyecto. En el caso que no se encuentre establecido su posición respecto a la superficie del pavimento, se debe ubicar en el espacio comprendido entre el espesor medio de la losa y cinco centímetros (5 cm) por debajo de la superficie expuesta, paralela a la superficie del pavimento. Se debe encontrar limpia de óxido no adherente, grasa y otras materias que puedan afectar la adherencia del acero con el hormigón.

La armadura se debe sujetar para impedir todo movimiento durante la puesta en obra del hormigón. Cuando se disponga sobre cunas o soportes, éstos deben tener la rigidez suficiente y disponerse de forma que no se produzca su movimiento o deformación durante las operaciones previas a la puesta en obra del concreto, ni durante la ejecución del pavimento.

#### **502.3.6 Colocación, Vibración, y Terminación**

El hormigón deberá ser depositado en la subrasante preparada, en tal forma que requiera un mínimo de manipulación, es decir, en el sitio más próximo posible a su ubicación definitiva, evitando alturas de caída que puedan producir segregación del material. En ningún caso se deben colocar en obra bachadas que evidencien cambios significativos de trabajabilidad requerida.

Se debe buscar que el camión ingrese sobre la plataforma de trabajo para efectuar una descarga frontal. Una vez descargado el hormigón, puede completarse la distribución en forma manual mediante el empleo de palas anchas (de punta cuadrada) de manera de asegurar que exista la cantidad de material adecuada y uniforme adelante de regla o terminadora.

Cuando se emplee una pavimentadora, la velocidad mínima de avance de la misma debe ser de un metro por minuto (1 m/min).

La tarea de compactación del hormigón se debe efectuar mediante el empleo de vibradores de inmersión, densificando en forma íntegra y eficaz el hormigón en su totalidad. La distancia aproximada entre los puntos de inserción debe ser de siete (7) a diez (10) veces el diámetro de la aguja, de manera tal que el área de influencia se solape con

la inserción anterior. Los vibradores no deben arrastrarse dentro del seno del hormigón y nunca ser empleados para distribuir al mismo.

En cada lugar de inserción, el vibrador debe ser mantenido solamente durante el tiempo necesario y suficiente para producir la compactación del hormigón.

Los vibradores se deben introducir y extraer de la masa de hormigón en posición vertical, y la vibración debe ser interrumpida en el momento que cese el desprendimiento de las grandes burbujas de aire.

Durante las operaciones de vibrado se debe evitar el contacto de los vibradores con los moldes y armaduras, y que el vibrado produzca la deformación o el desplazamiento de las armaduras respecto del lugar indicado en los planos, o segregación del hormigón.

En el caso que el vertido se realice en más de una capa al vibrar la última capa de hormigón, la inmediata inferior aún debe estar en condiciones de ser revibrada. El vibrador debe atravesar la nueva capa totalmente y penetrar en la inferior para asegurar la unión entre ambas, evitando la formación de un plano de junta.

Luego se debe proceder al paso del equipo terminador o regla vibratoria el que avanza en forma pareja y uniforme, realizando un desplazamiento tan continuo como sea posible. Debe verificarse que la regla o terminadora arrastre una pequeña cantidad de material a su paso, verificándose durante su avance un contacto con el hormigón en forma continua y homogénea en toda la sección transversal.

La terminación se debe realizar mediante el fratasado del hormigón con un elemento de superficie plana, que permita eliminar los puntos altos y rellenar los bajos, sumergir las partículas de agregado más gruesas, remover y corregir pequeñas imperfecciones, y generar mortero en la superficie para el texturizado. Este proceso se debe realizar deslizando el fratás desde el borde más cercano hasta el más lejano, donde se cambia el ángulo de ataque y se vuelve a deslizar en el sentido contrario hasta alcanzar el punto inicial, cuidando de solapar cada pasada al menos diez centímetros (10 cm). Para esta tarea se encuentra prohibido el uso de cinta o correa. Cuando la calzada sea de ancho completo, la terminación se debe realizar únicamente mediante fratás mecánico.

Se prohíbe el riego con agua o la extensión de mortero sobre la superficie del hormigón fresco para facilitar su acabado. Donde fuera necesario aportar material para corregir una zona baja, se debe emplear hormigón aún no extendido.

### **502.3.7 Pavimentación con Encofrados Deslizantes**

#### *502.3.7.1 Sistemas de Alineamiento y Control*

##### **a) SISTEMAS DE GUIADO POR CABLE**

El tendido del hilo se debe realizar con apoyo topográfico, disponiéndolos a ambos lados del equipo pavimentador mediante la colocación de soportes y pines metálicos.

La separación máxima entre pines será de siete y medio metros (7,5 m) en tramos rectos. En zona de curvas verticales y horizontales se debe reducir la separación entre pines de manera de poder ejecutar íntegramente los trabajos con la pavimentadora, respetando las condiciones de terminación y calidad requeridas en el presente documento. Asimismo, durante la jornada de trabajo se debe revisar y tensar nuevamente los tramos de tendido que se encuentren por delante de la pavimentadora.

El hilo puede estar constituido por un cable de acero, nylon o polietileno y debe encontrarse perfectamente tensado durante toda la jornada de pavimentación.

## **b) OTROS SISTEMAS**

El posicionamiento y nivelación puede utilizarse otro tipo de tecnología, tal como el sistema láser y de posicionamiento global (GPS). En ese caso, deben tomarse todas las medidas necesarias para garantizar la correcta alineación y nivelación de los equipos de pavimentación.

En caso de pavimentación en fajas, sobre una zona ya ejecutada que no presente deformaciones, pueden utilizarse patines en lugar de los sensores de nivelación vertical.

### *502.3.7.2 Zona de Tracción de Orugas*

Las áreas en las cuales se desplazan las orugas de la pavimentadora deben estar suficientemente compactadas para permitir su paso sin deformaciones, y se deben mantener limpias y libres de materiales sueltos. No deben presentar, además, irregularidades superiores a doce milímetros (12 mm), medidos con regla de tres metros (3 m).

Donde se ejecute una sección junto a otra existente, se puede usar ésta como zona de tracción para las orugas. En este caso, la sección de apoyo debe haber alcanzado una edad mínima de 3 (tres) días y se protegerá su superficie de la acción de las orugas interponiendo bandas de goma, chapas metálicas u otros materiales adecuados, a una distancia conveniente del borde. Si se observan daños estructurales o superficiales en las zonas de circulación de las orugas, se suspenderá la ejecución, reanudándola cuando el hormigón hubiera adquirido la resistencia necesaria, o adoptando las precauciones suficientes para que no se vuelvan a producir daños.

### *502.3.7.3 Pasadores y Barras de Unión*

Cuando se empleen pavimentadoras de encofrado deslizante puede emplearse la técnica de inserción de armaduras en el hormigón fresco como método alternativo a la colocación previa de pasadores con canastos. En este caso, el equipo pavimentador debe contar con un dispositivo desarrollado para este propósito, que permita insertar en forma automatizada los pasadores sin detenciones y de acuerdo a las tolerancias y requisitos establecidos en este documento y los planos de proyecto. Previo al inicio de los trabajos debe efectuarse la calibración de este dispositivo y repetirse periódicamente, en especial cuando se realicen en el equipo tareas de mantenimiento, ajustes, cambios en el ancho de trabajo o sea trasladado a otro frente de trabajo.

Los pasadores se deben colocar paralelos entre sí y al eje de la calzada. La máxima desviación, tanto en planta como en alzado, de la posición del eje de un pasador respecto a la teórica debe ser de veinte milímetros ( $\pm 20$  mm). La máxima desviación angular respecto a la dirección teórica del eje de cada pasador, medida por la posición de sus extremos, debe ser de diez milímetros ( $\pm 10$  mm).

Las barras de unión se deben encontrar ubicadas perpendiculares al eje de calzada con las separaciones indicadas en los planos con una tolerancia de veinte milímetros ( $\pm 20$  mm) en alzada y de cincuenta milímetros ( $\pm 50$  mm) en planta.

En el caso que la colocación de barras de unión o pasadores se realice con canastos, o se incorpore armadura distribuida, es de cumplimiento lo establecido en el inciso 502.3.5.2. Pasadores, barras de unión y armadura distribuida.

### *502.3.7.4 Colocación, Vibración y Terminación*

La ejecución con pavimentadoras de encofrados deslizantes debe efectuarse a una velocidad constante que asegure una adecuada compactación en todo el espesor de la losa, alcanzar la rasante requerida y su correcta terminación. La descarga y la extensión previa del hormigón en todo el ancho de pavimentación se debe realizar de modo uniforme para no desequilibrar el avance de la pavimentadora; esta precaución se debe extremar al hormigonar en rampa. En ningún caso se deben colocar en obra bachadas que evidencien una pérdida significativa de la trabajabilidad requerida.

La terminación se debe realizar únicamente mediante fratás mecánico, para el cual debe verificarse que éste se deslice sobre el hormigón ejerciendo una presión similar a la que le proporciona su propio peso, sin generar deformaciones en la superficie de la calzada. En ningún caso, el recorrido del fratás se debe aproximar a menos de trescientos milímetros (300 mm) del borde de calzada.

La superficie del pavimento no debe ser retocada, salvo en zonas aisladas, comprobadas con reglas de longitud no inferior a tres metros (3 m) donde se observen desviaciones superiores a cinco milímetros (5 mm).

Se prohíbe el riego con agua o la extensión de mortero sobre la superficie del hormigón fresco para facilitar su acabado. Donde fuera necesario aportar material para corregir una zona baja, se debe emplear hormigón aún no extendido.

### 502.3.8 Tasa de Evaporación

El Contratista deberá estimar las máximas tasas de evaporación previstas durante el periodo de hormigonado (a partir de los datos de temperatura del hormigón, temperatura ambiente, velocidad del viento y humedad relativa) y calificar el riesgo de fisuración plástica según el cuadro 502-8.

CUADRO 502-8	
CALIFICACIÓN DEL RIESGO DE FISURACIÓN PLÁSTICA	
Tasa de evaporación	Riesgo de fisuración plástica
< 0,25 kg/m <sup>2</sup>	Bajo-Moderado
0,25 – 0,50 kg/m <sup>2</sup>	Moderado-Alto
> 0,50 kg/m <sup>2</sup>	Muy alto

El Contratista debe informar los métodos de protección y curado previstos y debe considerar para tasas de evaporación mayores de 0,5 kg/m<sup>2</sup> la aplicación de medidas preventivas adicionales a la aplicación de la membrana de curado, las cuales deben ser solicitadas y/o aprobadas por el Supervisor de Obra.

Si aparecen fisuras plásticas o se observa un riesgo inminente de aparición (superficie de apoyo muy absorbente, desecamiento de la superficie, demoras en el tiempo de fraguado, etc.) es obligatorio la aplicación de medidas adicionales que permitan reducir la tasa de evaporación y se evite la formación de fisuras plásticas con la confiabilidad necesaria.

### 502.3.9 Texturizado

Una vez finalizadas las tareas de terminación se debe dar a su superficie una textura homogénea que permita cumplir los requisitos de fricción y macrotextura establecidos en el presente documento.

Si el texturizado es en el sentido transversal o esviado, y se efectúa en forma manual, realizarlo con un mango de un largo tal que permita texturizar el ancho completo de calzada en una pasada, utilizando una regla de aluminio como guía.

El método de texturizado se establece en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares y debe ser aprobado por el Supervisor de Obra. Según el método adoptado, se deben cumplir los siguientes requisitos:

#### 502.3.9.1 Arpillera Húmeda

El texturizado con rastra de arpillera consiste en el arrastre de una tela de yute, sobre la superficie recién terminada del hormigón.



La arpillera deberá contar con, al menos, un pliegue y debe apoyar sobre la calzada terminada en un ancho de 45 a 60 cm. Debe mantenerse limpia y húmeda durante toda la jornada de trabajo, en tanto que se puede usar deshilachada levemente su extremo posterior, para mejorar la profundidad de textura.

En aquellos casos en los que se prevé que la velocidad de circulación de sobre la calzada en estudio mayor a sesenta kilómetros por hora (60 Km/h), no se debe utilizar como método de texturizado el detallado en este punto.

#### 502.3.9.2 Césped sintético

Consiste en el arrastre de una carpeta invertida de césped sintético y se aplica con las mismas técnicas que la arpillera.

El césped sintético a emplear debe verificar las siguientes condiciones:

- **Largo de pelo:** entre 15 y 25 mm.
- **Cantidad de pelos por metro cuadrado:** Mayor de 60.000
- **Peso:** Mayor de 2350 g/m<sup>2</sup>

Con el objeto de alcanzar la profundidad de macrotextura requeridas, se puede emplear un lastre de la manta de césped sintético sobre la misma. El lastre puede estar constituido listones de madera.

El césped debe apoyar sobre la calzada terminada en un ancho comprendido entre cuarenta y cinco a sesenta centímetros (45 a 60 cm) y se debe mantener limpia, eliminando diariamente todo resto de mortero adherido.

#### 502.3.9.3 Peine transversal

Consiste en el arrastre en el sentido transversal de un implemento tipo peine metálico o plástico que genera una serie de surcos sobre la superficie del pavimento.

Con el objetivo de disminuir al mínimo la generación de ruido durante el paso de vehículos, la textura alcanzada con esta técnica deberá verificar las siguientes condiciones:

- **Espaciamiento:**  
Uniformemente espaciados cada 13 mm, o  
Separaciones variables de 10 a 75 mm
- **Profundidad del dibujo:** de 1,5 a 3 mm
- **Ancho de canales:** 3 mm
- **Orientación del patrón:** esviación máxima 1:6.

Con anterioridad a la ejecución de esta técnica se debe aplicar un texturizado previo con arpillera húmeda o césped sintético.

#### 502.3.9.4 Peine longitudinal

Consiste en el arrastre en el sentido longitudinal de un implemento tipo peine metálico o plástico que genera una serie de surcos sobre la superficie del pavimento. La textura alcanzada con esta técnica debe verificar el siguiente patrón:

- Espaciamiento de pines: uniformemente espaciados cada 13 mm.
- Profundidad del dibujo: de 1,5 a 3 mm
- Ancho de canales: 3 mm

Con anterioridad a la ejecución de esta técnica se debe aplicar un texturizado previo con arpillera húmeda o césped sintético.

#### 502.3.9.5 Cepillo

El cepillado puede efectuarse deslizando en el sentido longitudinal o transversal a la dirección de circulación. Se debe emplear un cepillo en forma manual o mecánica, creando pequeñas crestas sobre la superficie del pavimento.

El bloque que contiene las cerdas debe ser de madera, aluminio, o plástico (polietileno de alta densidad), siendo recomendable principalmente estos últimos ya que no se pudren ni deforman en contacto con la humedad.

Las cerdas pueden estar constituidas por pelos de caballo, alambre, polipropileno o nylon.

### 502.3.10 Protección y Curado

#### 502.3.10.1 Características Generales

Siempre que sea necesario, durante el período de endurecimiento se debe proteger al hormigón fresco contra el lavado por lluvia, la desecación rápida -especialmente en condiciones de baja humedad relativa del aire, fuerte insolación o viento- y los enfriamientos bruscos o congelación.

El Contratista debe realizar la protección y curado del hormigón de modo de asegurar que tenga las condiciones necesarias para alcanzar la resistencia especificada y evitando la fisuración y agrietamiento de las losas.

El tiempo de curado no debe ser menor de tres (3) días. El tiempo de curado debe aumentarse en cualquiera de los siguientes casos:

- **Bajas temperaturas:**

El período de curado se debe aumentar en un número de días igual al de aquéllos en que la temperatura media diaria del aire en el lugar de ejecución de la calzada haya descendido debajo de los cinco grados Celsius (5 °C), entendiéndose como temperatura media diaria al promedio entre la máxima y mínima del día. El Contratista debe llevar un registro de las temperaturas máximas y mínimas diarias, de modo de dar un seguimiento al proceso de curado de los diferentes lotes.

- **Bajo condiciones de tiempo caluroso:**

Se entiende por tales a cualquier combinación de factores climáticos que, asociados a la alta temperatura ambiente, tiendan a perjudicar la calidad del hormigón fresco o endurecido, o que contribuya al desarrollo de propiedades anormales. Se ampliará el tiempo mínimo de curado a siete (7) días.

- Cuando se utilicen adiciones minerales activas, ya sea como parte del material de cementado incorporándose al momento de la elaboración de la mezcla de hormigón

#### *502.3.10.2 Entre pavimentos de hormigón*

En el caso que en el proyecto se indique la ejecución de una sección de transición con otro pavimento de hormigón esta se debe ejecutar conforme a lo indicado en el Anexo IV. Transiciones.

#### *502.3.10.3 Con pavimentos flexibles*

En el caso que en el proyecto se indique la ejecución de una sección de transición con un pavimento flexible esta se debe ejecutar conforme a lo indicado en el Anexo IV. Transiciones y según corresponda al nivel de tránsito pesado previsto.

#### *502.3.10.4 Con Losas de Aproximación*

En el caso que en el proyecto se indique la ejecución de una sección de transición con losas de aproximación esta se debe ejecutar conforme a lo indicado en el Anexo IV. Transiciones

#### *502.3.10.5 Con Estructuras Fijas*

En el caso que en el proyecto se indique la ejecución de una sección de transición con estructuras fijas esta se debe ejecutar mediante la materialización de una junta de aislación en todo el perímetro de la estructura según lo indicado en el Anexo IV. Transiciones para juntas de aislación con sobre- espesor de hormigón (Tipo F-1) si se prevé la circulación del tránsito a través de esta sección o sin sobre-espesor de hormigón (Tipo F-2) si no se prevé la circulación del tránsito.

### **502.3.11 Numeración y Fecha de las Losas de la Calzada de Hormigón**

Antes de que el hormigón endurezca, cada losa se debe identificar claramente, mediante un número arábigo y la indicación de la fecha de construcción. Esto se efectuará con números de 15 cm de altura, aproximadamente, inscripto sobre el borde derecho de la calzada de hormigón, considerado en el sentido de avance de la pavimentación, a 10 cm del borde lateral y 40 cm de la junta transversal que delimita la iniciación de la losa.

### **502.3.12 Limpieza**

El Contratista debe prestar especial atención en no afectar durante la realización de las obras la calzada existente o recién construida.

Para tal efecto, todo vehículo que se retire del sector de obra debe ser sometido a una limpieza exhaustiva de los neumáticos, de manera tal que no marque ni ensucie tanto la calzada como la demarcación.

En caso de detectarse sectores de calzada manchados y/o sucios con material de obra, dentro del área de obra o fuera de ella, el Contratista debe hacerse cargo de la limpieza de la mancha o suciedad ocasionada

### **502.3.13 Tramo de prueba**

Antes de iniciarse la puesta en obra de los pavimentos de hormigón, se debe ejecutar el Tramo de Prueba. El mismo tiene por objetivo efectuar los ajustes y/o correcciones en la Fórmula de Obra, el proceso de dosificación, mezclado, carga, transporte, descarga, distribución, colocación y lineación de pasadores y/o barras de unión, vibración,

terminación, texturizado, aserrado de juntas, curado y protección necesarios para alcanzar la conformidad total de las exigencias del presente Pliego de Especificaciones Técnicas Generales y del Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares correspondiente. El Contratista debe informar por escrito, adjuntos a la Fórmula de Obra final a emplear, los ajustes llevados a cabo. Los mismos deben ser aprobados por el Ingeniero previo al inicio de las obras.

El Tramo de Prueba debe realizarse con anticipación a la fecha de inicio de las obras prevista por el Plan de Trabajo del Contratista. Debe permitir efectuar la totalidad de los ensayos involucrados y los ajustes derivados del análisis de dichos resultados.

El Tramo de Prueba se debe realizar sobre una longitud no menor a la definida por el Ingeniero, nunca menor a cien metros (100 m).

El Tramo de Prueba puede ser ejecutado sobre la calzada de hormigón principal, o bien sobre calzadas complementarias a la misma (colectoras, carriles auxiliares, etc.).

Con el objetivo de determinar la conformidad con las condiciones y requisitos especificados en el presente documento y en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares, se deben realizar los ensayos establecidos en ambos documentos para el Tramo de Prueba. El Ingeniero puede solicitar la ejecución de otros ensayos además de los indicados en el presente documento y en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares. Los mencionados ensayos pueden ser in-situ, sobre muestras de hormigón fresco y/o sobre testigos extraídos.

Una vez obtenidos y analizados los resultados, el Ingeniero debe decidir:

- a. Si es aceptable o no la Fórmula de Obra. En el primer caso, se puede iniciar la fabricación del hormigón. En el segundo, el Contratista debe proponer las actuaciones a seguir (estudio de una nueva fórmula, corrección parcial de la misma, correcciones en el proceso de fabricación, etc.), de modo de cumplimentar con las exigencias establecidas, en este caso se debe repetir la ejecución del Tramo de Prueba.
- b. Si son aceptables o no los equipos propuestos por el Contratista para llevar adelante los procesos de dosificación, mezclado, transporte, colocación, vibración, terminación, texturizado, curado, protección y control de dichos procesos.

No se puede proceder a la dosificación, mezclado, transporte, colocación, vibración, terminación y texturizado del hormigón sin que el Supervisor de Obra haya autorizado el inicio en las condiciones aceptadas después del Tramo de Prueba.

Los tramos de prueba en los que se verifique el cumplimiento de las condiciones de ejecución y puesta en obra del hormigón, como así también se verifiquen los requisitos de la unidad terminada definidos en el presente Pliego de Especificaciones Técnicas Generales y en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares para el Tramo de Prueba, pueden ser aceptados como parte integrante de la obra.

## **502.4 MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS**

### **502.4.1. Silos de Almacenamiento del Cemento y de las Adiciones Minerales**

Los cementos y las adiciones minerales se deben almacenar por separado y por tipo, en silos que se ajusten a los requisitos que se establecen en el cuadro 502-9.

<b>CUADRO 502-9</b>	
<b>REQUISITOS QUE DEBEN CUMPLIR LOS SILOS DEL CEMENTO DE LAS ADICIONES MINERALES</b>	
<b>Características</b>	<b>Requisitos</b>
Silos de almacenamiento	<p>El cemento entregado a granel se debe almacenar en silos adecuados, limpios, secos y bien ventilados, capaces de protegerlo contra la acción de la intemperie. Al inicio de la obra y a intervalos no mayores de un (1) año se debe verificar que los silos no permitan el pasaje de agua.</p> <p>En caso que se utilice en obra más de un cemento, de tipos o procedencias distintas, o complementariamente, adiciones minerales incorporadas durante la elaboración del hormigón, cada silo debe contar con una identificación unívoca respecto a su contenido, que evite errores de acopio de materiales de distinto tipo u origen en un mismo silo, en forma simultánea.</p>
Bolsones	<p>El cemento envasado se debe conservar en su envase original hasta el momento de su empleo, y se debe acopiar bajo techo, separando las bolsas del suelo y de las paredes, como mínimo, a una distancia de 15 cm. La altura del acopio debe ser igual o menor que diez (10) bolsas</p>

#### 502.4.2 Planta

##### 502.4.2.1 Planta Dosificadora

Las plantas dosificadoras de hormigón se deben ajustar a los requisitos que se establecen en el cuadro 502-10.

<b>CUADRO 502-10</b>	
<b>REQUISITOS QUE DEBEN CUMPLIR PLANTAS DOSIFICADORAS DE HORMIGÓN</b>	
<b>Características</b>	<b>Requisitos</b>
Capacidad de producción	<p>Se indica en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares, en función del plan de trabajo.</p>
Alimentación de agregados	<p>La planta debe contar con una cantidad de silos de dosificación en frío al menos igual al número de fracciones de los agregados que componen la Fórmula de Obra aprobada, y nunca inferior a dos (2).</p> <p>La planta debe contar con dispositivos que eviten la contaminación de las distintas fracciones entre tolvas al momento de efectuar la alimentación de las mismas.</p> <p>La planta debe contar con zaranda de rechazo de agregados que excedan el tamaño máximo nominal establecido para el hormigón en proceso de elaboración.</p>

CUADRO 502-10	
REQUISITOS QUE DEBEN CUMPLIR PLANTAS DOSIFICADORAS DE HORMIGÓN	
Características	Requisitos
Alimentación del cemento y de las adiciones minerales	Debe contar con elementos precisos para calibrar y adicionar la cantidad de cemento y, eventualmente, adiciones minerales que se incorporan al hormigón.
Incorporación de aditivos, fibras u otros materiales en pellets	Si se previera la incorporación de aditivos, fibras u otros materiales en pellets a la mezcla, la planta debe poder dosificarlos con homogeneidad y precisión suficiente; y debe contar con silos de almacenamiento (para cada uno de estos materiales) destinados a tal fin.  Se debe disponer en la planta de un vaso dosificador por cada aditivo a emplear. Los diferentes tipos de aditivos nunca deben mezclarse entre sí antes de su ingreso al hormigón.
Aspectos ambientales	La planta debe contar con elementos que eviten la emisión de gases nocivos a la atmósfera.  La planta debe contar con elementos que permitan cumplimentar el <i>Punto 4. Higiene, seguridad y gestión ambiental.</i>

502.4.2.2 Planta Dosificadora y Elaboradora

Las plantas dosificadoras y elaboradoras de hormigón se deben ajustar a los requisitos que se establecen en los cuadros 502-10 Y 502-11.

CUADRO 502-11	
REQUISITOS QUE DEBEN CUMPLIR LAS PLANTAS DOSIFICADORAS Y ELABORADORAS DE HORMIGÓN	
Características	Requisitos
Mezclado	La planta dosificadora y elaboradora de hormigón debe ser capaz de mezclar los agregados, el cemento, el agua y aditivos en forma tal de obtener una masa uniforme y homogénea, con las proporciones ajustadas a la Fórmula de Obra, dentro del período de mezcla especificado y permitir la descarga de la mezcla sin segregación. La planta debe contar con tambor para mezclado forzado, y ser capaz de realizar el mezclado de cada pastón en un tiempo mínimo de cuarenta (40) segundos, a partir del ingreso de todos los componentes, o el que se requiera para obtener un hormigón de características homogéneas.  La planta debe contar con un amperímetro sensible o dispositivo similar que permita visualizar la potencia insumida por los motores de accionamiento de la amasadora y permita correlacionar la misma con la consistencia de la mezcla de hormigón.

### 502.4.3. Equipos para el Transporte del Hormigón

Los equipos de transporte de hormigón elaborado deben ajustarse a los requisitos que se indican en el cuadro 502-12.

<b>CUADRO 502-12</b>	
<b>REQUISITOS QUE DEBEN CUMPLIR ELEMENTOS DE TRANSPORTE DEL HORMIGÓN.</b>	
<b>Características</b>	<b>Requisitos</b>
Capacidad de transporte	El número y capacidad de los camiones debe ser acorde al volumen de producción de la planta, de modo de no condicionar o interrumpir el proceso de dosificación, elaboración y colocación.
Camiones sin dispositivos mezcladores ni de agitación	Los vehículos de transporte deben tener cajas metálicas, lisas, estancas con aristas y vértices redondeados, y deben estar provistos de puertas estancas que permitan la descarga controlada del hormigón. Asimismo, deben estar provistos de los medios o cubiertas necesarias para proteger al hormigón contra las acciones climáticas y contra toda posibilidad de contaminación con sustancias extrañas.
Camiones motohormigoneros o equipos agitadores	Cada equipo debe tener adosado en un lugar destacado, una placa metálica que indique claramente el volumen bruto del tambor o contenedor, la capacidad del tambor o contenedor expresada como volumen máximo de hormigón fresco y las velocidades de rotación máxima y mínima del tambor o de las paletas, según corresponda. Asimismo, cada equipo debe estar equipado con elementos con los cuales se pueda verificar rápidamente el número de giros del tambor o de las paletas, según corresponda.

#### 502.4.4. Posicionamiento de Pasadores y/o Barras de Unión

Los equipos automáticos de inserción de pasadores y/o barras de unión deben ajustarse a los requisitos que se indican en el cuadro 502-13.

CUADRO 502-13	
REQUISITOS QUE DEBE CUMPLIR EQUIPO AUTOMÁTICO DE INSERCIÓN DE PASADORES Y/O BARRAS DE UNIÓN	
Características	Requisitos
Posición	El insertor automático debe ser capaz de realizar la inserción de pasadores y/o barras de unión en el hormigón fresco de acuerdo a las tolerancias establecidas en la presente especificación técnica, sin que la pavimentadora se detenga o interrumpa su avance uniforme.
Vibración	El insertor automático de pasadores debe contar con un dispositivo vibratorio que facilite la introducción de pasadores en la mezcla previamente compactada, y el cierre de la impronta provocada por la inserción.
Demarcación	El equipo debe contar con un dispositivo que señale automáticamente el sitio donde se realiza la inserción mediante dos marcas inequívocas a ambos lados de la faja en construcción, en coincidencia con el eje de la junta, a fin de garantizar que las juntas queden centradas sobre ellos con una tolerancia máxima de cincuenta milímetros ( $\pm 25$ mm) respecto de la posición real.
Corrección de irregularidades	Tras su paso, deben corregirse las irregularidades producidas en el hormigón fresco, para lo cual debe encontrarse provisto de una viga oscilante u otro dispositivo mecánico automático similar que corrija la impronta originada por la inserción.

#### 502.4.5. Canastos u Otros Dispositivos

En el caso de realizar la inserción de pasadores y/o barras de unión mediante canastos, los mismos deben ser de acuerdo al:

- **Anexo I.** Canasto de Pasadores
- **Anexo II.** Canasto de Barras de Unión.

En el caso que el Contratista proponga otros dispositivos de sujeción para la colocación de pasadores o barras de unión, los mismos deben garantizar igual o superior estabilidad respecto a los canastos especificados. Asimismo, dicho dispositivos deben ser previamente aprobados por el Supervisor de Obra.

#### 502.4.6 Moldes

Los moldes para los encofrados de las losas de hormigón deben ajustarse a los requisitos indicados en el cuadro 502-14.



<b>CUADRO 502-14</b>	
<b>REQUISITOS QUE DEBEN CUMPLIR LOS MOLDES ENCOFRADOS DE LAS LOSAS DE HORMIGÓN</b>	
<b>Característica</b>	<b>Requisitos</b>
Cantidad	La cantidad y tipo de moldes debe ser acorde al tamaño y forma de las losas a ejecutar y al volumen de producción de la planta, de modo de no frenar el proceso de dosificación, elaboración y colocación.
Tamaño y Tolerancias	<p>El ancho de la base del molde debe ser superior a tres cuartos (<math>\frac{3}{4}</math>) de la altura. La longitud del molde debe ser superior a tres (3) metros.</p> <p>La deformación de la cara superior debe ser inferior a un (1) milímetro por cada tres (3) metros.</p> <p>La deformación (flecha) de la cara lateral del molde debe ser inferior a seis (6) milímetros por cada tres (3) metros.</p> <p>En el caso de que el molde deba soportar el peso de un equipo o terminadora, el espesor de la chapa debe ser mayor a setenta y nueve décimas de centímetro (7,9 mm).</p>
Unión de secciones	El dispositivo de unión de secciones o unidades debe ser tal que impida todo movimiento o juego en tales puntos de unión durante el paso del equipo de distribución del hormigón.
Curvas horizontales	<p>En curvas con radios menores o iguales a treinta (30) metros se deben emplear moldes curvados con radios adecuados.</p> <p>No se deben utilizar moldes de madera en aquellos sectores en que se deba apoyar la regla vibradora, u otro equipo de compactación o terminación autopulsado. Sólo pueden utilizarse moldes de madera para contener al hormigón, siempre que se acompañe por fuera con un molde metálico que sirva de apoyo a la regla o equipo utilizado.</p>
Limpieza	Los moldes se deben encontrar limpios, sin restos de hormigón endurecido y lubricados, debiéndose descartar y/o reparar aquellos moldes que presenten abolladuras o defectos.

#### **502.4.7. Vibradores**

El tipo y las características de los equipos de vibración deben ser acordes al tipo de hormigón, espesor de la capa que se debe compactar, y al nivel de producción (ritmo de trabajo).

##### *502.4.7.1 Vibradores de Inmersión*

Los vibradores de inmersión deben ajustarse a los requisitos indicados en el cuadro 502-15.

<b>CUADRO 502-15</b>	
<b>REQUISITOS QUE DEBEN CUMPLIR LOS VIBRADORES DE INMERSIÓN</b>	
<b>Características</b>	<b>Requisitos</b>
Cantidad	Además de los vibradores necesarios para garantizar una adecuada compactación del hormigón, se debe contar con un equipo adicional de repuesto.
Masa y vibración	<p>La masa del elemento vibrante, como así también la frecuencia y amplitud de vibración, debe ser tal que produzca un efecto fluidificante que permita eliminar el aire atrapado, vacíos u oquedades y densificar el hormigón, sin que se produzca segregación de ninguno de sus componentes.</p> <p>El diámetro mínimo de la aguja vibrante debe ser de 25 mm.</p> <p>La frecuencia mínima de vibrado debe ser de once mil revoluciones por minuto (11000 rpm) para vibradores de accionamiento eléctrico; y ocho mil revoluciones por minuto (8000 rpm) para los vibradores de accionamiento neumático.</p>

**502.4.7.2. Viga, Regla Vibradora o Vibrador de Superficie**

Las vigas o reglas vibradoras deben ajustarse a los requisitos indicados en el cuadro 502-16

<b>CUADRO 502-16</b>	
<b>REQUISITOS QUE DEBEN CUMPLIR LAS VIGAS O REGLAS VIBRADORAS</b>	
<b>Característica</b>	<b>Requisitos</b>
Vibración	La frecuencia y amplitud de vibración, debe ser tal que produzca un efecto fluidificante que permita eliminar el aire atrapado y densificar el hormigón, sin que se produzca segregación de ninguno de sus componentes.
Apoyo y avance	La viga, regla vibradora o vibrador de superficie se debe apoyar sobre los moldes laterales. Debe contar con malacates u otro dispositivo en ambos extremos que permita lograr un avance uniforme y parejo en toda la sección.

**502.4.8. Terminadora de Rodillos**

Las terminadoras de rodillos deben ajustarse a los requisitos indicados en el cuadro 502-17

<b>CUADRO 502-17</b>	
<b>REQUISITOS QUE DEBEN CUMPLIR LAS TERMINADORAS DE RODILLOS</b>	
<b>Características</b>	<b>Requisitos</b>
Terminadora de rodillos	La terminadora debe ser autopropulsada y debe desplazarse montada sobre los moldes laterales o contar con encofrados deslizantes. El equipo debe contar con al menos dos (2) rodillos metálicos para la terminación superficial del hormigón, los cuales pueden operar en sentido transversal o longitudinal a la dirección de pavimentación.

#### 502.4.9. Pavimentadora de Encofrados Deslizantes

Las pavimentadoras de encofrados deslizantes deben ajustarse a los requisitos indicados en el cuadro 502-18

CUADRO 502-18	
REQUISITOS QUE DEBEN CUMPLIR LAS TERMINADORAS DE ENCOFRADOS DESLIZANTES	
Característica	Requisitos
Guiado	La pavimentadora debe disponer de un sistema de guía por cable o de sistemas de guiado tridimensional, debiendo actuar los servomecanismos correctores apenas las desviaciones de la pavimentadora rebasen tres milímetros ( $\pm 3$ mm) en alzado, o diez milímetros ( $\pm 10$ mm) en planta.
Compactación	La pavimentadora debe poder compactar adecuadamente el hormigón fresco en todo el ancho de pavimentación, mediante vibración interna aplicada por elementos dispuestos de forma uniforme con una separación comprendida entre trescientos cincuenta y quinientos milímetros (350 a 500 mm). La separación entre el centro del vibrador extremo y la cara interna del encofrado correspondiente no debe exceder de ciento cincuenta milímetros (150 mm). Los vibradores internos utilizados deben poder trabajar en un intervalo de frecuencias de vibración comprendido entre siete mil y doce mil revoluciones por minuto (7 000 a 12 000 rpm).
Terminación e inserción de pasadores y/o barras de unión	En el caso que el equipo pavimentador cuente con dispositivos automáticos para las tareas de terminación (fratás automático) o de inserción de barras (insertor automático de pasadores o barras de unión), los mismos deben cumplir con los requisitos establecidos en los <i>Puntos 502.4.10. Fratases</i> y <i>502.4.4. Insertor automático</i> , respectivamente. Se debe verificar su correcta calibración, verificando que el equipo entrega la calidad de terminación requerida y que las barras se encuentran insertadas en el hormigón de acuerdo a las tolerancias establecidas en las especificaciones técnicas.

#### 502.4.10 Fratases

Los fratases deben ajustarse a los requisitos indicados en el cuadro 502-19

CUADRO 502-19	
REQUISITOS QUE DEBEN CUMPLIR LOS FRATASES	
Característica	Requisitos
Fratases	El largo de la hoja de cada fratás debe ser de cómo mínimo de un metro y medio (1,5 m) y un ancho mínimo de quince centímetros (15 cm).  Los fratases deben ser de material metálico liviano (preferentemente aluminio o magnesio) y deben poder cambiar el ángulo de ataque para avanzar o retroceder en la operación de pasaje transversal sobre la calzada.

**502.4.11 Equipos para el Texturizado**

Los equipos para el texturizado deben ajustarse a los requisitos indicados en el cuadro 502-20

CUADRO 502-20	
REQUISITOS QUE DEBEN CUMPLIR LOS EQUIPOS PARA EL TEXTURIZADO	
Característica	Requisitos
Equipos para el texturizado	El equipo para el texturizado será de arrastre o autopropulsado. El mismo debe ejercer una presión constante sobre toda la superficie de hormigón fresco, logrando una textura pareja y uniforme de toda la sección del hormigón.

**502.4.12. Equipos para la Distribución del Compuesto de Curado**

*502.4.12.1 Equipos Autopropulsados*

Los equipos para la distribución de compuesto de curado autopropulsados deben ajustarse a los requisitos indicados en el cuadro 502-21.

CUADRO 502-21	
REQUISITOS QUE DEBEN CUMPLIR LOS EQUIPOS DE DISTRIBUCIÓN DEL COMPUESTO DE CURADO AUTOPROPULSADOS	
Característica	Requisitos
Equipos para la distribución del compuesto de curado autopropulsados	Los equipos utilizados en la distribución superficial del compuesto de curado deben asegurar una distribución continua y uniforme de la película aplicada, así como la ausencia de zonas deficitarias en dotación, tanto en la superficie como en los bordes laterales de las losas. Además, deben ir provistos de dispositivos que proporcionen una adecuada protección del producto pulverizado contra el viento. El tanque de almacenamiento del producto debe contar con un dispositivo que lo mantenga en continua agitación durante su aplicación.

*502.4.12.2 Puentes de Distribución de Compuestos de Curado*

Los equipos tipo puente de distribución para la distribución del compuesto de curado deben ajustarse a los requisitos indicados en el cuadro 502-22.

CUADRO 502-22	
REQUISITOS QUE DEBEN CUMPLIR LOS EQUIPOS DE DISTRIBUCIÓN DEL COMPUESTO DE CURADO TIPO PUENTE DE DISTRIBUCIÓN	
Característica	Requisitos
Puentes para la distribución del compuesto de curado	El puente de curado debe estar montado sobre ruedas de accionamiento mecánico o propulsado de forma manual. El equipo debe contar con picos pulverizadores distribuidos en toda la sección de hormigón y con una bomba con motor para la presurización del circuito de distribución del compuesto.

*502.4.12.3 Equipos para Distribución del Compuesto de Curado Tipo Pulverizadores*

Los equipos para la distribución del compuesto de curado tipo pulverizadores deben ajustarse a los requisitos indicados en el cuadro 502-23.

<b>CUADRO 502-23</b>	
<b>REQUISITOS QUE DEBEN CUMPLIR LOS EQUIPOS DE DISTRIBUCIÓN DEL COMPUESTO DE CURADO TIPO PULVERIZADORES</b>	
<b>Característica</b>	<b>Requisitos</b>
Cantidad	Se debe contar con el número de pulverizadores, en perfecto estado de funcionamiento, que permita seguir el ritmo de ejecución establecido. Dicho número de equipos nunca puede ser inferior a dos (2).  Adicionalmente al número de equipos para la normal ejecución de los trabajos, se debe contar con un equipo adicional en las instalaciones del obrador.
Pulverizadores para la distribución del compuesto de curado	Los equipos utilizados en la distribución superficial del compuesto de curado deben asegurar una distribución continua y uniforme de la película aplicada.

*502.4.12.4 Puente para la Extensión de Membranas de Curado y Protección*

Los equipos tipo puente para la extensión de membranas de curado y protección deben ajustarse a los requisitos indicados en el cuadro 502-24.

<b>CUADRO 502-24</b>	
<b>REQUISITOS QUE DEBEN CUMPLIR LOS EQUIPOS PARA LA EXTENSIÓN DE MEMBRANAS DE CURADO Y PROTECCIÓN</b>	
<b>Característica</b>	<b>Requisitos</b>
Puentes para la extensión de membranas de curado y protección	El puente de extensión debe estar montado sobre ruedas de accionamiento mecánico o propulsado de forma manual. El equipo debe contar con un rollo en sentido transversal, adosado a una manivela que permita desenrollar la membrana sobre el pavimento, sin arrastrar sobre la superficie del mismo.

**502.4.13 Puente de Trabajo**

El puente de trabajo debe ajustarse a los requisitos indicados en el cuadro 502-25.

<b>CUADRO 502-25</b>	
<b>REQUISITOS QUE DEBEN CUMPLIR LOS PUENTES DE TRABAJO</b>	
<b>Característica</b>	<b>Requisitos</b>
Cantidad	Se debe contar con al menos un (1) puente de trabajo, cuando el ancho del pavimento supere los cuatro metros (4 m) de ancho.
Puentes para la extensión de membranas de curado y protección	El puente debe conformar una superficie estable de trabajo, permitiendo el acceso todo el ancho de la faja pavimentada. Puede encontrarse montado sobre ruedas o apoyos fijos.

**502.4.14. Equipos para el Aserrado de Juntas**

Los equipos para el aserrado de juntas (transversales y longitudinales) deben ajustarse a los requisitos indicados en el cuadro 502-26.

<b>CUADRO 502-26</b>	
<b>REQUISITOS QUE DEBEN CUMPLIR LOS EQUIPOS DE ASERRADO DE JUNTAS</b>	
<b>Características</b>	<b>Requisitos</b>
Cantidad	Se debe contar con el número de equipos de aserrado, en perfecto estado de funcionamiento, que permita cortar las juntas en las dimensiones requeridas en las especificaciones técnicas, siguiendo el ritmo de ejecución establecido y acorde a las condiciones climáticas imperantes. Dicho número de equipos nunca puede ser inferior a dos (2).  Adicionalmente al número de equipos para la normal ejecución de los trabajos, se debe contar con un equipo de aserrado adicional en las instalaciones del obrador.
Equipos para el aserrado de juntas	Las aserradoras deben ser autopropulsadas, las mismas deben tener una potencia mínima de dieciocho caballos de fuerza (18 CV).  El espesor de los discos de corte debe ser de dos milímetros a seis milímetros (2 mm – 6 mm).  Las sierras para juntas longitudinales deben estar dotadas de una guía de referencia que asegure la distancia a los bordes del pavimento.

#### 502.4.15. Equipos para el Sellado de Juntas

Los equipos para el sellado de juntas deben ajustarse a los requisitos indicados en el cuadro 502-27.

CUADRO 502-27	
REQUISITOS QUE DEBEN CUMPLIR LOS EQUIPOS PARA EL SELLADO DE JUNTAS	
Característica	Requisitos
Compresor de aire	El compresor de aire debe tener una capacidad de tanque igual o superior a cien litros (100 lt) y una presión de trabajo igual o superior a cinco bar (5 bar – 0,5 MPa).
Arenador	El arenador debe tener una capacidad de tanque igual o superior a cincuenta litros (50 lt) y una presión de trabajo igual o superior a cinco bar (5 bar – 0,5 MPa).
Hidrolavadora	La hidrolavadora debe tener presión de trabajo de agua regulable de cinco bar (5 bar – 0,5 MPa) a diez bar (10 bar – 1,0 MPa).
Equipo aplicador	El equipo aplicador del cordón de respaldo y del material de sello deben ser capaces de realizar la colocación en la posición requerida. Asimismo, deben ser capaces de alimentar continuamente el compuesto a presión y deben llenar completamente el ancho de la junta, en el espesor requerido, sin discontinuidades ni formación de vacíos de aire atrapado.
Equipo para el calentamiento	El equipo para selladores aplicados en caliente debe tener una caldera de doble tanque, cuyo tanque interior cuente con un agitador que ayude a la distribución del calor en forma pareja. El equipo debe ser capaz de alcanzar y mantener la temperatura requerida. Las mangueras y los tubos de aplicación deben contar con aislamiento térmico desde la caldera hasta la boquilla de eyección.

#### 502.5 ACEPTACIÓN

Se aplicara, en lo que proceda, lo estipulado en el artículo 501.5 .

#### 502.6 MÉTODO DE MEDICIÓN

La ejecución de las capas de hormigón consideradas en el presente documento se mide en metros cuadrados (m<sup>2</sup>) ejecutados. Los valores surgen del producto entre la longitud de cada tramo de camino por el ancho establecido para el mismo.

Al área resultante se le debe aplicar, si los hubiese, los descuentos por penalidades y bonos adicionales; estos son acumulativos.

**502.7 BASES PARA EL PAGO**

La dosificación, elaboración, transporte, colocación (del hormigón, de pasadores y/o barras de unión y/o de mallas de acero), terminación, texturizado, curado, protección y aserrado de la capa de hormigón se paga por metro cuadrado de superficie terminada, medida en la forma establecida en el inciso 502.6, a los precios unitarios de contrato para los ítems respectivos.

Estos precios son compensación total por las siguientes tareas:

- Barrido y soplado de la superficie a recubrir.
- La provisión, carga, transporte, descarga y acopio de los agregados.
- La provisión, carga, transporte, descarga y acopio de los cementos y adiciones minerales.
- La provisión, carga, transporte, descarga y acopio de los aditivos, fibras u otros materiales en pellets a incorporar.
- La provisión, carga, transporte, descarga y acopio de las barras de acero.
- La provisión, carga, transporte, descarga y acopio del agua de mezclado.
- El proceso de dosificación y elaboración del hormigón.
- Los procesos involucrados en la carga, transporte, descarga, colocación (del hormigón, de pasadores y/o barras de unión y/o de mallas de acero), compactación, curado, protección y aserrado del hormigón.
- Las posibles correcciones de los defectos constructivos.
- La señalización y conservación de los desvíos durante la ejecución de los trabajos.
- Todo otro trabajo, mano de obra, equipo o material necesario para la correcta ejecución y conservación del ítem según lo especificado.

No se pagarán los sobrecostos, los aumentos de espesor por corrección de mermas en capas subyacentes, ni los aumentos de espesor por correcciones superficiales.

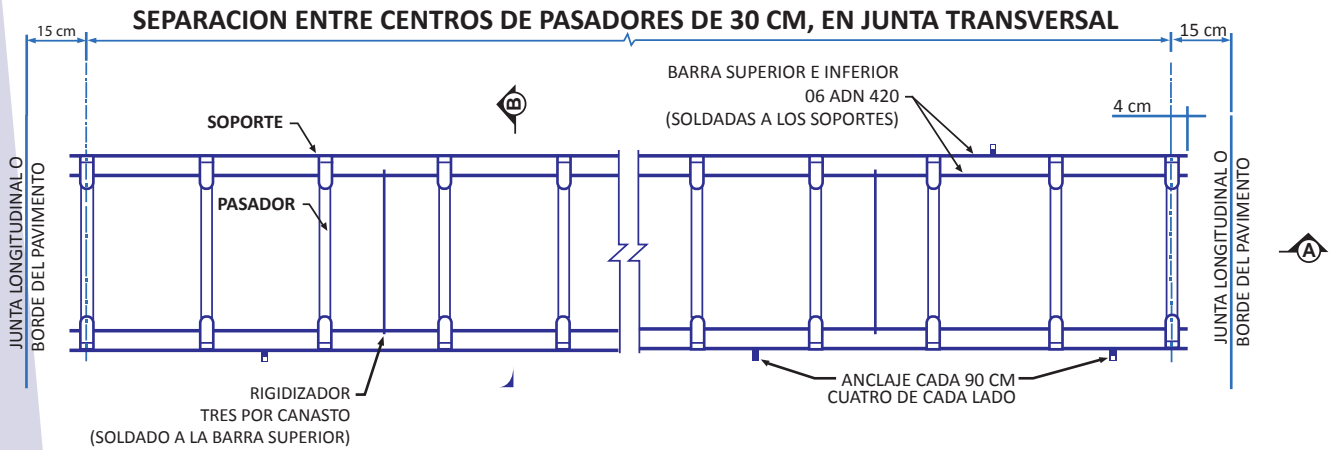
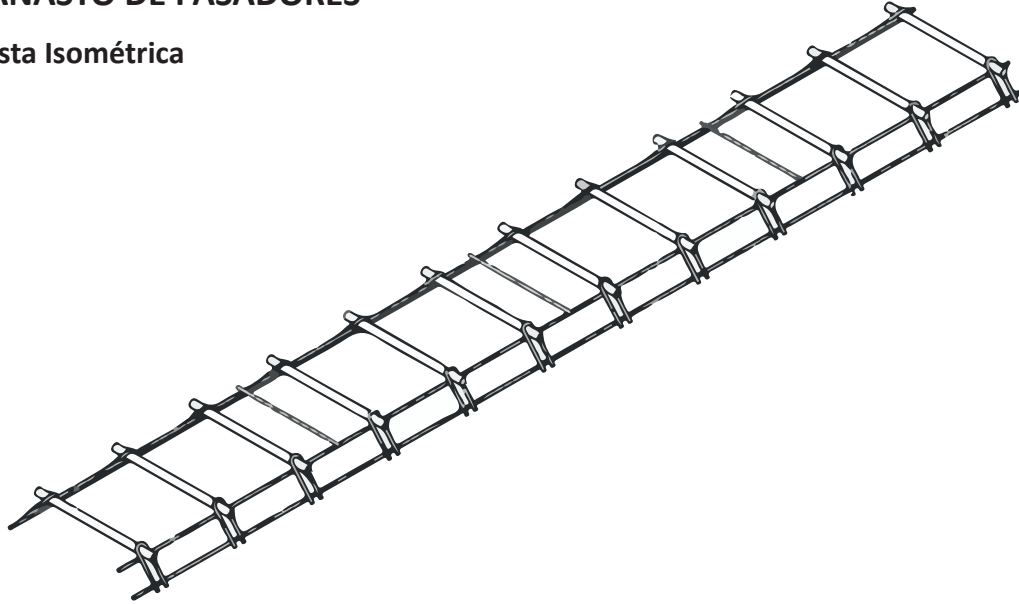
Ítem	Concepto de Pago	Unidad de Medida
502,1	Pavimento de Hormigón – Hormigón Reciclado, _____ mm de espesor.	Metro Cuadrado
502,2	Pavimento de Hormigón – Hormigón Reciclado, _____ mm de espesor.	Metro Cuadrado



# ANEXO I

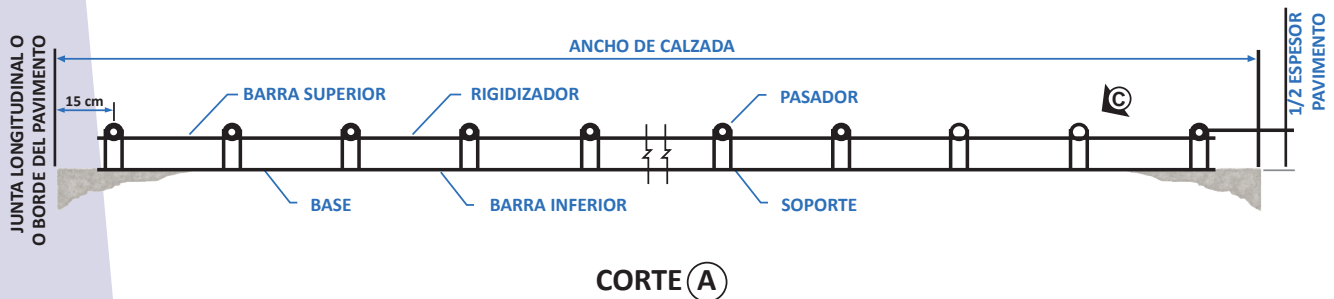
## CANASTO DE PASADORES

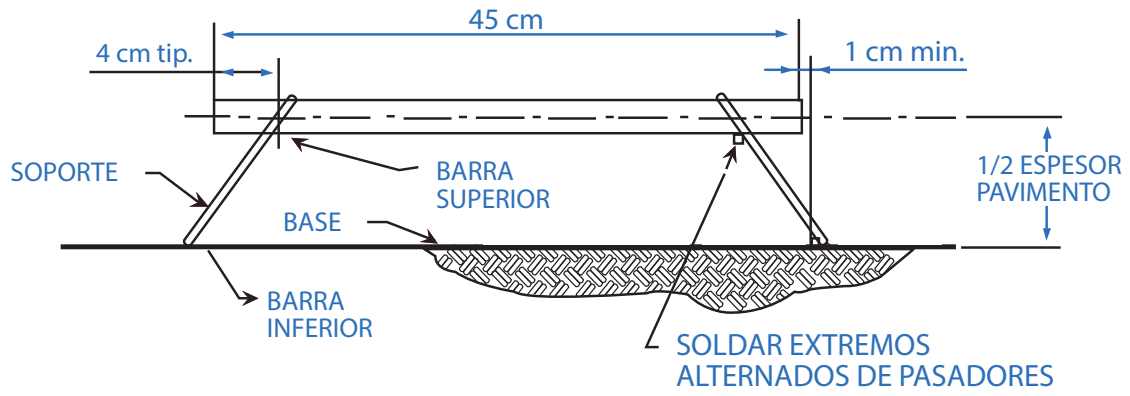
Vista Isométrica



## CANASTO DE PASADORES

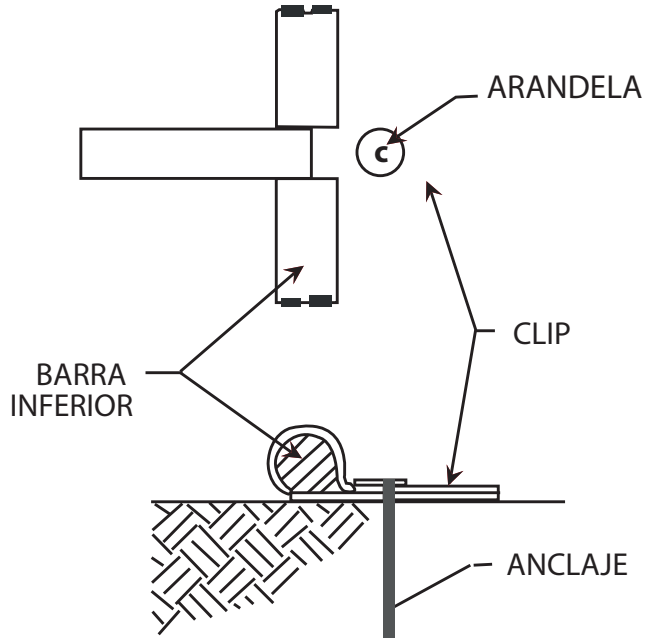
VISTA EN PLANTA



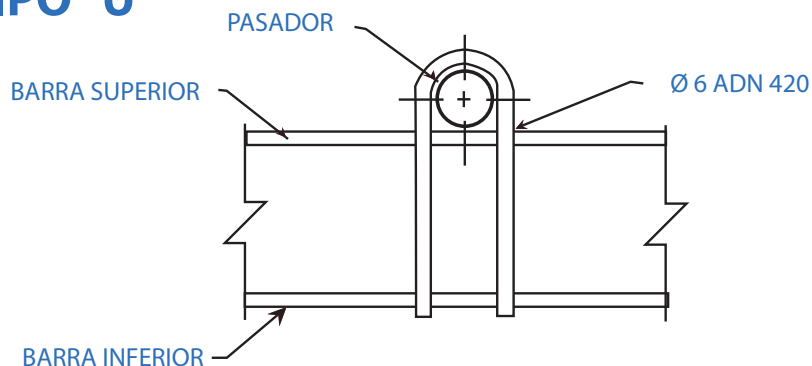


### CORTE (B)

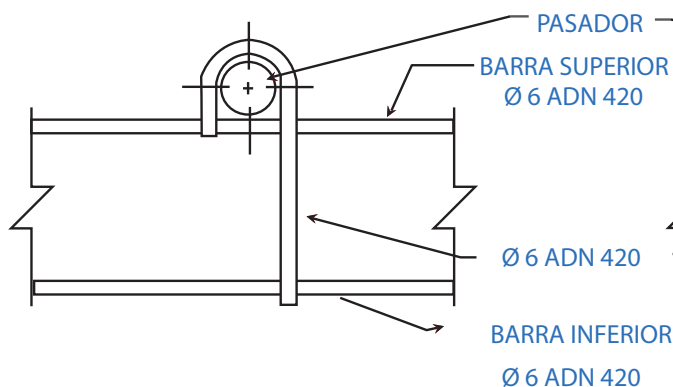
### DETALLE ANCLAJES



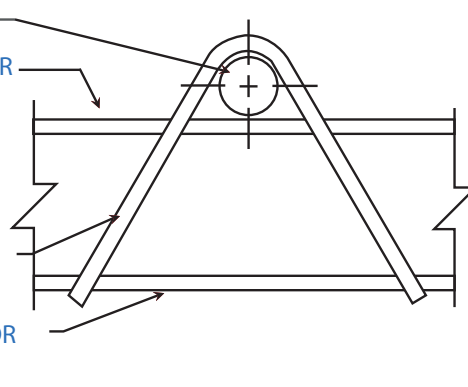
## SOPORTE TIPO "U"



## SOPORTE TIPO "J"



## SOPORTE TIPO "V"



### DETALLE **(C)** SOPORTES

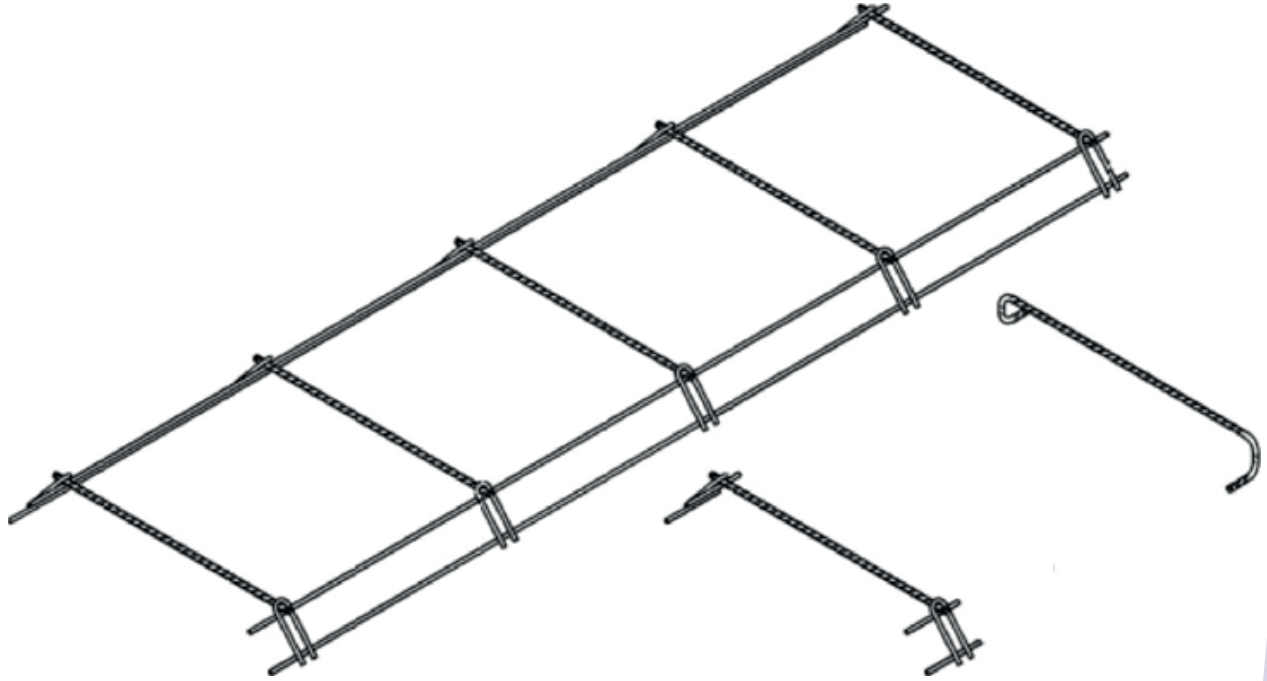
#### NOTAS

1. Pueden utilizarse los soportes tipo "U", "J", "Y", "V".
2. Los diámetros de barras indicados son los mínimos requeridos.
3. Todas las intersecciones entre barras deben ser soldadas.
4. El canasto debe sujetarse firmemente a la base.
5. Las barras de unión deben sostenerse firmemente en el canasto. Pueden soldarse arriba o firmemente en el canasto. Pueden soldarse arriba o abajo.

## ANEXO II.

### CANASTO DE BARRAS DE UNIÓN PARA LA INSTALACIÓN DE PASADORES Y BARRAS DE UNIÓN

#### VISTA ISOMÉTRICA

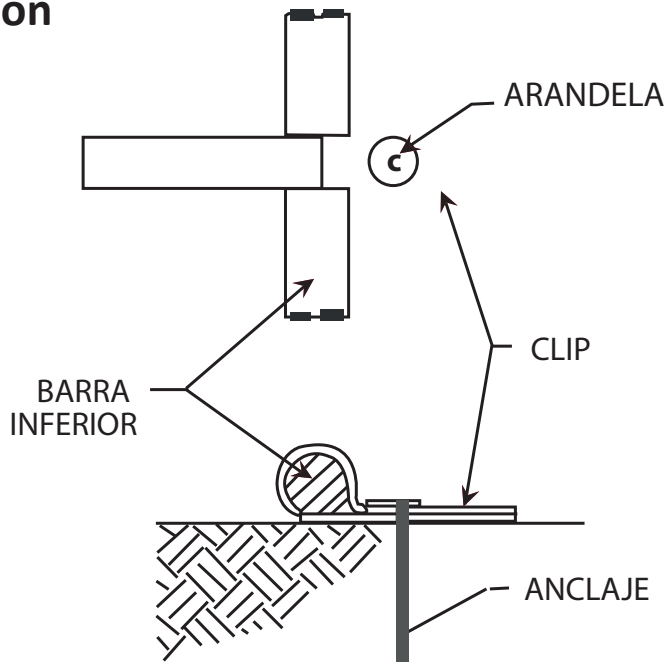


ADA

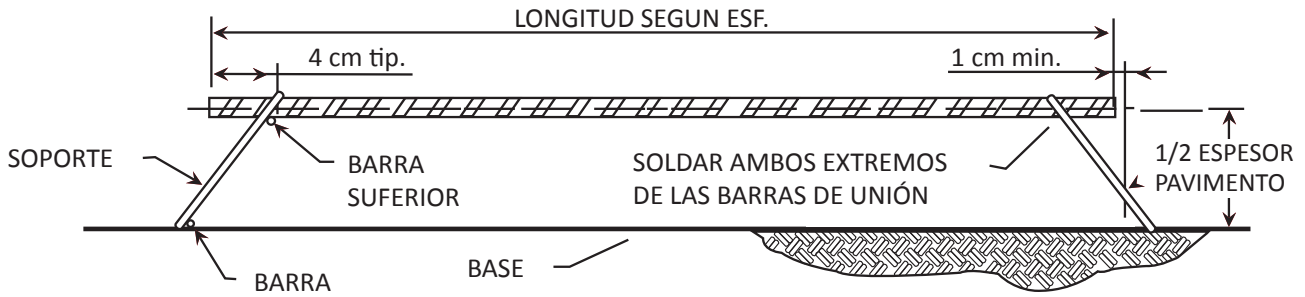
CORTE A

#### Canasto de Barras de Unión

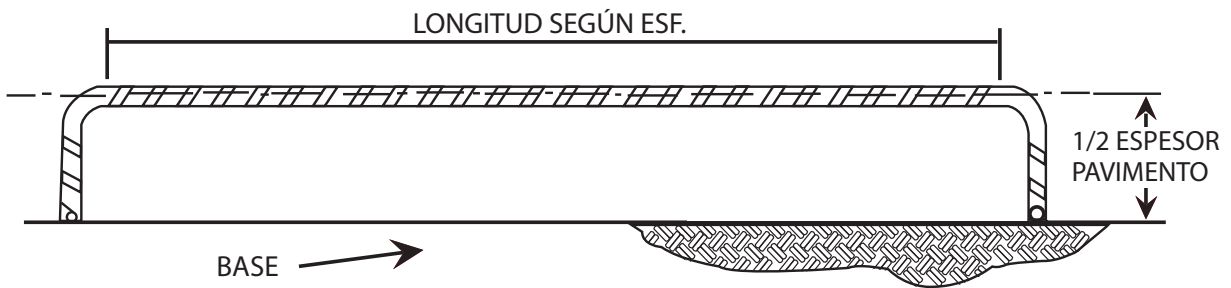
#### DETALLE ANCLAJES



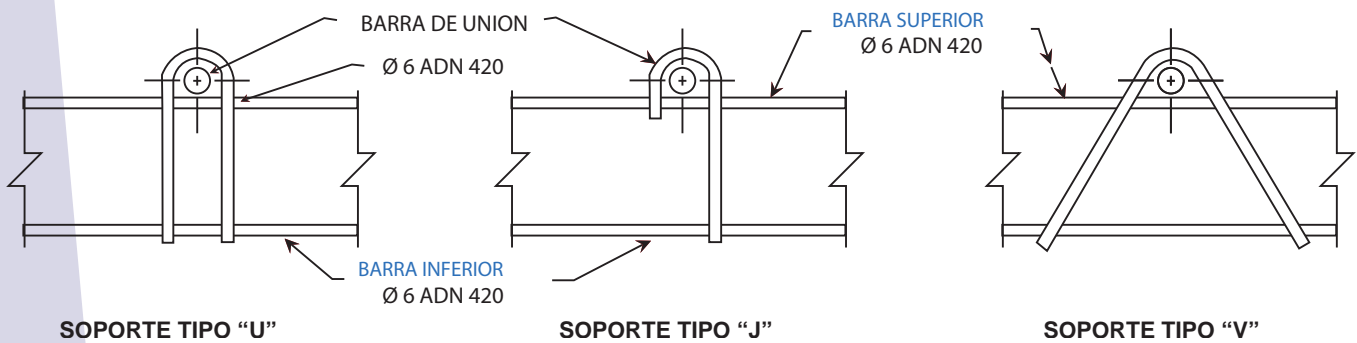
## CORTE B



## VISTA C



## DETALLE C SOPORTES

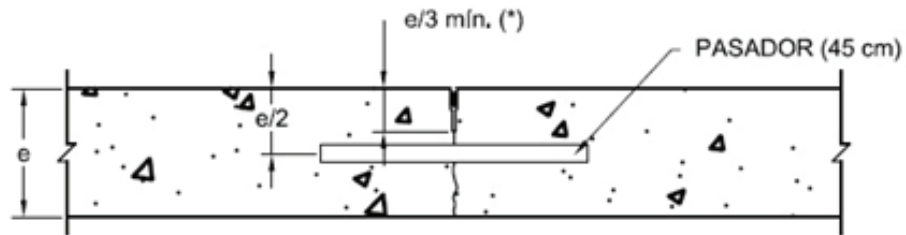


### NOTAS

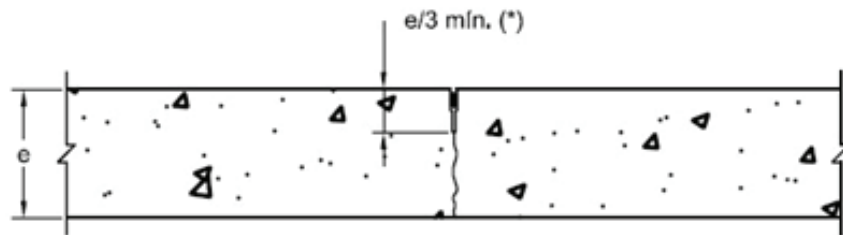
1. Pueden utilizarse los soportes tipo "U", "J", "Y", "V".
2. Los diámetros de barras indicados son los mínimos requeridos.
3. Todas las intersecciones entre barras deben ser soldadas.
4. El canasto debe sujetarse firmemente a la base.
5. Las barras de unión deben sostenerse firmemente en el canasto. Pueden soldarse arriba o firmemente en el canasto. Pueden soldarse arriba o abajo.

## ANEXO III

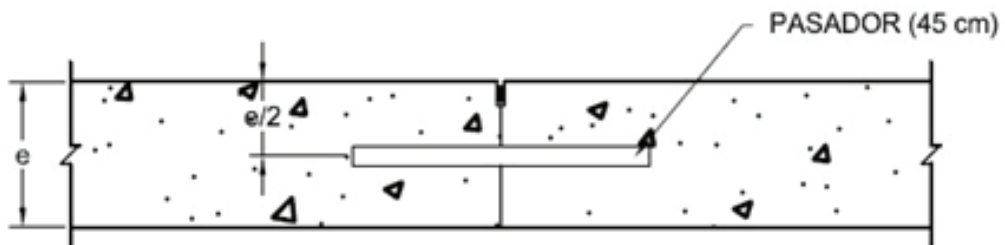
### TIPOS DE JUNTAS EN PAVIMENTOS DE HORMIGÓN.



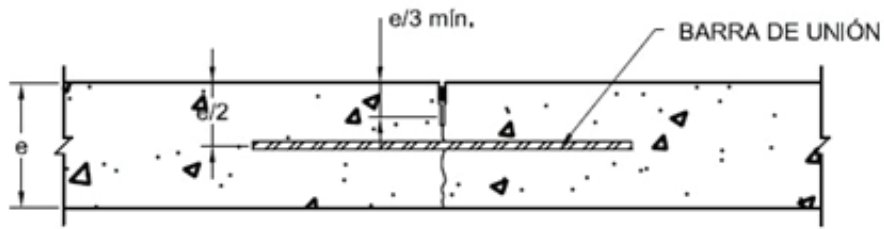
**TIPO A-1**  
**JUNTA TRANSVERSAL DE CONTRACCIÓN**  
**con pasadores**



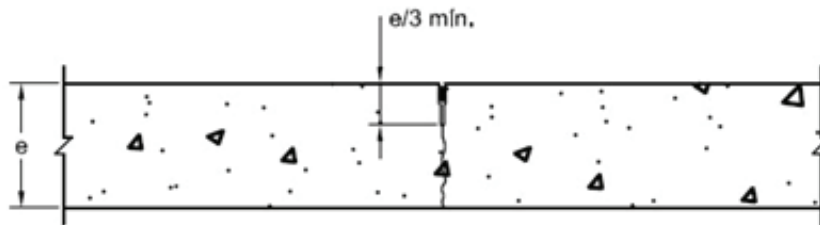
**TIPO A-2**  
**JUNTA TRANSVERSAL DE CONTRACCIÓN**  
**sin pasadores**



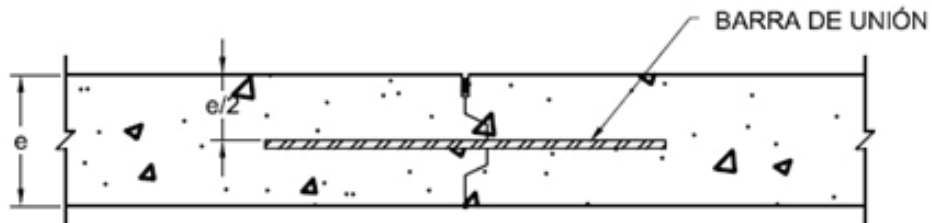
**TIPO B**  
**JUNTA TRANSVERSAL DE CONSTRUCCIÓN**



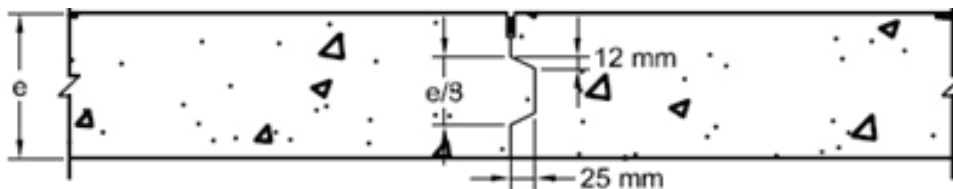
**TIPO C-1**  
**JUNTA LONGITUDINAL DE CONTRACCIÓN O ARTICULACIÓN**  
**con barras de unión**



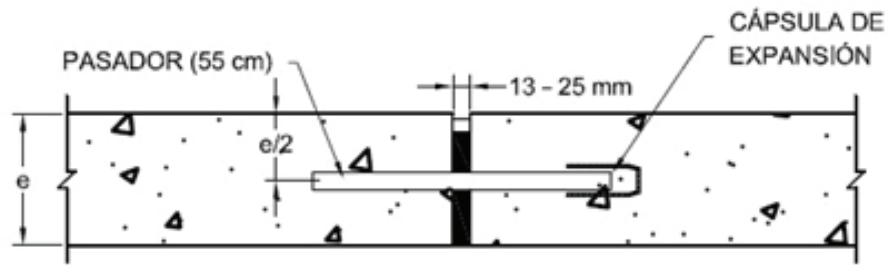
**TIPO C-2**  
**JUNTA LONGITUDINAL DE CONTRACCIÓN O ARTICULACIÓN**  
**sin barras de unión**



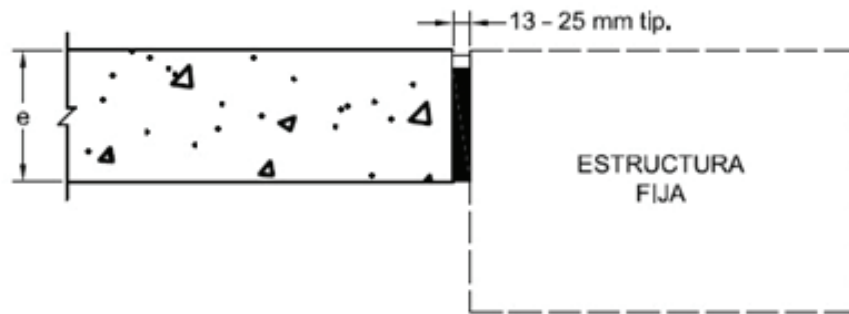
**TIPO D-1**  
**JUNTA LONGITUDINAL DE CONSTRUCCIÓN O ENSAMBLADA**  
**con barras de unión**



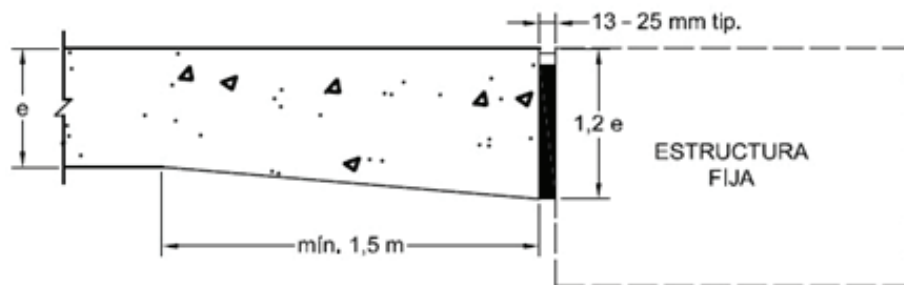
**TIPO D-2**  
**JUNTA LONGITUDINAL DE CONSTRUCCIÓN**  
**O ENSAMBLADA DE BORDES LIBRES**  
**sin barras de unión**



**TIPO E**  
**JUNTA TRANSVERSAL DE DILATACIÓN O EXPANSIÓN**

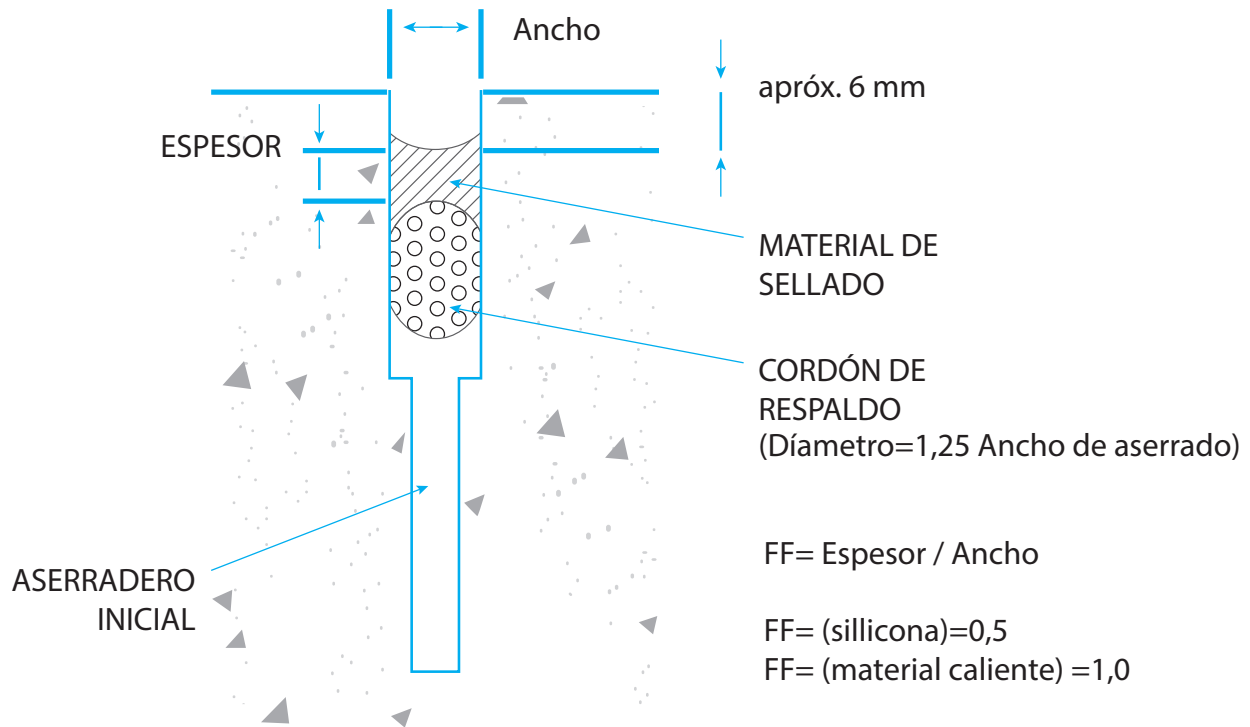


**TIPO F-1**  
**JUNTA DE AISLACIÓN**



**TIPO F-2**  
**JUNTA DE AISLACIÓN CON**  
**SOBRE-ESPESOR**



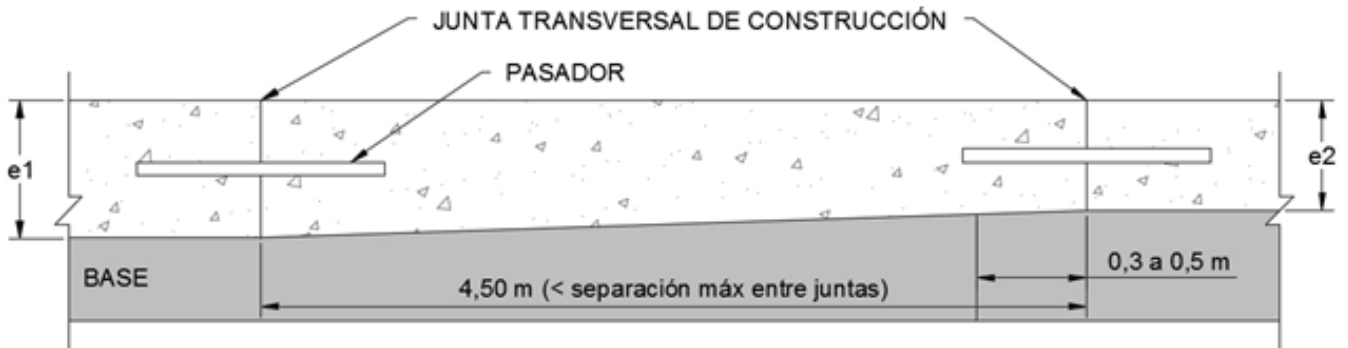


## SELLADO DE JUNTAS DE CONTRACCIÓN Y CONSTRUCCIÓN

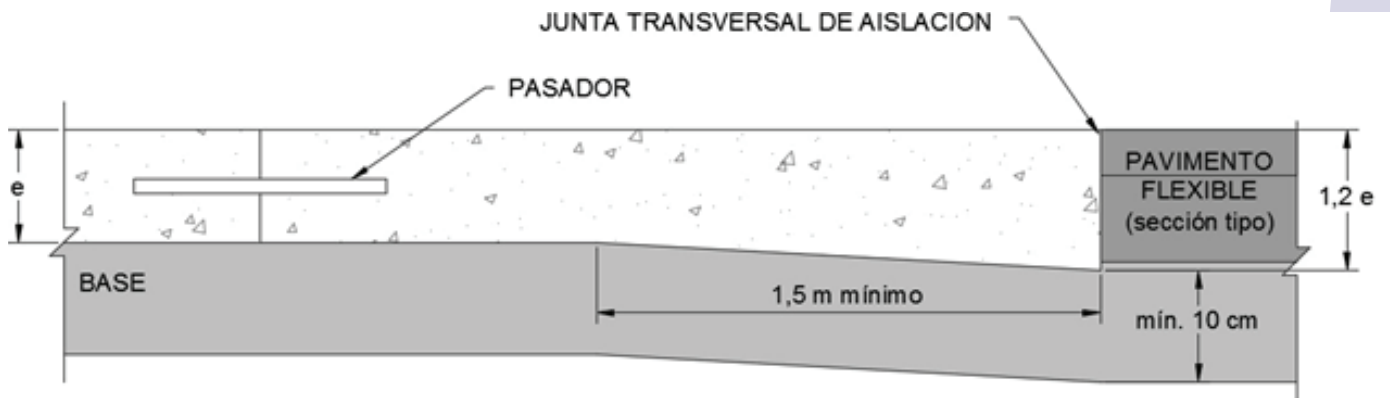
(\*) NOTA: Para pavimentos contruidos sobre bases granulares o no tratadas, la profundidad mínima de aserrado es de  $e/4$ ,

# ANEXO IV

## TRANSICIONES

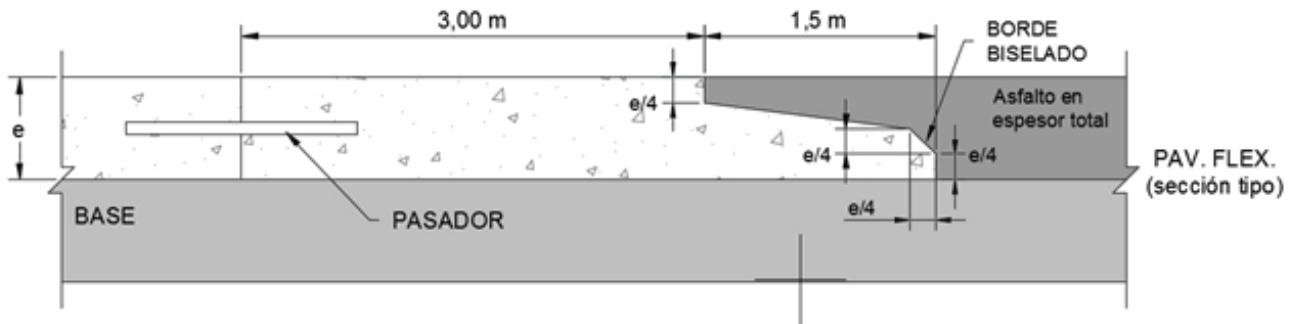


### PAVIMENTOS DE HORMIGÓN SIMPLE DE DISTINTO ESPESOR

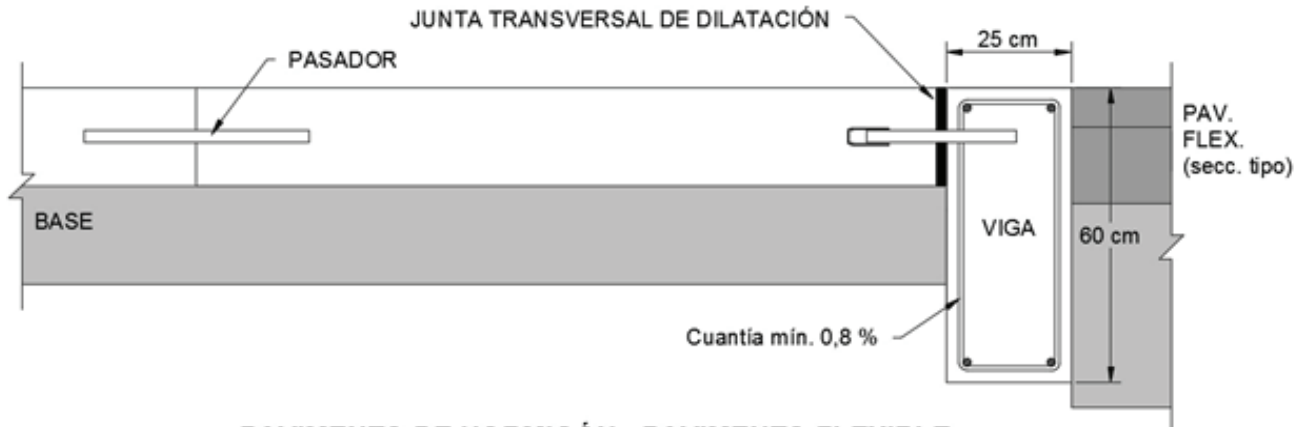


### PAVIMENTO DE HORMIGÓN - PAVIMENTO FLEXIBLE

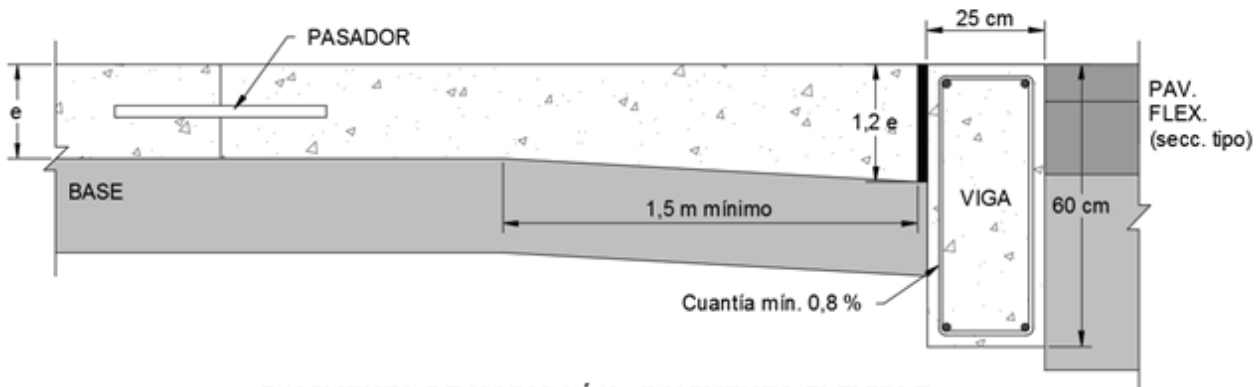
Bajo volúmen de tránsito pesado - con sobre-espesor



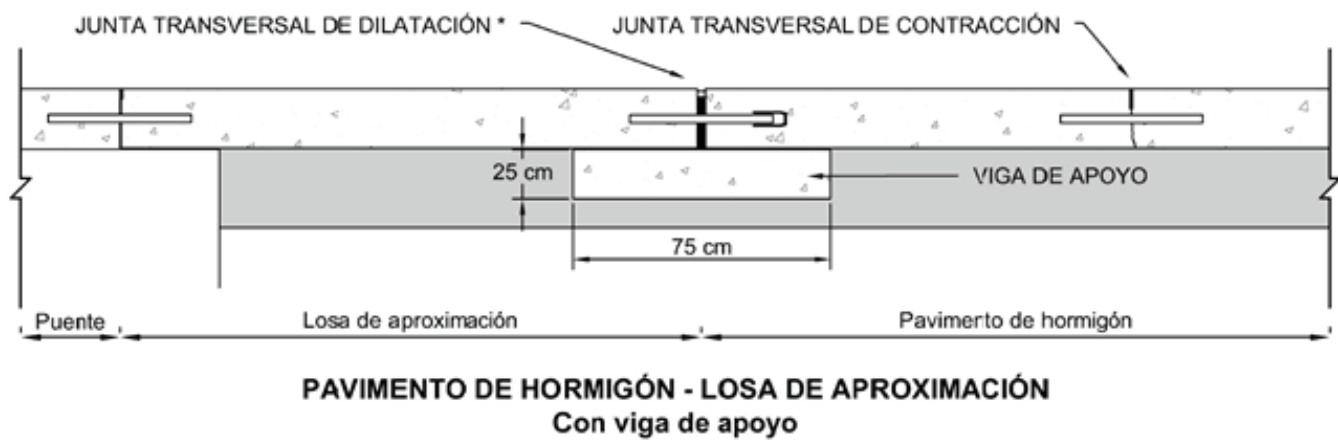
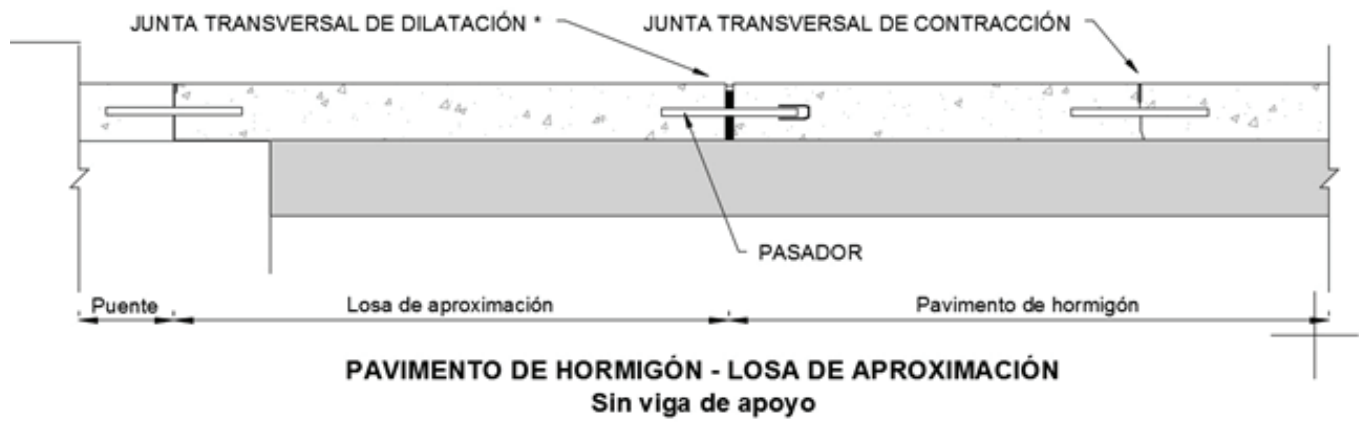
**PAVIMENTO DE HORMIGÓN - PAVIMENTO FLEXIBLE**  
Bajo volúmen de tránsito pesado - con losa de transición



**PAVIMENTO DE HORMIGÓN - PAVIMENTO FLEXIBLE**  
Alto volúmen de tránsito pesado - losa y viga vinculadas



**PAVIMENTO DE HORMIGÓN - PAVIMENTO FLEXIBLE**  
Alto volúmen de tránsito pesado - losa y viga no vinculadas



## **SECCIÓN 503** **PAVIMENTO DE HORMIGON CON FIBRAS**

### **503.1 DESCRIPCIÓN**

Un hormigón reforzado con fibras (HRF) es aquél que incluye en su composición fibras cortas, discretas y aleatoriamente distribuidas en su masa. Esta tecnología del hormigón se aplica tanto con fines estructurales (como en la sustitución total o parcial de la armadura) como no estructurales.

Las fibras consisten en elementos de corta longitud y pequeña sección que son incorporados a su masa con el objetivo de mejorar algunas de sus prestaciones, tanto en estado fresco como una vez endurecido

El empleo de hormigón reforzado con fibras de acero en soleras y pavimentos permite separar más las juntas (incluso eliminarlas), reducir el espesor y prolongar la vida útil, que puede superar de cinco a ocho veces la de los pavimentos tradicionales

### **503.2 MATERIALES**

#### **503.2.1 Fibras sintéticas**

Las fibras de polipropileno, nylon y poliéster, principalmente utilizadas para reducir la fisuración por contracción del hormigón, ofrecen otros beneficios.

Las fibras utilizadas como refuerzo son incoloras, de entretejido miniatura de malla de una película de polipropileno virgen, las cuales se distribuyen en forma uniforme en la mezcla del hormigón. Fotos 1y 2.

Para ser considerado como refuerzo secundario, un volumen de fibra de 0.1 % es el mínimo requerido. El propileno a un grado de dosificación de 900 g por metro cúbico cubre este requerimiento.

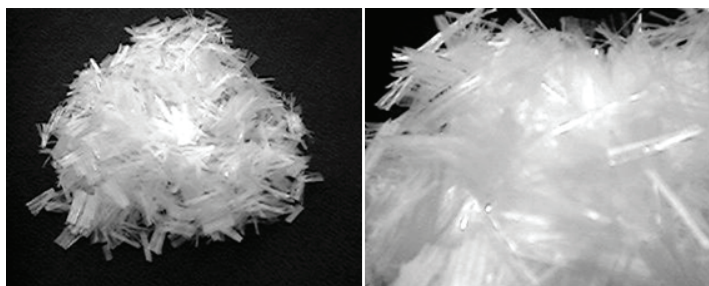


FOTO 1

FOTO 2

Las propiedades físicas de las fibras utilizadas en las experiencias son las siguientes:

Material :	100 % de polipropileno virgen
Capacidad de extensión :	0.67 kN / mm <sup>2</sup>

Módulo (Young):	4.0 kN / mm <sup>2</sup>
Punto de fusión :	165° C Punto de fundición : 590° C
Resistencia química :	Excelente
Resistencia a la oxidación :	Excelente
Absorción :	Nula
Longitud de la fibra :	19 mm

### 503.2.2 Fibras metálicas

Las fibras metálicas, concretamente las de acero, son las que más se emplean en el refuerzo de hormigones por ser las más eficaces y económicas. El acero posee un módulo de elasticidad diez veces superior al del hormigón; las fibras de acero detentan una buena adherencia a la pasta, alto alargamiento de rotura y, por otra parte, son fáciles de mezclar.

Las fibras de acero pueden obtenerse por diferentes métodos; el más común consiste en fabricarlas por corte de alambre trefilado, de acero, de bajo contenido en carbono. El diámetro de los alambres está comprendido entre 0,25 y 0,80 mm. La longitud de las fibras puede ser muy variable, oscilando entre 10 y 75 mm.

Ventajas con la incorporación de Fibras de Acero:

Mejora del comportamiento a flexo-tracción.
Incremento de la resistencia a rotura.
Reducción de la deformación bajo cargas mantenidas.
Aumento de la resistencia a tracción.
Fuerte incremento en la resistencia a impacto y choque.
Gran resistencia a fatiga dinámica.
Fisuración controlada. Aumento de la durabilidad.

## 503.3 REQUISITOS PARA LA CONSTRUCCIÓN

### 503.3.1 Dosificación amasado y puesta en obra

Los hormigones reforzados con fibras de acero están formados, esencialmente, por: un conglomerante hidráulico, áridos finos y gruesos, y agua; fibras discontinuas cuya misión es contribuir a mejorar determinadas características de los hormigones y, eventualmente, aditivos.

Las fibras en una mezcla de hormigón actúan como inclusiones rígidas con una gran área superficial y una geometría diferente a la de los áridos. No es de extrañar, por tanto, que se reduzca la docilidad de la mezcla, salvo que se hagan las oportunas correcciones a la dosificación.

Para que cada fibra sea efectiva precisa estar completamente embebida dentro de la mezcla; esto obliga a que la proporción de elementos finos a gruesos tenga que ser la adecuada, generalmente, con mayor proporción de finos que en un hormigón convencional.

Los hormigones convencionales requieren entre el 25 y el 35 % de pasta con respecto al volumen total, mientras que un hormigón armado con fibras precisa del 35 al 45 % de dependiendo del aspecto y volumen de fibras empleado.

Es absolutamente imprescindible -cualquiera que sea el método utilizado obtener una dispersión uniforme de las fibras y eliminar los peligros de segregación y de formación de bolas o «erizos» de fibras. La segregación y formación de bolas están relacionadas con muchos parámetros, principalmente con el aspecto, el porcentaje de fibras, tamaño máximo del árido, granulometría, relación aguacemento y sistema de mezclado.

A efectos de comparación de unas fibras, con respecto a otras, se ha establecido un parámetro numérico denominado «aspecto». El aspecto o esbeltez de una fibra es la relación que existe entre la longitud de la misma y su diámetro equivalente, es decir, el diámetro del círculo cuya sección es equivalente a la superficie de la fibra. Los aspectos normales oscilan entre 30 y 150.

Todas las demás actividades y operaciones se procederán como regularmente se describen en los anteriores numerales referidos a Pavimentos de Concreto Hidráulico

#### **503.4 MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS**

En general, se utilizarán maquinaria, equipos y herramientas que se describen en los anteriores numerales referidos a pavimentos de concreto hidráulico

#### **503.5 ACEPTACIÓN**

Se utilizarán los mismos criterios que para los pavimentos de concreto hidráulico

#### **503.6 MÉTODO DE MEDICIÓN**

Idem ítem anterior

#### **503.7 BASES PARA EL PAGO**

La dosificación, elaboración, transporte, colocación (del hormigón, de pasadores y/o barras de unión y/o de fibras de acero), terminación, texturizado, curado, y protección se paga por metro cuadrado de superficie terminada, a los precios unitarios de contrato para los ítems respectivos. Estos precios son compensación total por las siguientes tareas:

- Barrido y soplado de la superficie a recubrir.
- La provisión, carga, transporte, descarga y acopio de los agregados.
- La provisión, carga, transporte, descarga y acopio de los cementos y adiciones minerales.
- La provisión, carga, transporte, descarga y acopio de los aditivos, fibras u otros materiales en pellets a incorporar.

- La provisión, carga, transporte, descarga y acopio del agua de mezclado.
- El proceso de dosificación y elaboración del hormigón.
- Los procesos involucrados en la carga, transporte, descarga, colocación (del hormigón, de pasadores y/o barras de unión y/o de mallas de acero), compactación, curado, protección y aserrado del hormigón.
- Las posibles correcciones de los defectos constructivos.
- La señalización y conservación de los desvíos durante la ejecución de los trabajos.
- Todo otro trabajo, mano de obra, equipo o material necesario para la correcta ejecución y conservación del ítem según lo especificado.

No se pagarán los sobre-anchos, los aumentos de espesor por corrección de mermas en capas subyacentes, ni los aumentos de espesor por correcciones superficiales:

Ítem	Concepto de Pago	Unidad de Medida
503,01	Pavimento de Hormigón – Hormigón con Fibras_____mm de espesor.	Metro Cuadrado
503,02	Pavimento de Hormigón – Hormigón con Fibras,_ _____mm de espesor.	Metro Cuadrado

## SECCIÓN 504 PAVIMENTO DE ADOQUINES DE CONCRETO

### 504.1 DESCRIPCIÓN

#### 504.1.1 Generalidades

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 Ingeniero.

Los adoquines de concreto que se utilizan como superficie de rodamiento para el tráfico de vehículos livianos y pesados en carreteras, caminos secundarios, calles y estacionamientos, así como superficie para el tráfico peatonal y ciclovías, en todo el territorio nacional. Se incluyen además los procedimientos para el control de calidad, el uso, transporte y procedimientos para su instalación.

#### 504.1.2 Definiciones

- **Adoquín de Concreto:** Elemento de concreto, prefabricado, con la forma de prisma recto, cuyas bases pueden ser polígonos, que permiten conformar superficies completas como componente de un pavimento articulado.
- **Adoquín Biselado:** Adoquín de concreto cuya superficie de desgaste está limitada por biseles.
- **Ancho Nominal:** Es la dimensión del adoquín medida en la dirección del eje menor del rectángulo inscrito, más un ancho de junta estándar



- **Ancho Real:** Es la dimensión del adoquín medida en la dirección del eje menor del rectángulo inscrito, excluyendo los separadores e incluyendo sus prolongaciones.
- **Bisel:** Es el plano oblicuo que corta dos caras adyacentes.
- **Espesor Nominal:** Es la dimensión del adoquín en dirección perpendicular a la superficie de desgaste
- **Espesor Real:** Es la dimensión en la dirección perpendicular a la cara de desgaste, igual a la distancia medida entre la cara de desgaste y la cara de apoyo.
- **Junta Estándar:** Es el ancho promedio de la junta, supuesto o especifica para una forma de adoquín y un patrón de colocación determinados, una vez que se hayan colocado los adoquines y no debe ser mayor de 3 mm.
- **Longitud Nominal:** Es la dimensión del adoquín medida en la dirección del eje mayor del rectángulo inscrito más un ancho de junta estándar
- **Longitud Real:** Es la dimensión del adoquín medida en la dirección del eje mayor del rectángulo inscrito, excluyendo los separadores e incluyendo sus prolongaciones
- **Pavimento:** Estructura construida sobre el terreno de fundación para permitir el tráfico sobre este
- **Rectángulo Inscrito:** Es el rectángulo de mayor área que se puede inscribir sobre la cara inferior del adoquín
- **Superficie de desgaste:** Es la cara superior del adoquín la cual soporta directamente el tráfico vehicular y/o peatonal

#### **504.1.3 Clasificación de los Adoquines de Concreto**

- **Adoquín Tipo 1:** Es el adoquín que se utiliza como superficie de rodamiento en caminos, carreteras, calles y estacionamiento de todo tipo de vehículos, con un espesor mínimo de 8 cm
- **Adoquín Tipo 2:** Es el adoquín que se utiliza como superficie en andenes peatonales y ciclovías.
- **Adoquín Especial:** Es el adoquín que se utiliza para casos especiales según requerimientos de diseño y aprobados por el MTI.

### **504. 2 MATERIALES**

Los materiales a usar en el adoquinado deberán llenar los siguientes requisitos:

<b>Cemento:</b> Debe cumplir con la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense Fabricación, Uso y Manejo del Cemento, en su versión vigente
<b>Agregados Finos:</b> Los agregados finos deben cumplir con la norma ASTM C33
<b>Agregados Gruesos:</b> Los agregados gruesos deben cumplir con la norma ASTM C33
<b>Agua:</b> El agua que se utilice para la fabricación de adoquines debe cumplir con la norma ASTM C94/C94-07 “Standard Specification for Ready-Mixed Concrete”.
<b>Aditivos:</b> Los aditivos que se utilicen en la fabricación de adoquines de concreto deben cumplir con la norma ASTM C 494.
<b>Pigmentos:</b> Los pigmentos que se utilicen en la fabricación de adoquines de concreto deben cumplir con la norma ASTM C 979

### 504.2.1 Adoquines de Concreto

El adoquín a usarse, incluyendo las “cuchillas”, será el denominado TIPO TRAFICO, 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: 34.3 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

Los requisitos físicos y mecánicos para los adoquín de concreto, incluyendo los medios adoquines, serán los establecidos en la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense (NTON) Fabricación de adoquines de concreto 12 009-10 o sub-siguiente.

#### 504.2.1.1 Control de Calidad para la Fabricación de los Adoquines

a) Curado:

El proceso de curado debe completarse en fábrica, ningún adoquín debe salir de fábrica si no se ha alcanzado la resistencia a la compresión especificada según su tipo

b) Muestreo:

Para un lote de 5 000 o más adoquines se tomarán 10 muestras y a 5 de ellas se realizará la prueba de flexo-tracción. Si cumple con los requisitos establecidos en la NTON se aceptará el lote, si no, se realizará la prueba a las otras cinco muestras, si cumple con los requisitos establecidos en la NTON se aceptará el lote.

c) Prueba de la Resistencia a la Flexo-Tracción:

Para realizar el ensayo de flexo-tracción de los adoquines de concreto se debe proceder de la siguiente manera:

Dibujar el mayor rectángulo que se pueda inscribir en la cara de desgaste del adoquín, marcar los ejes mayor y menor de dicho rectángulo prolongándolo hasta interceptar las paredes de cada espécimen. Adicionalmente se debe marcar dos líneas paralelas al eje menor y localizadas a 10 mm de cada lado, hacia el centro del rectángulo.

d) Medición de la Longitud y Ancho del Adoquín:

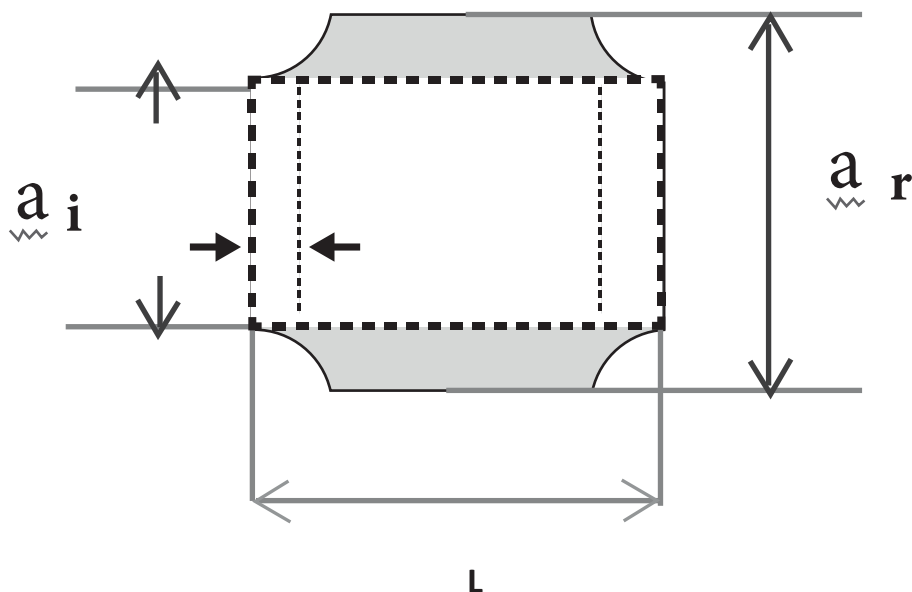
La Longitud real (Lreal) y el ancho real (areal) de los adoquines se deben tomar sobre las prolongaciones de los ejes mayor y menor del rectángulo inscrito respectivamente, tanto sobre la cara de desgaste como sobre la cara de apoyo. El promedio de estas dos mediciones será la Longitud real (Lreal) y el ancho real (areal) para cada espécimen. Para la muestra total deberá ser el promedio de las muestras individuales.

e) Medición del Espesor de los adoquines:

Para medir el espesor de los adoquines se debe tomar el promedio de 4 mediciones sobre los puntos donde las prolongaciones de los ejes mayor y menor del rectángulo inscrito intercepten las paredes del adoquín. Para la muestra total el espesor real (ereal) será el promedio de las muestras individuales.

**Nota:** Si el adoquín es rectangular se debe registrar como dimensiones del rectángulo inscrito de cada adoquín, la longitud real promedio ( $L_{real}$ ) del espécimen y el ancho real promedio ( $a_{real}$ ) del espécimen.

Figura 1.



Una vez que se ha dibujado el rectángulo inscrito y registrado las mediciones de la sección anterior se procede a sumergir los adoquines durante 24 horas antes del ensayo a una temperatura ambiente. Luego se retiran del agua dejándolos escurrir durante 1 minuto, se seca el agua superficial del adoquín con un paño seco, luego se someten al ensayo de Flexotracción. Cada espécimen se debe llevar a la rotura por flexión, como una viga simplemente apoyada cuyo eje debe coincidir con el eje mayor del rectángulo inscrito mediante la aplicación de una carga uniformemente distribuida a lo ancho del espécimen y sobre la proyección en la superficie de desgaste del eje menor del rectángulo inscrito

f) Equipo:

La maquina de ensayo para la resistencia a la Flexotracción debe ser capaz de aplicar cargas de 50 kN. Debe estar provista de un dispositivo para la aplicación de carga por flexión dotado de un elemento superior para aplicación de carga y de dos de apoyo. Estos tres elementos pueden ser cilindros de acero, de  $12 \text{ mm} \pm 0,5 \text{ mm}$  de diámetro o perfiles de acero de  $5 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$  de ancho. Uno de los apoyos debe ser horizontal fijo y el otro debe estar montado sobre una rótula de manera que no se induzca ninguna torsión por restricción en el movimiento del espécimen. El elemento superior del dispositivo debe tener una rótula que garantice que la carga se aplica axialmente sin inducir ningún esfuerzo de torsión en el espécimen. La longitud de los elementos de soporte y de aplicación de carga debe ser al menos igual al ancho del espécimen en el punto de contacto.

g) Procedimiento:

Cada espécimen en su estado saturado superficialmente seco se debe colocar en la máquina de ensayo con la superficie de apoyo hacia abajo, de tal manera que el elemento superior (de aplicación de carga) coincida con la proyección del eje menor del rectángulo inscrito sobre la cara de desgaste, y los elementos inferiores (de apoyo) coincidan con una línea paralela, 10 mm hacia adentro de los lados menores del rectángulo inscrito, sobre la cara de apoyo. La carga se debe aplicar a una velocidad tal que produzca un aumento en el esfuerzo cercano a  $0,5 \text{ MPa/s}$ .

h) Cálculo:

Se debe calcular para cada adoquín el módulo de rotura ( $M_r$ ) según la siguiente fórmula:

**Fórmula: 1.**

$$M_r = \frac{3 C_{\text{máx.}} * (l_i - 20)}{(a_r + a_i) e_r^2}$$

donde:

$M_r$ :	Módulo de rotura, N/mm <sup>2</sup> , en MPa.
$C_{\text{máx.}}$ :	Carga máxima de rotura, en N.
$l_i$ :	Longitud del rectángulo inscrito, en mm.
$a_r$ :	Ancho real del espécimen, en mm.
$a_i$ :	Ancho del rectángulo inscrito, en mm.
$e_r$ :	Espesor real del espécimen, en mm.

El valor calculado para el módulo de rotura  $M_r$ , en N/mm<sup>2</sup>, se debe expresar en la unidad equivalente, MPa, con una exactitud de 0,1 MPa. Se debe registrar el valor de módulo de rotura  $M_r$  de cada uno de los especímenes de la muestra y el módulo de rotura promedio para la muestra.

i) Prueba de la Resistencia a la Compresión

La máquina utilizada deberá tener la capacidad suficiente para efectuar la prueba sin necesidad de recurrir a cortar los adoquines. No se aceptará resultados de pruebas de Resistencia a la Compresión en donde se halla recurrido a cortar o extraer un núcleo de los adoquines.

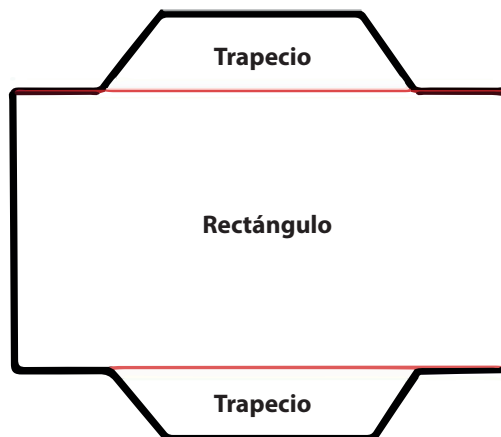
Las muestras deberán someterse a prueba en condiciones húmedas, después de haber estado sumergidas por lo menos durante 24 horas en agua, a una temperatura ambiente. Antes de sumergirse los adoquines en el agua, será preciso determinar el área de los mismos.

Para determinar el área de cada adoquín se deberá dibujar el área de la superficie de desgaste sobre una cartulina, en la que posteriormente se calculará el área dividiéndola en figuras geométricas conocidas.

Para el caso de los adoquines rectangulares no habrá necesidad de dibujar el área de la superficie de desgaste, bastará con multiplicar la longitud del adoquín por su ancho.

Para el adoquín Tipo Santa Cruz se puede dividir el área del adoquín en dos trapecios y un rectángulo a como se muestra en la siguiente Figura 2.

Figura 2.



Formula 2.

$$\text{Área Tipo Santa Cruz} = 2 * (\text{Área del trapecio}) + \text{Área del rectángulo}.$$

j) Procedimiento para la Prueba

Las placas de la maquina se limpiarán con un paño, y se deberá quitar cualquier residuo de arenilla suelta u otro material, que se encuentre en las caras de contacto del adoquín. Por otra parte, se usará “triplay” de 4 mm de espesor como empaque, el cual se colocará entre las caras superior e inferior de la muestra y las placas de la máquina; estas tablillas deberán ser 5mm, por lo menos, más grandes que el adoquín. Es necesario emplear empaques nuevos para cada muestra que se someta a prueba.

El adoquín se deberá colocar en la máquina con la superficie de desgaste hacia arriba, de tal manera que los ejes longitudinal y transversal de aquél, queden alineados con los ejes de las placas de la máquina.

La carga no se deberá aplicar de golpe y, además, se aumentará continuamente a una velocidad aproximada de 15 N/mm<sup>2</sup> por minuto, hasta que no se pueda soportar una carga mayor.

La resistencia a la compresión de cada adoquín de muestra, deberá calcularse dividiendo la carga máxima entre el área y multiplicando el resultado por el factor correspondiente tomado del Cuadro 504-1, dicha resistencia se expresará con una precisión de 1 N/mm<sup>2</sup>.

CUADRO 504-1

Espesor del Adoquín (mm)	Adoquín	
	Liso	Biselado
60 ó 65	1,00	1,06
80	1,04	1,11
100	1,08	1,16

**Nota:** Se aplica el factor de corrección a fin de adaptar el efecto de la proporción espesor/ancho del adoquín y la influencia del bisel y/o radio.

**504.2.2 Bordillos Laterales**

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 la Sección-905 de estas especificaciones.

**504.2.3 Capa de Arena**

La arena que servirá de colchón a los adoquines deberá ser arena lavada, dura, angular y uniforme y no deberá contener más del 3% (en peso) de limo, arcilla o de ambos.

Su gradación será tal que pase totalmente por el tamiz No. 4 y no más del 15% sea retenido en el tamiz No. 10. El espesor de esta capa no deberá ser menor de 3 cm ni mayor de 4 centímetros.

**504.2.4 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.

El confinamiento lateral irá provisto de drenes o ranuras que permitan la evacuación lateral del agua de lluvia sin que ésta quede retenida en la cama de arena. Los drenes estarán protegidos mediante geotextil a fin de impedir la pérdida de arena a través de éstos.

**504.2.5 Arena de Sello**

Consiste en cero o arena natural, usado para rellenar las juntas de adoquines. Este material debe estar libre de impurezas y materia orgánica. Para el caso específico de la actividad de sello de adoquín con arena, el que se aplicará para eliminar vacíos existentes entre las juntas, dando mejor soporte a los adoquines, evitando que estos se desprendan de su sitio o que se fracturen, producto del tráfico vehicular. Se deberá considerar la eliminación de todo material inadecuado en las juntas (maleza, limo, arcilla o cualquier material orgánico), se colocarán de manera uniforme 0.035 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> de material, siendo esparcido finalmente con cepillo de fibra, de manera que las juntas queden completamente llenas, debiendo retirar el material sobrante.

**GRANULOMETRÍA**

Malla	Cama	Sello de Juntas
No. 4	90-100	100
No. 8	75-100	100
No. 16	50-95	90-100
No. 30	25-60	60-90
No. 50	10-30	30-60
No. 100	0-15	5-30
No. 200	0-5	0-15

**504.2.6 Vigas Transversales de Contención**

En caso de que la carretera disponga de pendientes superior al 8% se ejecutarán vigas transversales de contención para evitar los movimientos de las piezas, según la siguiente tabla:

### **504.3 REQUISITOS PARA LA CONSTRUCCIÓN**

#### **504.3.1 Aceptación del Adoquín**

Antes de iniciar el transporte de los adoquines al Proyecto, el Contratista someterá muestras representativas de los mismos al Ingeniero, 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, a la uniformidad, a la sanidad 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:

$$S = \sqrt{\frac{\sum(f_i - \bar{f}_m)^2}{n-1}}$$

Además, se deben cumplir con todos los Requisitos Físicos y Mecánicos de los adoquines de concreto, descritos más arriba.

#### **504.3.2 Transporte y Almacenamiento de los Adoquines de Concreto**

Tanto la carga como descarga de los adoquines a los vehículos de transporte se realizarán de tal manera que se evite la despigada de las aristas de los adoquines.

En el caso de movimiento y almacenamiento manual, los adoquines deberán ser cargados y colocados en los lugares de almacenamiento evitando al máximo su deterioro por mala práctica de manipulación.

La altura máxima de las estibas de adoquines será de 1,60 m.

#### **504.3.3 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 Sección-203, Sección-211, Sección-302, Sección-303, Sección-304, Sección-305, Sección-306, Sección-307 y/o Sección-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.

#### **504.3.4 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 enrasado (codales). En calles o caminos de 5 m o menos de ancho se podrán usar las cunetas o bordillos laterales como guías para el enrasado de la superficie de la capa de arena; en pavimentos más anchos será necesario colocar rieles “provisionales para apoyar los codales de enrasado.

Durante el esparcido y enrasado 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 pre-compactación dispereja lo que causará irregularidades en la superficie final del pavimento. Para minimizar los riesgos de alteración, se deberá evitar el enrasado de la arena en grandes distancias adelante de la brigada de colocación de adoquines.

Asimismo, antes de iniciar el trabajo de enrasado, el Contratista deberá remover de la arena todos los pedrones, raíces, pedazos de madera, ripios, lodo, etc. que contenga la arena.

### 504.3.5 Adoquinado

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
4	El relleno con arena

#### 504.3.5.1 Colocación de los Adoquines

Las primeras filas de adoquines deberán ser colocadas con mucho cuidado para evitar el desalojo de los bloques que ya están colocados. Una vez que se han colocado las primeras filas, se asentarán las demás firmemente dejando ranuras de apertura máxima 3 mm, entre adoquines. A esta altura 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.

#### 504.3.5.2 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.

#### 504.3.5.3 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.

#### **504.3.5.4 Rellenado con Arena**

Finalmente, se rellenarán las ranuras o juntas entre adoquines con arena, 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 rellenas con mortero de arena y cemento hidráulico en proporción de 4:1.

A fin de evitar la retención de agua en el colchón de arena, se mantendrán ranuras laterales sin sellar hasta la cota inferior del colchón de arena o llorones de 3/4" máximo cada 5-6 m. Las ranuras o tubos irán provistos de un geotextil en su cara interior para evitar la migración de la arena. Las ranuras y mechinales se prolongarán hasta el exterior de los hombros para la correcta evacuación de las aguas, ejecutándose según la línea de máxima pendiente.

Antes de aceptar cada tramo de adoquinado el Ingeniero comprobará si está de acuerdo con la rasante longitudinal y con el bombeo indicado en los planos.

### **504.4 MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS**

Todos los equipos deberán ser compatibles con los procedimientos de construcción adoptados y requieren la aprobación previa del Supervisor, teniendo en cuenta que su capacidad y eficiencia se ajusten al programa de ejecución de las obras y al cumplimiento de las exigencias de uso de equipo y maquinaria.

El Contratista deberá mantener en los sitios de las obras los equipos adecuados a las características y magnitud de las obras y en la cantidad requerida, de manera que se garantice su ejecución de acuerdo con los planos, especificaciones de construcción, programas de trabajo y dentro de los plazos previstos.

### **504.5 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.

### **504.6 MÉTODO DE MEDICIÓN**

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 serán medidos en metro cúbicos.

### 504. 7 BASES PARA EL PAGO

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.

Las vigas de concreto para remates y las transversales serán pagadas por metro cúbico bajo la Sección- 901. 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, sub-base o base del tipo mostrado en los planos. Los bordillos y cunetas serán pagados por separado bajo los conceptos de la Sección-905. Ver División I.

El pago será efectuado bajo el siguiente concepto:

- Barrido y soplado de la superficie a recubrir.
- La provisión, carga, transporte, descarga y acopio de los agregados.
- La provisión, carga, transporte, descarga y acopio de los cementos y adiciones minerales.
- La provisión, carga, transporte, descarga y acopio de los aditivos, fibras u otros materiales en pellets a incorporar.
- La provisión, carga, transporte, descarga y acopio del agua de mezclado.
- El proceso de dosificación y elaboración del hormigón.
- Los procesos involucrados en la carga, transporte, descarga, colocación (del hormigón, de pasadores y/o barras de unión y/o de mallas de acero), compactación, curado, protección y aserrado del hormigón.
- Las posibles correcciones de los defectos constructivos.
- La señalización y conservación de los desvíos durante la ejecución de los trabajos.
- Todo otro trabajo, mano de obra, equipo o material necesario para la correcta ejecución y conservación del ítem según lo especificado.

Ítem	Concepto de Pago	Unidad de Medida
504,01	Pavimento con Adoquines.	Metro Cuadrado

## **SECCIÓN 505**

### **PAVIMENTO DE HORMIGON COMPACTADO CON RODILLO**

#### **505.1 DESCRIPCIÓN**

##### **505.1.1 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.

##### **505.1.2 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.

##### **505.1.3 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 micro-fisuración de la pasta alrededor de las partículas de agregado.

##### **505.1.4 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/cm<sup>2</sup>. 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.

## 505.2 MATERIALES

### 505.2.1 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.

### 505.2.2 Cemento

El contenido de cemento oscila entre 12% y 15% del peso total de materiales secos. Pueden emplearse cementos normales o modificados.

### 505.2.3 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/cm<sup>3</sup> a 2,4 gr/cm<sup>3</sup>).

### 505.2.4 Aditivos

El HCR pierde progresivamente su maniobrabilidad a medida que avanza el fraguado del ligante.

Salvo orden contraria 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: 505-1.

**Cuadro 505 -1**

***Plazo de Trabajabilidad Mínima según el Tipo de Ejecución***

TIPO DE EJECUCIÓN	PLAZO DE TRABAJABILIDAD
<b><i>Carretera nueva y refuerzo sin tráfico:</i></b>	
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. 3 REQUISITOS PARA LA CONSTRUCCIÓN

### 505.3.1 Trabajos preliminares

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.

#### 503.3.1.1 Estudio de la Mezcla y obtención de la Fórmula de Trabajo

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, deberán 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.

#### *503.3.1.2 Ensayos Característicos Previos*

Deben ser sistemáticos para comprobar que los medios disponibles en la obra permitan 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.

#### *504.3.1.3 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, 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	±6%
cernido por tamices comprendidos entre 2 0.40 mm	±3%
cernido por el tamiz de 0.080 mm	±1.5%
cemento	±0.3%
agua	±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.

### 505.3.2 Capacidad Estructural

Entre los aspectos básicos a evaluar se presentan:

#### a) Resistencia Estructural

Puede evaluarse utilizando ensayos a rotura por compresión diametral. Los valores obtenidos oscilan entre 2,8 y 3,3 MPa.

#### b) 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 CBR., el que debe resultar igual o mayor al 80%.

### 505.3.3 Fabricación de la Mezcla

Será obligatorio que la mezcladora disponga de control ponderado, 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.

#### **505.3.4 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 presuma 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 se 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".

#### **505.3.5 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 ser regada 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 pre-compactado y semi-terminado. 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 pre-compactación 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.

### **505.3.6 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/cm<sup>2</sup> de generatriz vibratoria) y un rodillo de neumáticos (carga por rueda superior a 3 toneladas y presión de inflado superior a 8 kg/cm<sup>2</sup>).

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 o mayor 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.

### **505.3.7 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.

### **505.3.8 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.

#### **505.3.8.1 Juntas Transversales**

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

Las juntas de trabajo se cortarán procurando un borde perfectamente vertical.

#### *505.3.8.2 Juntas 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.

#### **505.3.9 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.

Esta operación se efectuará antes de transcurrir 12 horas luego de concluida la compactación. En tiempo cálido y seco, el Contratante podrá reducir este plazo.

#### **505.3.10 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.

#### **505.3.11 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

### **505. 4 MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS**

Todos los equipos deberán ser compatibles con los procedimientos de construcción adoptados y requieren la aprobación previa del Supervisor, teniendo en cuenta que su capacidad y eficiencia se ajusten al programa de ejecución de las obras y al cumplimiento de las exigencias de uso de equipo y maquinaria.

El Contratista deberá mantener en los sitios de las obras los equipos adecuados a las características y magnitud de las obras y en la cantidad requerida, de manera que se garantice su ejecución de acuerdo con los planos, especificaciones de construcción, programas de trabajo y dentro de los plazos previstos.

### **505.5 ACEPTACIÓN**

#### **505.5.1 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 esta 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.

Se fabricarán 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.

### **505.5.2 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.

#### *505.5.2.1 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.

ada 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 ser ajustada 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, serán ensayadas a tensión por compresión diametral, para verificar la calidad estructural de la mezcla.

#### 505.5.2.2 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 m<sup>2</sup> 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 debidamente corregidas.

La medición del espesor de la capa se hace inmediatamente atrás de la máquina distribuidora, a medida que ésta avanza, de manera que cualquier diferencia pueda corregirse inmediatamente. Cada diez metros lineales de extendido, como máximo, se deberá realizar 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

#### 505.5.3 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.

### 505.6 MÉTODO DE MEDICIÓN

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.

### 505.7 BASES PARA EL PAGO

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
- 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
- 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.

Ítem	Concepto de Pago	Unidad de Medida
505,01	Pavimento de Hormigón Compactado con Rodillo	Metro Cúbico

## SECCIÓN 506 RECICLADO DE PAVIMENTO DE CONCRETO (RCP)

### 506.1 DESCRIPCIÓN

Se entiende como reciclado de pavimentos (RCP), la reutilización de los materiales procedentes de su demolición en la construcción de nuevas capas.

El reciclado se realiza sobre materiales deteriorados que han perdido en gran medida sus propiedades iniciales. En el caso de los pavimentos de concreto hidráulico, en función de su nivel de deterioros se pueden plantear distintas alternativas de conservación: desde reparaciones locales del pavimento existente, en todo su espesor o en parte, la estabilización de losas, el fresado, el sellado de grietas y juntas, el drenaje del firme y la reparación de hombros, hasta el refuerzo del firme con otros pavimentos, asfálticos o de hormigón, o su reconstrucción.

Si el análisis de las distintas alternativas de conservación lleva a seleccionar como más adecuada la reconstrucción del pavimento existente, se debe considerar la posibilidad de reciclarlo, basándose en el costo y la disponibilidad de agregados en el entorno de la obra, la idoneidad de los agregados procedentes del reciclado para el uso que se les quiera dar, los costos de llevar el material a sitio de vertido y las consideraciones medioambientales.

### 506.2 MATERIALES

#### 506.2.1 Agregado Hormigón Reciclado (RCA)

Los procesos de producción de RCA se deben seleccionar y realizar para maximizar la producción de RCA utilizable en términos de calidad y cantidad. El RCA grueso (material retenido en el tamiz No. 4 [4.75mm]) generalmente es más valioso y utilizable que el RCA fino (material que pasa el tamiz No. 4 [4.75mm]), por lo que a menudo se hacen esfuerzos para maximizar la cantidad de RCA grueso producido.

La calidad de RCA depende de muchos factores, incluida la calidad del concreto original, la presencia de contaminantes y los procesos utilizados en la producción de RCA.

Los pasos principales en el reciclaje del pavimento de concreto son: evaluación del concreto de origen; preparación de la losa rompiendo y retirando el hormigón; eliminación de cualquier malla de acero, barras de refuerzo o tacos; trituración del hormigón y dimensionamiento de la RCA; tratar al RCA para eliminar cualquier contaminante adicional (un proceso comúnmente conocido como beneficioso), si es necesario; y el almacenamiento de la RCA. Las siguientes secciones discuten el impacto de cada uno de estos pasos en la cantidad y calidad de RCA.

#### 506.2.2 Propiedades Físicas y Químicas del Material Procesado.

##### 506.2.2.1 Propiedades Físicas.

a) Composición de partículas, forma y textura

Las partículas RCA están compuestas de agregado virgen recuperado, mortero recuperado o ambos. Las proporciones relativas de estos componentes varían con el diseño original de la mezcla de concreto, las propiedades de las partículas de agregados gruesos vírgenes (es decir, la angularidad y la textura de la superficie, la resistencia y la elasticidad), la unión entre las partículas de agregados vírgenes y el mortero, y el tipo y grado de trituración utilizado en la producción.

La composición de partículas también varía con el tamaño de partícula. Las partículas más grandes tienden a contener mayores proporciones de agregado virgen recuperado, mientras que las partículas que pasan por el tamiz No. 4 (4,75 mm) a menudo son principalmente morteros triturados.

**Cuadro 506 -1**  
**Comparaciones de las propiedades de agregados vírgenes típicos y RCA**

Propiedad	Agregado virgen	RCA
Forma y textura	Bien redondeado, liso (grava) a angular y rugoso (roca triturada)	Angular con superficie lisa.
Capacidad de absorción	0.8 - 3.7 por ciento	3.7 - 8.7 por ciento
Gravedad específica	2.4 - 2.9	2.1 - 2.4
Prueba de abrasión de LA Pérdida masiva	15 - 30 por ciento	20 - 45 por ciento
Sulfato de sodio, prueba de solidez, pérdida de masa	7 - 21 por ciento	18 - 59 por ciento
Pérdida de masa de solidez de sulfato de magnesio	4 - 7 por ciento	1 - 9 por ciento
Contenido de cloruro	(0 - 1.2 kg/m <sup>3</sup> )	(0.6 - 7.1 kg/m <sup>3</sup> )

Las partículas de RCA tienden a ser muy angulares y tienen superficies rugosas (similares a la roca triturada), aunque estas características varían según la naturaleza del agregado virgen incluido y el tipo y la extensión de la trituración utilizada en la producción. Algunos procesos de trituración eliminan la mayor parte del mortero de los agregados gruesos vírgenes de superficie lisa, produciendo un RCA basto que se asemeja mucho al agregado grueso virgen original en todos los aspectos.

#### b) Granulometría

Con los ajustes adecuados, se pueden configurar plantas de trituración de concreto para producir casi cualquier gradación deseada, aunque a menudo se produce un exceso de RCA fino. La selección adecuada de la pantalla permitirá que una planta de trituración cumpla con los límites de gradación para agregados de concreto establecidos en ASTM C33 (o graduaciones AASHTO M43 57 y 67). El cuadro 506-2 muestra una variedad de graduaciones de RCA que se han producido en varios proyectos de reciclaje de pavimento de concreto.

#### c) Capacidad de Absorción

Las capacidades de absorción de RCA son generalmente mucho más altas que las de los agregados convencionales (Cuadro 506-1). El factor principal que afecta la absorción de RCA es la cantidad de mortero recuperado que está presente porque el mortero recuperado es generalmente más poroso y absorbente y tiene una superficie mayor que la mayoría de los tipos de agregado virgen. A medida que disminuye el tamaño de partícula de RCA, el contenido y la absorción del mortero tienden a aumentar, como se muestra en la Cuadro 506-3 .

Cuadro 506 – 2

*Granulometría de RCA típicas de las operaciones de trituración (porcentaje de aprobación) \**

Tamiz		Iowa**		Oklahoma***		Michigan****		Corea*****	
		Grueso	Multa	Grueso	Multa	Grueso	Multa	Grueso	Multa
1 1/2 pulg.	(38 mm)	100	-	-	-	100	-	-	-
1 en.	(25 mm)	72	-	100	-	98	-	100	-
0.8 pulg.	(20 mm)	-	-	-	-	-	-	96	-
3/4 pulg.	(19 mm)	39	-	98.5	-	76	-	-	-
0.6 pulg.	(15 mm)	-	-	-	-	-	-	33	-
1/2 pulg.	(12.5 mm)	21	-	46.5	100	43	-	-	-
3/8 pulg.	(9.7 mm)	9.3	100	11.2	99.2	25	100	32	100
No. 4	(4.75 mm)	2.9	76	1.5	78.8	20	99	0	100
No. 8	(2,36 mm)	2	51	-	-	-	61	-	82
No. 10	(2.00 mm)	-	-	-	48.5	-	-	-	-
No. 16	(1.18 mm)	-	30	-	-	-	40	-	54
No. 30	(600 µm)	-	dieciséis	-	-	-	28	-	30
No. 40	(450 µm)	-	-	-	19.4	-	-	-	-
No. 50	(300 µm)	-	8	-	-	-	19	-	10
No. 80	(180 µm)	-	-	-	9.2	-	-	-	-
No. 100	(150 µm)	-	3.5	-	-	-	12	-	2
No. 200	(75 µm)	0.7	2	-	4.5	-	-	-	-

\* Las gradaciones mostradas son ejemplos de producción y no se recomiendan necesariamente. \*\* Producido 65% RCA grueso, 35% RCA fino - Yrjanson 1989 \*\*\* Producido 60% RCA grueso, 40% RCA fino - Yrjanson 1989 \*\*\*\* Trituradora de mandíbula usada - Yrjanson 1989 \*\*\*\*\* Aplicadas técnicas de reciclaje avanzadas - Park and Sim 2006

Cuadro 506 – 3

## Propiedades de una RCA Grueso

Tamiz		Porcentaje retenido	Gravedad específica a granel	Porcentaje de absorción
1.0 pulg.	(25 mm)	2	2.52	2.54
3/4 pulg.	(19 mm)	22	2.36	3.98
1/2 pulg.	(12.5 mm)	33	2.34	4.50
3/8 pulg.	(9.5 mm)	18	2.29	5.34
No. 4	(4.75 mm)	25	2.23	6.50
Peso promedio		100	2.31	5.00

## d) Gravedad Específica

El mortero de concreto (que comprende arena, cemento, agua y aire) generalmente tiene una gravedad específica mucho menor (2.1 a 2.4) que la mayoría de los tipos de agregados vírgenes (2.4 a 2.9). Por lo tanto, la gravedad específica de RCA depende principalmente de las proporciones relativas de mortero recuperado y agregado virgen recuperado, y tiende a disminuir con el tamaño de partícula (generalmente el contenido de mortero en aumento), como se muestra en la Cuadro 506-3.

## e) Propiedades Mecánicas

Pérdida masiva de abrasión de Los Ángeles La prueba de abrasión de Los Ángeles (LA) (ASTM C131 o AASHTO T96) mide la cantidad de degradación de partículas (en términos de porcentaje de pérdida de masa) que se lleva a cabo en condiciones de manejo agresivas estándar. Los valores de pérdida de masa por abrasión de LA típicamente son más altos para RCA que para los agregados vírgenes contenidos en el RCA, como se indica en el Cuadro 506-1.

Esto generalmente se atribuye a la presencia del mortero de cemento más blando y la presencia de partículas que se fracturaron solo parcialmente durante el proceso.

Los valores de prueba de abrasión de LA para RCA generalmente están dentro de los límites especificados. Por ejemplo, ASTM recomienda un límite del 50 por ciento de pérdida de masa para los agregados destinados al uso en concreto y del 40 por ciento para las piedras trituradas destinadas al uso en la construcción de plataformas de carreteras. La mayoría de los estados especifican el mismo LA Límites de resultados de la prueba de abrasión para los agregados vírgenes y RCA. Las especificaciones pueden suspender la prueba de abrasión LA para RCA o agregado virgen si el material tiene un buen registro de rendimiento.

Por otro lado, al igual que para los agregados naturales, el proceso de machaqueo es de vital importancia, ya que la granulometría obtenida tendrá también influencia sobre las propiedades del material final.

La granulometría del material procesado debe adaptarse a las especificaciones que se exigen para las distintas aplicaciones. En general, el contenido de finos (< 0,08 mm) es muy reducido.

El agregado reciclado, al proceder del machaqueo, tiene formas muy angulares. Además, debido al contenido de



mortero adherido a los áridos naturales con los que se fabricó el hormigón, tiene su textura superficial más áspera, su densidad más baja, y su porosidad y capacidad de absorción de agua más altas que las de los áridos de partida del mismo tamaño. Al disminuir el tamaño del árido reciclado, disminuye también la densidad y aumenta la absorción.

En la bibliografía internacional se indica que los agregados reciclados de tamaño superior a 4,75 mm presentan una buena resistencia a la abrasión (coeficiente de desgaste Los Ángeles entre 20 y 45) y a la acción de los sulfatos, así como una elevada capacidad de soporte (índices CBR entre 95 y 150).

En general, este tipo de materiales muestra una mayor variabilidad con el tiempo de sus propiedades físicas. Por otra parte, algunos proyectos de investigación han señalado que los métodos tradicionales de ensayo pueden no ser del todo apropiados para evaluar el comportamiento de los agregados reciclados, por ejemplo, en lo relacionado con la sensibilidad a la helada.

#### f) Propiedades Químicas (Reactividad alcalina-sílice (ASR))

El potencial de ASR en el concreto nuevo que contiene RCA se ve afectado por el nivel de álcali original del concreto viejo, la reactividad potencial restante del agregado reciclado y el contenido de álcali del concreto nuevo.

El uso de cenizas volantes de baja cal de clase F y cemento de escoria ha reducido en gran medida la expansión de ASR en el concreto nuevo. Si se utilizan cenizas volantes y/o cemento de escoria para mitigar el ASR en el concreto que utiliza RCA de un concreto dañado por el ASR, se deben determinar los niveles de dosificación apropiados utilizando ASTM C1567.

Otras técnicas de mitigación incluyen limitar el contenido de finos de RCA, reducir la permeabilidad del concreto a través de un contenido de agua más bajo, usar aditivos como el nitrato de litio y reducir la exposición de la losa a la humedad.

#### g) Pérdida de Masa

Las pruebas de solidez del sulfato se realizan para proporcionar una indicación de la resistencia agregada a la intemperie y otros efectos ambientales. Las dos pruebas más utilizadas son:

- la prueba de solidez de sulfato de sodio
- la prueba de solidez de sulfato de magnesio, que se describen en ASTM C88 y AASHTO T104.

El RCA generalmente falla la prueba de solidez de sulfato de sodio mientras pasa la prueba de solidez de sulfato de magnesio con resultados que son mejores que los del agregado original. Por ejemplo:

- las pérdidas de masa de solidez del sulfato de sodio generalmente varían de 18 a 59 por ciento para los materiales de RCA; ASTM recomienda un límite del 12 por ciento.
- las pérdidas de prueba de sulfato de magnesio de 0.9 a 2.0 por ciento para RCA gruesa,
- para agregados gruesos vírgenes utilizadas que tuvieron una pérdida de 3.9 %; la ASTM recomienda un límite del 18%.

## **506.3 REQUISITOS PARA LA CONSTRUCCIÓN**

### **506.3.1 Introducción**

Los pavimentos de hormigón, señalados para ser removidos, deberán ser dispuesto en la forma que ordene el Ingeniero, para lo cual se deberá de:

- 1) Señalizar áreas de trabajo, con letreros y accesorios de seguridad.
- 2) Proceder a remover los tramos deteriorados y previamente demarcados por la inspección, con equipo adecuado y sin afectar el resto del detalle existente, a rehabilitar.
- 3) Retirar resto de lo removido y limpieza total del área de los escombros del proceso.

La piedra triturada, grava, material asfáltico o cualquier otro material de pavimentación o revestimiento será removido y se dispondrá de ellos según sea ordenado por el Ingeniero Residente, previa coordinación con la Sección Ambiental del Ministerio de Transporte e Infraestructura, acorde con estas especificaciones

### 506.3.2 Consideraciones Generales

El hormigón es un material 100% reciclable. El proceso de reciclado de pavimentos de hormigón lleva consigo su demolición y posterior procesamiento en plantas de machaqueo, para la obtención de materiales utilizables en la construcción de nuevas capas de firmes.

Las consideraciones recogidas en los siguientes apartados son también válidas para el reciclado de capas de base de hormigón magro, hormigón compactado y, en gran medida, de grava cemento.

En la demolición de los firmes con pavimento de hormigón deben extraerse separadamente los materiales procedentes de las distintas capas y tomar precauciones para eliminar aquellos materiales que, como los hormigones dañados por reacciones silico-alcalinas, no sean aprovechables.

Por otra parte, con objeto de aplicar la técnica más adecuada de demolición y reciclaje, es aconsejable llevar a cabo estudios previos de los materiales en la carretera a demoler, mediante:

- Recopilación de información técnica existente: año de construcción, estructura del pavimento, cargas de tráfico sufridas (especialmente de vehículos pesados), estrategias de mantenimiento llevadas a cabo, etc.
- Inspección visual para evaluar posibles anomalías existentes en las capas de pavimento.
- Recopilación de información sobre la cantidad y calidad del material a reciclar mediante la extracción de testigos y la realización de ensayos in situ y en laboratorio.

Con la demolición del pavimento se trata fundamentalmente de reducir el material a un tamaño que haga fácil su manejo y transporte hasta una planta de machaqueo, y separar lo máximo posible los elementos metálicos que contenga, además de las impurezas de cualquier tipo.

Existen en la actualidad diferentes equipos que se pueden utilizar en la demolición de pavimentos de hormigón. Su selección depende de las circunstancias de cada obra: tipo de hormigón, su resistencia e integridad, la utilización que se vaya a dar al material demolido.

### 506.3.3 Preparación del Pavimento

Si el RCA que se está produciendo debe considerarse para su uso en una nueva mezcla de concreto, se deben hacer esfuerzos para minimizar el potencial de introducción de contaminantes en todo el proceso de producción. En general, los contaminantes son mucho menos preocupantes para el RCA destinado para su uso en aplicaciones de agregados y relleno de subbases. Los contaminantes potenciales en el reciclaje del pavimento de concreto incluyen típicamente selladores de juntas, hombros de concreto asfáltico y materiales de parcheo, barras de refuerzo de acero y pasadores, suelos y materiales de cimientos.

La eliminación del sellador de juntas se realizará utilizando un arado de sellador de dientes de corte u otra herramienta de eliminación de sellador montada en un cargador de extremo u otra pieza de equipo.

Los pavimentos de concreto con parches y recubrimientos de asfalto de concreto se pueden procesar para producir RCA para su uso en nuevas mezclas de concreto u otras aplicaciones, pero se recomienda que los dos materiales se reciclen por separado.

La forma más eficiente de eliminar grandes reparaciones y recubrimientos de asfalto del pavimento de concreto a menudo es a través del fresado en frío aunque los raspadores y excavadoras de pavimento pesados también se pueden utilizar.

#### **506.3.4 Retiro del Acero de Refuerzo**

La eliminación del acero de refuerzo, las barras de anclaje y los pasadores puede ocurrir durante varias fases del proceso de reciclaje, pero generalmente se realiza durante la operación de rotura y extracción (especialmente para el acero de refuerzo continuo) o después de las operaciones de trituración primaria y secundaria, donde a menudo se encuentran los electroimanes (utilizados para recoger acero de las cintas transportadoras).

El trabajo manual se puede utilizar para complementar las operaciones de extracción de acero magnético.

#### **506.3.5 Procesamiento en Plantas de Trituración**

La Trituración del material demolido puede hacerse en plantas fijas o móviles “in situ”.

- **Las plantas fijas** son similares a las utilizadas para agregados naturales. Tras una primera fase de separación de los bloques con exceso de armadura metálica o demasiado grandes, el material se somete a un machaqueo primario mediante machacadoras de mandíbulas; en la cinta de salida de éstas se coloca un separador magnético que recupera los elementos metálicos, barras y pasadores de acero. El proceso continúa con el machaqueo secundario, en el que se utilizan machacadoras de impacto, obteniéndose, tras su cribado y clasificación, un material de granulometría adecuada a su utilización posterior. Como ejemplo de la clasificación del material obtenido, en Austria se almacenan separadamente las fracciones correspondientes a 0/4, 4/16 y 16/32 mm.
- **Las plantas móviles** están constituidas en la mayoría de los casos por una machacadora de mandíbulas o de impacto sobre orugas, que se mueve en función del ritmo de realización del trabajo. La alimentación se realiza mediante una pala de carga que accede por un terraplén o por rampas móviles. En estas plantas puede producirse una variación más amplia en el huso granulométrico debido a los desgastes y los ajustes periódicos a que debe ser sometida la machacadora. Las plantas móviles constituyen la solución más económica para grandes proyectos debido a la reducción de gastos de transporte que se obtiene.

En cualquier caso, la calidad de la nueva capa de firme depende en parte del resultado del proceso de machaqueo y mezclado.

#### **506.3.6 Reciclaje del Hormigón en Sitio**

Cuando RCA se va a usar en una capa de subbase de la calzada y/o salientes, la producción se puede lograr usando un tren de reciclaje de concreto en el lugar. Estos sistemas suelen utilizar trituradoras primarias y secundarias que se han adaptado especialmente para el reciclaje en el lugar y se montan en pistas de oruga separando el RCA grueso y el RCA fino durante las operaciones de reciclaje, lo que facilita el uso del RCA grueso en la subbase y/o en los hombros.

#### **506.3.7 Aplicaciones**

##### *506.3.7.1 Capas de Base o Sub Bases Granulares.*

La aplicación más común de los agregados reciclados procedentes de pavimentos de hormigón es en capas de base o subbases granulares de nuevos pavimentos, tratadas o sin tratar. Su proceso de almacenamiento y puesta en obra debe ser similar al de los agregados convencionales, si bien se debe tener especial cuidado para evitar la segregación de los agregados reciclados.

Cuando se utilizan en capas granulares sin tratar, aunque inicialmente la capacidad de soporte puede ser menor que en las capas granulares convencionales, debido a la mayor dificultad para su compactación, a lo largo del tiempo se suele cementar, igualando o superando la capacidad de soporte de otros materiales granulares. Generalmente, se mezcla el material reciclado con arena de aportación que mejora su trabajabilidad y disminuye su permeabilidad.

En secciones de pavimentos dotadas de drenaje subterráneo, es recomendable lavar los áridos previamente a su puesta en obra, para evitar que la precipitación de los lixiviados pueda obstruir los elementos de drenaje.

El tratamiento de los áridos reciclados con cemento o ligantes bituminosos aumenta la resistencia del material y reduce su permeabilidad y la posibilidad de lixiviados

#### 506.3.7.2 Hormigones.

Los agregados reciclados pueden también utilizarse en la fabricación de hormigones.

Sus aplicaciones más habituales en capas de pavimentos son como hormigón magro, hormigón vibrado (con rodadura de 4 cm de hormigón con agregados naturales), capas de base de hormigón y hormigón en pavimentos de hombros.

En todos estos casos, solamente se utilizarán los agregados procedentes de la demolición de pavimentos de hormigón cuyos deterioros no sean imputables a la acción de la helada, reacciones árido /álcali, ataques de sulfatos o la acción de las sales fundentes.

El proceso de diseño, fabricación y puesta en obra de los hormigones en los que se utilizan los áridos reciclados es similar al de los hormigones con áridos naturales, pero hay que tener en cuenta algunas consideraciones:

- La alta absorción de los agregados reciclados hace que sea necesaria una mayor cantidad de agua de amasado que cuando se emplean agregados naturales.
- Los agregados reciclados tienen el riesgo potencial de absorber agua de la mezcla si no se mantienen convenientemente saturados antes de su amasado.
- Se debe prestar especial atención al contenido de agregados finos reciclados (< 10 mm) en el nuevo hormigón. La trabajabilidad del hormigón fabricado con agregados reciclados depende en gran medida del contenido de agregados finos, no utilizándose altos contenidos debido a su angulosidad, alta absorción de agua y tendencia a apelmazarse durante su almacenamiento. El porcentaje óptimo se debe fijar en cada proyecto, recomendándose entre el 10 y 20%, completando hasta el contenido total de árido fino con arenas naturales.
- Hay que cuidar especialmente el curado de los hormigones fabricados con áridos reciclados de pavimentos de hormigón. La retracción y la fluencia en el hormigón fabricado con un contenido de agregado grueso reciclado inferior al 20% del total son sensiblemente similares a las del fabricado totalmente con agregados naturales.
- Si el contenido de agregado grueso reciclado aumenta hasta el 100%, la retracción puede aumentar hasta un 50% y la fluencia entre un 30 y un 60%, siendo aún mayor si se utiliza árido fino reciclado.
- La resistencia del nuevo hormigón se mantiene sensiblemente para sustituciones de hasta el 30% del agregado por agregado reciclado. La resistencia a compresión del hormigón disminuye ligeramente (10-20%) cuando la totalidad del agregado grueso es reciclado; reduciéndose aún más cuando parte del agregado reciclado utilizado es fino. Esta situación se debe a la mayor resistencia que tienen las arenas naturales en relación con los agregados finos reciclados que contienen un porcentaje importante de mortero del hormigón original, especialmente el tamaño inferior a 2 mm.

- El consumo de cemento en el hormigón fabricado con agregados reciclados es algo mayor, para igualdad de resistencia, que si se emplean agregados naturales. Los valores de dosificación se verán incrementados unos 15 kg/m<sup>3</sup>.
- El módulo de elasticidad del hormigón reciclado es siempre inferior (15-40%) al del hormigón de referencia, alcanzando valores menores cuando se utiliza también árido fino reciclado.

#### *506.3.7.3 Sub. Base Estabilizada con Cemento*

Las capas de subbase estabilizadas con cemento (sub base tratada con cemento también se pueden construir utilizando RCA).

Se debe proceder a recubrir o incrustar el RCA en pasta o mortero de cemento fresco previene la migración de finos trituradores y la disolución y el transporte de cantidades significativas de hidróxido de calcio.

#### *506.3.7.4 Relleno Granular.*

El hormigón triturado es un material económico y altamente estable que es adecuado para aplicaciones de relleno granular.

Esta es una aplicación particularmente buena para productos RCA finos, que pueden producirse en cantidades excesivas para sub base, mezcla de concreto y otras aplicaciones.

#### *506.3.7.5 Control de Erosión (Rip – Rap).*

Se puede usar el concreto reciclado para el control de la erosión (“rip-rap”) o la estabilización de taludes.

En esta aplicación, el pavimento de concreto se rompe en piezas de 6 pulg. (150 mm) o más.

El tamaño máximo a menudo es dictado por la consideración estética y el grosor original del pavimento (para evitar el uso de piezas planas grandes). El acero saliente generalmente se retira antes de su uso.

### **506.3.8 Consideraciones Ambientales.**

Los residuos utilizados en el reciclaje de pavimentos de hormigón son el propio hormigón y elementos metálicos como pasadores o barras de juntas.

Desde el punto de vista medioambiental, el reciclado de pavimentos de hormigón presenta una serie de ventajas, como son reducir el consumo de productos naturales y energía, y eliminar el impacto negativo de los vertederos.

En general, los agregados reciclados procedentes de los pavimentos de hormigón no producen un efecto negativo en el medioambiente. En el caso que estén contaminados con cloruros, procedentes de las sales utilizadas como fundentes en la vialidad invernal.

El reciclado de pavimentos de hormigón conlleva ventajas económicas, tanto en el ahorro de materiales naturales como en el espacio que ocuparía el material en vertedero. La tendencia general es su reutilización en la propia carretera.

## **506.4 MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS**

Los equipos más habituales son los martillos hidráulicos, los fracturadores de impacto y las mandíbulas hidráulicas; en los últimos años se han desarrollado nuevos equipos, como los fracturadores de chorro de agua a alta presión y los de resonancia.

- **Los martillos hidráulicos** montados en retroexcavadoras, a pesar de sus bajos rendimientos en torno a los 50 m<sup>2</sup>/h, se han utilizado habitualmente en la demolición de pavimentos de hormigón, fundamentalmente cuando las losas tienen un espesor importante como sucede en los aeropuertos.
- **Los fragmentadores de impacto** rompen el pavimento al dejar caer sobre la misma guillotina o mazas metálicas. El rendimiento de estos equipos está influido por una serie de factores, como el espesor de las losas, la resistencia del hormigón, la cantidad y distribución del acero, y la capacidad de soporte de la base de apoyo del pavimento. En cada obra habrá que ajustar el número de pasadas del fragmentador, su velocidad de avance y la altura de caída de las masas. La energía de impacto debe también controlarse para minimizar el daño a las capas subyacentes y las obras de drenaje. El espaciamiento habitual es de 60 cm en losas de hormigón en masa, reduciéndose a unos 15 cm en las losas armadas, para poder retirar las armaduras haciendo posible su carga con pala. En losas de hormigón en masa de 20 cm de espesor se obtienen rendimientos del orden de 150 m<sup>2</sup>/h.
- **Las mandíbulas hidráulicas**, montadas sobre equipos tractores, son capaces de ejercer una fuerza en su cierre sobre el material aprisionado, que procede de la demolición primaria, reduciendo sensiblemente su tamaño y facilitando, en su caso, la separación de armaduras antes del procesamiento en plantas de machaqueo.
- **Los fracturadores de chorro de agua a alta presión**, con rendimientos de aproximadamente 10 m<sup>2</sup>/h, están indicados cuando se trata de eliminar un cierto espesor de las losas afectadas por deterioros superficiales, en pavimentos sobre tableros de puentes y en hormigón armado, rompiendo el hormigón que rodea a las armaduras sin dañarlas. Con estos equipos se consigue un coeficiente de reducción muy alto, y no se afecta la integridad de las capas subyacentes a la zona tratada.
- **Los fracturadores por resonancia** permiten la trituración de losas de hormigón armado de hasta 30 cm de espesor en trozos no superiores a 25 mm, con rendimientos de 400 a 500 m<sup>2</sup>/h, así como la completa separación de la armadura y el hormigón. Una vez fracturado el pavimento de hormigón, es necesario removerlo, generalmente por medio de rippers, separar los elementos metálicos, en su caso, y cargar el material para transportarlo a las plantas de machaqueo. Generalmente, la separación de las armaduras de los pavimentos de hormigón armado se realiza “in situ”, mientras que la de los pasadores y barras de atado se suele hacer en las plantas. La carga del material conviene hacerla con palas de neumáticos, que afectan menos a las bases de apoyo.

### 506.5 ACEPTACIÓN

Los materiales obtenidos de la demolición serán evaluados visualmente y mediante mediciones y ensayos. Ver Cuadros 506-1 a 506-3.

### 506.6 MÉTODO DE MEDICIÓN

Cuando el Contrato estipule que el pago se hará a base de precios unitarios por la Demolición y de detalles específicos, se harán las mediciones por cada unidad estipulada en el Contrato.

La demolición de Pavimentos se medirá por área de proyección horizontal de la estructura a demoler y se medirá en metros cuadrados o en metros cúbicos según se especifique en el Pliego de licitación y será pagado en la sección correspondiente a demoliciones.

Una vez demolida la Estructura de Pavimento se Procederá a la Trituración del Material y este se medirá en metros cúbicos sueltos una vez que sea cumpla el proceso de trituración primaria y secundaria. Para cubicar este material,

se dispondrá de una cuadrilla de Topografía para cubicar el montículo y por medio de programas computarizados se estime el volumen de material de agregado triturado reciclado.

El Contratista deberá considerar en su costo de agregado reciclado de pavimento de concreto el acarreo y disposición de los materiales producto de demoliciones y remociones en un lugar previamente aprobado por el Ingeniero, en coordinación con la Sección Ambiental del MTI, además del proceso de trituración del mismo.

De surgir otros detalles durante la ejecución de la obra no contemplada en esta lista, los mismos se considerarán incluidos en el precio unitario propuesto por el Contratista por lo que no se reconocerá ningún pago adicional.

#### **506.7 BASES PARA EL PAGO**

<b>Ítem</b>	<b>Concepto de Pago</b>	<b>Unidad de Medida</b>
506,01	Agregado Reciclado de Hormigón	Metro Cúbico



Sub División 600

# PUENTES Y ESTRUCTURAS



**Foto de reverso:** Puente Santa Fé, Río San Juan Nicaragua.



## **SUBDIVISION 600**

### **PUENTES Y ESTRUCTURAS**

#### ■ **SECCION 601:**

##### **PILOTES HINCADOS**

601.1 DESCRIPCIÓN / PÁG. 429

601.2 MATERIALES / PÁG. 430

601.3 REQUISITOS PARA LA CONSTRUCCIÓN / PÁG. 430

601.3.1 Manejo e Izaje de Pilotes

601.3.2 Longitud de los Pilotes

601.3.3 Pilotes de Prueba

601.3.4 Capacidad de los Pilotes Hincados

601.3.5 Perforación Previa

601.3.6 Preparación e Hincado

601.3.7 Empalmes

601.3.8 Pilotes desplazados verticalmente por percusión

601.3.9 Pruebas de Carga

601.3.10 Pruebas de Integridad

601.3.11 Descabezado de Pilotes

601.3.12 Colocación del Concreto en Pilotes de Camisa o Tubo de Acero

601.4 MAQUINARIA, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS / Pág. 443

601.4.1 Equipo para hincar pilotes

601.4.1.1. Requisitos

601.4.1.2 Aprobación del equipo para hincado de pilotes

601.5 ACEPTACIÓN / PÁG. 449

601.6 MÉTODO DE MEDICIÓN / PÁG. 449

601.7 BASES PARA EL PAGO / PÁG. 450

#### ■ **SECCIÓN 601 A:**

##### **PILOTES DE CONCRETO COLADOS**

601A.1 DESCRIPCIÓN / Pág. 452

601A.2 MATERIALES / Pág. 452

601A.3 REQUERIMIENTOS PARA LA CONSTRUCCIÓN / Pág. 452

601A.3.1 Calificación de personal del Contratista

601A.3.2 Pozos Perforados de Prueba

601A.3.3 Pilotes Perforados o Excavados y Colados en Sitio

601A.3.4 Acero de Refuerzo para Pilotes Colados en Sitio

601A.3.5 Concreto para los Pilotes Colados en Sitio

601A.3.6 Descabezado

601A.3.7 Pruebas de Carga

601A.3.8 Pruebas de Integridad

601A.4 MAQUINARIA, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS / Pág. 462

601A.5 ACEPTACIÓN / Pág. 463

601A.5.1 Perforación

601A.5.2 Calidad del Concreto

601A.5.3 Colocación del concreto

601A.5.4 Calidad del Acero

601A.5.5 Ademes

601A.5.6 Ubicación, Alineamiento y Dimensiones

601A.6 MÉTODO DE MEDICIÓN / Pág. 465

601A.7 BASES PARA EL PAGO/ PÁG. 465

#### ■ **SECCIÓN 602:**

##### **CONCRETO ESTRUCTURAL**

602.1 DESCRIPCIÓN / Pág. 466

602.2 MATERIALES / Pág. 466

602.2.1 Requisitos

602.2.2 Almacenamiento y Manipulación del Material

602.3 REQUISITOS PARA LA CONSTRUCCIÓN / Pág. 468

602.3.1. Composición (Diseño de la mezcla de concreto

602.3.2 Escoria de Horno de Fundición de Hierro Molido

602.3.3 Mezclado

602.3.4 Entrega

602.3.5 Control de Calidad Muestreo y Ensayo

602.3.6 Condiciones de Temperatura y del Tiempo

602.3.7 Obras Falsa y Formaletas

602.3.8 Manipulación y Colocación del Concreto

602.3.9 Juntas de Construcción

602.3.10 Acabado del Concreto Plástico

602.3.11 Curado del Concreto

602.3.12 Acabado de Superficies de Concreto Coladas en Formaletas

602.3.13 Dispositivos de Anclaje en Concreto

602.3.14 Cargas sobre Estructuras Nuevas de  
Concreto

602.4. MAQUINARIA, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS/Pág. 497

602.5 ACEPTACIÓN/ Pág. 497

602.6 MÉTODO DE MEDICIÓN/ Pág. 498

602.7 BASES PARA EL PAGO/ Pág. 498

### ■ SECCIÓN 603:

#### **ESTRUCTURAS DE CONCRETO PREFORZADO**

603.1 DESCRIPCIÓN / Pág. 499

603.2 MATERIALES/ Pág. 499

603.2.1 Generalidades

603.2.2 Agua y aire

603.2.3 Almohadillas Elastoméricas de Apoyo

603.2.4 Pruebas

603.2.5 Dispositivos de Anclaje

603.3. REQUISITOS PARA LA CONSTRUCCIÓN/ Pág. 501

603.3.1 Métodos de Presfuerzo

603.3.2 Servicios de Asesoría

603.3.3 Concreto estructural presforzado

603.4 MAQUINARIA, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS / Pág. 513

603.4.1 Equipo para Presforzar

603.5 ACEPTACIÓN / Pág. 513

603.6 MÉTODO DE MEDICIÓN / Pág. 514

603.7 BASES PARA EL PAGO / Pág. 515

### ■ SECCIÓN 604:

#### **ACERO DE REFUERZO**

604.1 DESCRIPCIÓN / Pág. 515

604.2 MATERIALES / Pág. 515

604.3 REQUISITOS DE LA CONSTRUCCIÓN / PÁG. 516

604.3.1 Lista para pedidos del material

604.3.2 Protección de los Materiales

604.3.3 Dobladura

604.3.4 Colocación y Amarre

604.3.5 Transporte y almacenamiento

604.4 MATERIALES, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS/ PÁG. 518

604.5 ACEPTACIÓN/ PÁG. 518

604.6 MÉTODO DE MEDICIÓN/ PÁG. 518

604.7 BASES PARA EL PAGO/ PÁG. 519

### ■ SECCIÓN 605:

#### **ESTRUCTURAS DE ACERO**

605.1 DESCRIPCIÓN / Pág. 520

605.2 MATERIALES/ Pág. 520

605.2.1 Requisitos

605.2.2 Inspección en la Fábrica

605.2.3 Fabricación

605.2.4 Acabado y perfilado

605.2.5 Pasadores y Rodillos

605.2.6 Agujeros para Fijadores (Para Remaches y Pernos)

605.2.7 Montaje en el Taller

605.2.8 Manipulación y Almacenamiento de Materiales

605.3 REQUISITOS PARA LA CONSTRUCCIÓN / Pág. 530

605.3.1 Remaches y Remachado

605.3.2 Conexiones Empernadas; Pernos en Bruto, Torneados y Nervados

605.3.3 Conexiones Empernadas con Pernos de Alta Resistencia a la Tensión

605.3.4 Soldadura

605.3.5 Obra Falsa

605.3.6 Enderezado de Materiales Doblados

605.3.7 Ensamble del Acero

605.3.8 Remachado

605.3.9 Juntas con Pasadores.

605.3.10 Colocación de Zapatas de Asiento y Placas de Apoyo

605.3.11 Limpieza

605.4 MAQUINARIA, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS / PÁG.538

605.5 ACEPTACIÓN / PÁG. 539

605.6 MÉTODO DE MEDICIÓN / PÁG. 539

605.7 Base para el Pago / Pág.540

### ■ SECCIÓN 606:

#### **BARANDAS DE PUENTES Y VIADUCTOS**

606.1 DESCRIPCIÓN/ Pág. 540

606.2 MATERIALES/ Pág. 541

606.3 REQUISITOS PARA LA CONSTRUCCIÓN/ Pág.541

606.3.1 Barandas de Concreto

- 606.3.2 Barandas Precoladas
- 606.3.3 Barandas de Acero
- 606.3.4 Barandas de Aluminio
- 606.3.5 Barandas de Madera
- 606.3.6 Pintura
- 606.4 MAQUINARIA, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS/ Pág.544
- 606.5 ACEPTACIÓN./ Pág.544
- 606.6 MÉTODO DE MEDICIÓN/ Pág.544
- 606.7 BASES PARA EL PAGO/ Pág.544

■ **SECCIÓN 607:**

**ESTRUCTURAS DE MADERA**

- 607.1 DESCRIPCIÓN/ PÁG.545
- 607.2 MATERIALES/ PÁG. 545
- 607.3 REQUISITOS PARA LA CONSTRUCCIÓN/ PÁG. 545
  - 607.3.1 Generalidades
  - 607.3.2 Madera Tratada
  - 607.3.3 Madera no Tratada
  - 607.3.4 Pernos y Arandelas
  - 607.3.5 Avellanado
  - 607.3.6 Tirantería
  - 607.3.7 Arriostramiento de Caballetes
  - 607.3.8 Cabeceros para todos los Caballetes
  - 607.3.9 Arriostramiento
  - 607.3.10 Largueros o Vigas Longitudinales
  - 607.3.11 Pisos de Tablones
  - 607.3.12 Pisos de Madera Sólida de Tablones de Canto
  - 607.3.13 Guarniciones y Barandas
  - 607.3.14 Cerchas o Vigas Armadas
  - 607.3.15 Desagües
  - 607.3.16 Pintura
  - 607.3.17 Limpieza

- 607.4 MAQUINARIA, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS / PÁG 549
- 607.5 ACEPTACIÓN / Pág. 549
- 607.6 MÉTODO DE MEDICIÓN / Pág.550
- 607.7 BASES PARA EL PAGO / Pág.550

■ **SECCIÓN 608 :**

**ESTRUCTURAS DE MAMPOSTERÍA DE PIEDRA**

- 608.1 DESCRIPCIÓN / PÁG.550
- 608.2 MATERIALES / PÁG.551
- 608.3 REQUISITOS PARA LA CONSTRUCCIÓN / PÁG.551

- 608.3.1 Generalidades
- 608.3.2 Colocación de la Piedra
- 608.3.3 Rejuntado/acabado de caras
- 608.3.4 Construcción de Muros
- 608.3.5 Revestimiento de Piedra para Concreto
- 608.3.6 Construcción de Arcos
- 608.3.7 Baranda
- 608.4 MAQUINARIA, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS / PÁG.556
- 608.5 ACEPTACIÓN / PÁG.556
- 608.6 MÉTODO DE MEDICIÓN / PÁG.557
- 608.7 BASES PARA EL PAGO / PÁG.557

■ **SECCIÓN 609:**

**PUENTES PROVISIONALES**

- 609.1 DESCRIPCIÓN / PÁG. 558
- 609.2 MATERIALES / PÁG.558
- 609.3. REQUISITOS PARA LA CONSTRUCCIÓN / PÁG.558
  - 609.3.1 Capacidad de Carga
  - 609.3.2 Estructuras
  - 609.3.3 Accesos
  - 609.3.4 Mantenimiento
  - 609.3.5 Responsabilidad Civil
- 609.4 MAQUINARIA, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS / PÁG.559
- 609.5 ACEPTACIÓN/ PÁG.559
- 609.6 MÉTODO DE MEDICIÓN / PÁG. 559
- 609.7 BASES PARA EL PAGO / PÁG. 560

■ **SECCIÓN 610 :**

**PINTURA**

- 610.1 DESCRIPCIÓN/ Pág.560
- 610.2 MATERIALES/ Pág.560
  - 610.2.1 Generalidades
  - 610.2.2 Transporte y almacenamiento
- 610.3 REQUISITOS PARA LA CONSTRUCCIÓN / Pág.561
  - 610.3.1 Protección del Público, de la Propiedad y de los Trabajadores
  - 610.3.2 Protección de la Obra
  - 610.3.3 Generalidades sobre la Preparación de la Superficie
  - 610.3.4 Generalidades Sobre la Aplicación de la Pintura

- 610.3.5 Requisitos de calidad
- 610.3.6 Hierro y Acero Estructurales
- 610.3.7 Pintura de Superficies Galvanizadas
- 610.3.8 Pintura de Estructuras de Madera
- 610.3.9 Pintura de Estructuras de Concreto

610.4 MAQUINARIA, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS /  
PÁG.568

610.5 ACEPTACIÓN/ PÁG.568

610.6 MÉTODO DE MEDICIÓN/ PÁG.568

610.7 BASES PARA EL PAGO/ PÁG.568

#### ■ SECCIÓN 611:

##### **DISPOSITIVOS DE APOYO**

611.1 DESCRIPCIÓN./ PÁG.569

611.2 MATERIALES/ PÁG.574

611.3 REQUISITOS PARA LA CONSTRUCCIÓN / PÁG.574

- 611.3.1 Generalidades
- 611.3.2 Apoyos Elastoméricos
- 611.3.3 Tolerancias dimensionales
- 611.3.4. Apoyos de Balancín, de Rodillos y Deslizantes
- 611.3.5 Mampostería, Suela y Planchas de Relleno para Apoyos
- 611.3.6 Superficies Recubiertas con Tetrafluoretileno (TFE) para Apoyos
- 611.3.7 Pernos de Anclaje
- 611.3.8 Lecho de la Mampostería o Concreto

611.4 MAQUINARIA, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS /  
PÁG.579

611.5 ACEPTACIÓN/ PÁG.579

611.6 MÉTODO DE MEDICIÓN/ PÁG.580

611.7 BASE PARA EL PAGO/ PÁG.580

#### ■ SECCIÓN 612:

##### **PEGAMENTOS EN CONCRETO ESTRUCTURAL**

612.1 DESCRIPCIÓN. / PÁG.580

612.2 MATERIALES. / PÁG.580

612.3 REQUERIMIENTOS PARA LA CONSTRUCCIÓN /  
PÁG.581

- 612.3.1 Procedimientos Generales para Reparación de Fisuras/ Pág.
- 612.3.2 Métodos de Ensayo/ Pág.

612.4 MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS/  
PÁG.585

612.5 ACEPTACIÓN./ PÁG.585

612.6 MÉTODO DE MEDICIÓN/ PÁG.585

612.7 BASES PARA EL PAGO/ PÁG.585

#### ■ SECCIÓN 613:

##### **MURO DE TIERRA ESTABILIZADOS MECÁNICAMENTE**

613.1 DESCRIPCIÓN / Pág.586

613.2 MATERIALES/ Pág.586

613.3 REQUISITOS PARA LA CONSTRUCCIÓN/ Pág.586

- 613.3.1 Generalidades
- 613.3.2 Erección del Muro
- 613.3.3 Rellenado
- 613.3.4 Plataforma de Nivelación

613.4 MAQUINARIA, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS /  
Pág. 591

613.5 ACEPTACIÓN / Pág.592

613.6 MÉTODO DE MEDICIÓN/ Pág.592

613.7 BASES PARA EL PAGO/ Pág.592

#### ■ SECCIÓN 614:

##### **JUNTA DE EXPANSION O DILATACION**

614.1 DESCRIPCIÓN / Pág.593

- 614.1.1 Tipos de Juntas de Expansión o Dilatación
- 614.1.2 Ubicación de las Juntas

614.2 MATERIALES/ PÁG.595

614.3 REQUERIMIENTOS PARA LA CONSTRUCCIÓN /  
PÁG.596

- 614.3.1 Planos de Taller
- 614.3.2 Fabricación
- 614.3.3 Suministro, transporte y almacenamiento
- 614.3.4 Colocación

614.4 MAQUINARIA, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS/  
PÁG.596

614.5 ACEPTACIÓN/ PÁG.596

614.6 MÉTODO DE MEDICIÓN/ Pág.597

614.7 BASES PARA EL PAGO/ Pág.597

## SECCIÓN 601

### PILOTES HINCADOS

#### 601.1 DESCRIPCIÓN

Esta sección comprende todos los trabajos establecidos para el suministro, fabricación, excavación e hincado de pilotes para puentes, obras marítimas y estructuras afines establecidos en el pliego de bases y condiciones (PBC), planos constructivos presentados de acuerdo con la División I y/o aprobación del ingeniero.

##### Tipos de Pilotes:

- ▶ **PILOTES DE ACERO PERFIL EN H O I:**  
Son elementos estructurales alargados, cuyo diámetro o lado menor de su sección generalmente es igual o inferior a 2 metros, fabricado con perfiles estructurales “H” o “I”, o bien tubulares de extremo inferior generalmente abierto, que se emplean en la cimentación profunda de estructuras, con el objeto de transmitir las cargas de la superestructura y subestructura al sub-suelo.
- ▶ **PILOTES DE CONCRETO PREFABRICADOS:**  
Son elementos estructurales elaborados con concreto reforzado o pretensados, cuya sección transversal tiene un diámetro o lado menor, igual o inferior a 0.60 metros, que son fabricados en planta y después hincados en el lugar especificado por el diseño de cimentación profunda de estructuras, con el objeto de transmitir las cargas de la superestructura y subestructura al sub-suelo.
- ▶ **PILOTES DE MADERA TRATADOS Y NO TRATADOS:**  
Son elementos estructurales alargados, y labrados en ese material, cuya sección tiene un diámetro o lado menor, igual o inferior a 0.60 metros que se emplea en la cimentación profunda de estructuras convencionales (puentes provisionales, muelles, entre otros), para transmitir las cargas de la superestructura y subestructura al sub-suelo.
- ▶ **PILOTES MIXTOS:**  
Son aquellos pilotes combinados por dos materiales; acero y concreto o madera y concreto, generalmente son cubierta de acero relleno con concreto, tubo de acero relleno con concreto. El éxito de estos pilotes mixtos radica en la calidad de la unión que se logre, la cual debe ser firme y hermética, que no permita la infiltración de agua o lodo entre los tipos de materiales.

##### Nota:

*En el caso del uso de otro tipo de pilote, ya sea de diferente material, tipología constructiva o diseño que difiera de los planos del proyecto, si el pliego de bases y condiciones permitiese la presentación de otra alternativa, deberá ser presentado para la aprobación previa del ingeniero adjuntando memorias de cálculo, planos y especificaciones, además del asesoramiento de un especialista en la materia.*

## **601.2 MATERIALES**

Los materiales deberán cumplir con lo establecido en las siguientes secciones y artículos:

Acero de Refuerzo	Sección-604
Concreto Estructural	Sección-602
Acero de Presfuerzo	Artículo 1009.3
Acero Estructural	Sección 605
Madera	Artículo-1014.1 – 1014.2
Pintura	Sección-1008

No se aceptará el suministro y utilización de materiales que no cumplan con lo indicado con las descripciones de las secciones y artículos de los materiales mencionados, ni en el supuesto de los casos, que serán mejorados posteriormente colocados en el sitio, por el Contratista de la Obra, estos serán objeto de rechazo.

## **601.3 REQUISITOS PARA LA CONSTRUCCIÓN**

El Contratista deberá de presentar al ingeniero un plan y/o programa para la construcción e hincado de los pilotes, el cual debe mostrar como mínimo lo descrito en esta sección.

- El Contratista presentará el cronograma de trabajo de acuerdo con la propuesta de diseño definida para el proyecto, así como especificaciones y particularidades de los equipos, planos de taller, procedimientos constructivos que empleará que serán sujetos de revisión y aprobación por el ingeniero de acuerdo con la División I.
- Se presentará listado de equipo propuesto para el proceso de hincado de los pilotes, entre ellos martinets, grúas, perforadoras, vibrohincadores, resbaladeras, accesorios para hincado, equipos de limpieza, etc. Y cualquier tipo de información mostrada en los planos o solicitada por el ingeniero.
- El programa de trabajo presentado por el contratista deberá incluir todas las precauciones necesarias para la prevención de daños estructurales y cualquier otro elemento del medio existente. Todas las medidas deberán incluir la selección de métodos y procedimientos constructivos que impidan la excavación de los pilotes, incluyendo el monitoreo y control de las vibraciones generadas en el proceso de excavación e hincado del pilote.
- En los sitios donde se deba implementar la colocación de terraplenes, los pilotes deberán ser hincados posteriormente a la colocación del relleno, al menos que se indique lo contrario en los planos u ordenado por el ingeniero.
- El contratista no deberá comenzar la construcción de los pilotes hasta que el programa, obtenga la aprobación por el ingeniero, quien para la revisión deberá ser asesorado por la unidad ejecutora encargada o especialista en la materia. Dicha aprobación no contempla la liberación de la responsabilidad, de resultados adquiridos mediante la aplicación del programa y procedimientos constructivos previamente establecidos y aprobados.
- El procedimiento de trabajos de fabricación de los pilotes dependerá de la tipología del pilote a hincar, el contratista deberá presentar procedimiento y control de fabricación, transporte, almacenamiento, izaje e hincadura.
- El Transporte y Almacenamiento de todos los pilotes, incluyendo materiales para la construcción de los mismos, son responsabilidad exclusiva del Contratista de Obra. Los transportara y almacenara de tal forma que no sufran daños estructurales y alteraciones que ocasionen deficiencias en la calidad de la obra.

El Contratista llevara el control del proceso de hincado haciendo uso del protocolo, que se muestran en esta misma subsección.

**PROTOCOLO DE HINCADO DE PILOTES**

Nombre del proyecto:					Fecha de hincado:														
Contratista:					No. Proyecto:														
Contratante:					Ubicación:														
<b>Datos de equipos de hincado</b>																			
Martinete:			Peso de Caída (Ton):			Energía:													
Vibrohincador:			Fuerza Centrífuga (Ton):			Amplitud (m):			Frecuencia (Hz):										
<b>Datos del pilote</b>																			
Tipo de pilote:			Sección de Corte:			Resistencia del concreto f'c:			Tipo de acero fy:										
Pilote No.:			Peso del pilote (Ton):			Longitud del pilote (m):			Área:										
<b>Niveles de referencia de acuerdo a diseño y/o aprobado por el Ingeniero</b>																			
<b>Nivel de trabajo (msn m):</b>										<b>Nivel del cabezal del pilote (msn m):</b>					<b>Nivel del desplante del pilote (msn m):</b>				
Energía cinética					Energía cinética					Energía cinética									
Estratigrafía del Sub-suelo (cm)	Profundidad de hinca (cm)	Penetración por tanda/minuto 1)+2)	por tanda/minuto 1)+2) (Ton.m)	Total (Ton.m)	Altura de caída del pistón (cm)	Profundidad de hinca (cm)	Penetración por tanda/minuto 1)+2)	por tanda/minuto 1)+2) (Ton.m)	Total (Ton.m)	Altura de caída del pistón (cm)	Profundidad de hinca (cm)	Penetración por tanda/minuto 1)+2)	por tanda/minuto 1)+2) (Ton.m)	Total (Ton.m)	Altura de caída del pistón (cm)				

- 1) 1 tanda corresponde a 10 impactos; en martillos de doble acción: Introducir la energía de hinca por minuto,
- 2) En martillos de doble acción: Introducir los minutos.

**Nota:** El rechazo del pilote se determinará de acuerdo a la subsección 601.3.4, y será aprobado por el ingeniero, además del asesoramiento de un especialista en la materia.

**601.3.1 Manejo e Izaje de pilotes**

**601.3.1.1 Pilotes de concreto**

Los pilotes de concreto serán manejados con estricto cuidado para evitar fisuras o agrietamiento debidos a la concentración de esfuerzos en cada uno de los elementos. Para el ascenso, izamiento y todo tipo de maniobras de los pilotes, se deberán garantizar estos puntos a lo largo del cuerpo del mismo, de acuerdo a lo indicado en el diseño y planos taller, para resistir todas las maniobras necesarias, con el objeto de reducir al mínimo peligro de fracturas.

Es importante que antes de realizar el procedimiento de izaje, se deben revisar los pilotes que se encuentren libres de defectos de rupturas, torsión o pandeos, de encontrarse los defectos antes mencionados estos deben ser evaluados por el ingeniero para su rechazo o aprobación.



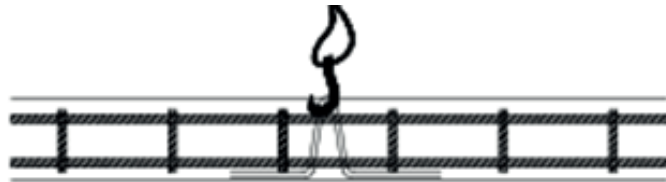
La maniobra de izaje y enganche de los pilotes será realizado por personal capacitado y cualificado, atendiendo siempre el procedimiento preestablecido por el fabricante y diseño.

En el caso de pilotes de concreto pretensado y reforzado, los puntos de izamiento están conformado por orejas de varilla, cable de acero o placa que se fijan previamente al acero de refuerzo y que quedan incrustadas en el concreto como lo mostrado en la siguiente *Figuras A* de la presente norma.

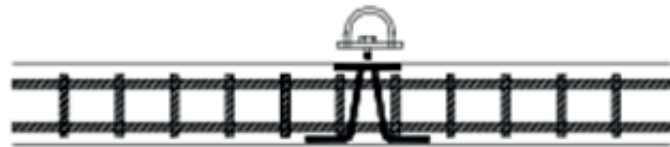
**FIGURAS A**



Oreja de cable de acero



Oreja de Varilla

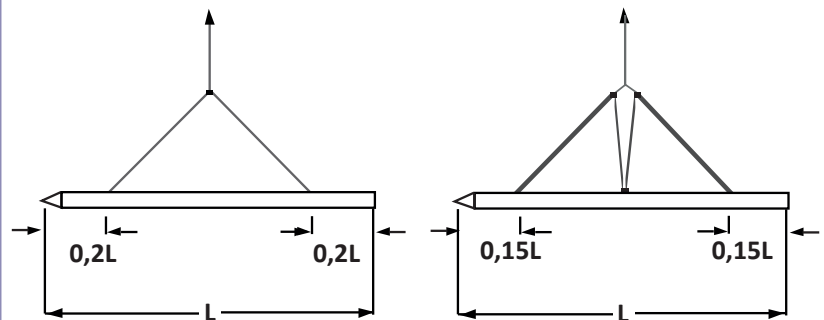


Placa o ancla de acero

Para el transporte de pilotes de concreto, se deberá implementar el uso de balancines o sujetadores en dos o más puntos de izamiento y/o conexión, se deberán colocar aproximadamente entre 15 y 20% de la longitud de los extremo o cabeza del pilote, como se muestra en la *Figura B*. En los casos que los pilotes sean de corta longitud y puedan ser maniobrados mediante un solo punto de izamiento y/o conexión, éste estará colocado al 30% de la longitud del pilote desde la cabeza como se muestra en dicha *Figura C*.

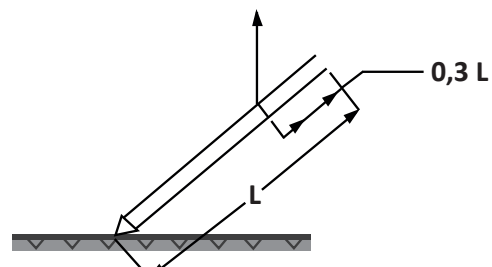
**FIGURA B**

**DOS O MÁS BALANCINES O SUJETADORES**



**FIGURA C**

**PILOTES CORTOS CON UN SOLO PUNTO DE IZAJE**



Durante el izaje de pilotes, hay que delimitar el acceso de personal a la zona afectada por el radio de acción de la máquina y de la carga. Sólo el personal autorizado podrá acceder para posibilitar el guiado del pilote y el acoplamiento de este a las guías de la máquina, permaneciendo en todo momento a una distancia, como mínimo, que doble la de la longitud del pilote.

#### *601.3.1.2 Pilotes de acero*

Los pilotes de acero serán maniobrados con estricto cuidado para evitar que sufran golpes, deformaciones o rupturas. Para tal efecto la trabajabilidad de los elementos se deberá proveer dos a más puntos de izaje y/o conexión, que serán manejados mediante balancines o cables como se muestra en la figura de B y C.

En los casos de ser necesario realizar agujeros en la sección de los elementos por efectos de manejo de los pilotes, se deberá realizar una (1) o más aplicaciones de pintura cumpliendo con lo especificado de la sección 610, con el objeto garantizar la protección original de los pilotes, a menos que en el proyecto se establezcan otra especificaciones u órdenes del ingeniero.

#### *601.3.1.3 Pilotes de madera*

Los pilotes de madera, especialmente los preservados o tratados, serán manejados con estricto cuidado para evitar la rotura de las fibras exteriores y deformaciones en el cuerpo del elemento, debido a la penetración de los accesorios o las herramientas del equipo. Para tal efecto, se utilizarán cuerdas o cables como se representa en la Figura B y C. No se permitirá el uso de accesorios tales como ganchos, garfios u otras herramientas, que puedan deteriorar u ocasionar la penetración en la madera, el proceso de manejo se realizará de acuerdo con lo indicado en el proyecto y/u órdenes del ingeniero.

A todas las cortaduras y grietas superficiales de los pilotes de madera preservada, así como en los agujeros taladrados que se requieran, se les dará una o más aplicaciones del preservador o la aplicación de algún material sellador que presente muy buena adherencia con el material de los pilotes, a menos que en el proyecto se mencione o se indique algún método adicional u ordenado por el ingeniero.

### **601.3.2 Longitud de los Pilotes**

Los pilotes deberán ser suministrados con la longitud suficiente, a fin de obtener la penetración requerida y extenderse dentro de la viga de corona o en el cimientado según lo indiquen los planos. Además, se aumentará la longitud para procurar un cabeceado sano y para facilitar el método de operaciones del Contratista. Cuando sean requeridos pilotes, el Contratista suministrará pilotes con la longitud determinada por dichos pilotes de prueba.

### **601.3.3 Pilotes de Prueba**

El Contratista realizará el proceso de hincado de pilotes de pruebas en el sitio donde lo especifique el proyecto o donde lo indique el ingeniero. Con ese propósito, excavará el terreno en el sitio de cada pilote de prueba o pilote de producción, hasta el nivel de desplante de fundación indicado en el proyecto, antes de hincar el pilote. Se suministrarán pilotes de prueba de una longitud mayor que la estimada para los pilotes de producción. Los pilotes de prueba serán hincados utilizando el mismo equipo a usar en los pilotes de producción o fabricados.

Los pilotes de prueba serán hincados hasta alcanzar la capacidad última requerida hasta el nivel estimado para la punta del pilote. A los pilotes de prueba que no alcancen la capacidad última requerida a la elevación estimada para

la punta previamente definida en el diseño, se les dejará asentarse por 24 horas antes de continuar hincándolos. El martinete deberá ser calentado antes de reiniciar el hincado, mediante la aplicación de, por lo menos, 20 golpes a otro pilote. Si no se logra alcanzar la capacidad última requerida con la re-hincadura, hínquese una porción o toda la longitud restante del pilote de prueba y repítase el período de asentamiento y el proceso de re-hincadura según lo ordene el Ingeniero.

Los pilotes de prueba que vayan a ser usados en la estructura terminada deberán llenar los requisitos para los pilotes fabricados. Los pilotes de prueba que no vayan a quedar incorporados en la estructura terminada deberán ser removidos, hasta una profundidad no menor de 0.5 m, por debajo de la rasante terminada.

#### **601.3.4 Capacidad de los Pilotes Hincados**

Los pilotes deberán ser hincados a la penetración especificada y a la profundidad necesaria para obtener la capacidad última requerida para el pilote. A los pilotes que no alcancen la capacidad última requerida a la longitud ordenada, se les hará un empalme y se continuará hincándolos con un martinete impactante hasta alcanzar la antes mencionada capacidad.

Se usará la fórmula dinámica para determinar la capacidad última del pilote hincado en su lugar, a menos que fuera requerida la ecuación de onda de acuerdo con el Artículo 601.4.1.2 (b).

##### *(a) Ecuación de Onda*

Se considerará que se ha obtenido una penetración adecuada cuando el criterio especificado de resistencia de la ecuación de onda es alcanzado dentro de 1.50 m de elevación designada para la punta del pilote. Los pilotes que no alcancen la resistencia especificada dentro de estos límites deberán ser hincados hasta alcanzar una penetración determinada por el Ingeniero.

$$R_u = 7 \sqrt{E} \log(10N) - 550$$

##### *(b) Fórmula Dinámica*

$$X = \left( \frac{R_u + 550}{7\sqrt{E}} \right)^{-1}$$

Los pilotes deberán ser hincados hasta alcanzar la penetración necesaria para obtener la capacidad última del pilote, de acuerdo a la siguiente fórmula:

##### **Donde:**

- $R_u$  = Capacidad última del pilote, en Kilonewtons  
 $E$  = Energía del Martinete tasada por el Fabricante, en joules para el recorrido del pistón del martinete, observado o medido en el campo.  
 $\log(10N)$  = logaritmo con base 10 del producto de 10 por N.  
 $N$  = Número de golpes del martinete por cada 25 mm de penetración en su parte final.

Resolviendo para N:  $N = 10^x$

Factor de Seguridad = 3.0

### 1. Pilotes Hincados a Chorro

Se determinará la capacidad última en el sitio de los pilotes hincados a chorro con base en el conteo de los golpes de martinete de impacto según la fórmula dinámica, después de que hayan sido quitados los tubos de aplicación del chorro. Después de determinar la longitud de penetración del pilote necesaria para producir la capacidad última requerida del pilote por medio del conteo de los golpes del martinete de impacto, se deberán instalar los pilotes restantes en cada grupo o en cada unidad de subestructura a profundidades similares con métodos similares. Usando la fórmula dinámica, se deberá confirmar si ha sido alcanzada la capacidad última requerida en el pilote.

### 2. Condiciones de la Fórmula Dinámica

La fórmula dinámica es aplicable solamente cuando son aplicables todas las condiciones siguientes:

- El martinete está en buenas condiciones y está operando de una manera satisfactoria.
- El pistón del martinete cae libremente.
- No se usa un falso pilote (extensión).
- La cabeza del pilote no está barrida o aplastada.

#### 601.3.5 Perforación Previa

Cuando los pilotes van a ser hincados a través de terraplenes compactados, se perforarán los agujeros en más de 1.5 m de profundidad hasta el terreno natural, mediante barrenado, perforación rotatoria húmeda u otros métodos aprobados. Excepto en los casos de pilotes apoyados de punta sobre roca o talpetate, se deberá suspender el barrenado o perforación, por lo menos, a 1.5 m arriba de la elevación estimada para la punta del pilote y luego se hincará el pilote con un martinete de impacto hasta alcanzar una penetración a la que se obtenga la capacidad última requerida en el pilote.

La barrenación o perforación previa puede ser extendida hasta la superficie de la roca o talpetate donde los pilotes deban ser apoyados de punta. Los pilotes deberán ser asentados dentro de los estratos donde se apoyarán de punta. Los agujeros serán barrenados o perforados de un tamaño menor que el diámetro o diagonal de la sección transversal del pilote, permitiendo la penetración del pilote a la profundidad especificada. Si se encontrarán obstrucciones tales como bolones o capas de roca, el diámetro del agujero podrá ser aumentado a la mínima dimensión adecuada para la hincadura del pilote. Los huecos que quedaran alrededor del pilote después de haber completado la hincadura, se deben rellenar con arena u otro material aprobado. No se deberán usar barras punzonadoras o perforadora en vez del barrenado o la perforación previos.

No se deberá deteriorar la capacidad de pilotes existentes ni la seguridad o condición de estructuras adyacente. Si el barrenado o perforación altera la capacidad de pilotes o estructuras previamente instaladas, se deberá restaurar la dicha capacidad mediante algún método aprobado.

#### 601.3.6 Preparación e Hincado

El Contratista deberá ejecutar todos los trabajos estipulados, bajo la Sección 208. Deberá hacer las cabezas de todos los pilotes planas y perpendiculares al eje longitudinal del pilote. La hincadura de pilotes deberá ser coordinada de tal manera que no produzca daños en otras partes del trabajo terminado.

Los pilotes deberán ser hincados dentro de 50 mm de su localización en el plano, a la elevación de recorte para cabeceado de caballetes y dentro de 150 mm de su localización en el plano, para pilotes cabeceados por debajo del terreno terminado. El pilote no deberá quedar a menos de 100 mm de cualquier cara del cabeceado. Los pilotes deberán

ser hincados de tal manera que su alineamiento axial quede dentro de 20 mm por metro del alineamiento requerido.

El Ingeniero podrá detener la hincadura para comprobar el alineamiento del pilote. Se deberá comprobar el alineamiento de los pilotes que no puedan ser inspeccionados internamente después de su instalación, antes de hincar los últimos 1.50 metros. No se podrá tirar lateralmente de los pilotes o empalmar para corregir malos alineamientos. No se deberá empalmar una sección debidamente alineada sobre un pilote mal alineado.

Los pilotes individuales deberán ser colocados en grupos de pilotes, comenzando ya sea desde el centro del grupo y prosiguiendo hacia afuera en ambas direcciones o comenzando en la fila externa y prosiguiendo progresivamente a través del grupo.

Se deberán corregir de una manera aprobada todos los pilotes hincados inapropiadamente, hincados fuera de su localización correcta, mal alineados, o hincados debajo de su elevación de recorte designada. Los pilotes dañados durante el manejo o hincadura, deberán ser reemplazados. El Contratista deberá someter a la aprobación del Ingeniero el método (o métodos) propuestos para corregir o reparar las deficiencias.

*(a) Pilotes de Madera.*

Los pilotes de madera, deberán cumplir con lo establecido en los **Artículos 1014.1, 1014.2 y 1014.8.**

No podrán ser usados los pilotes que tengan rajaduras de más de 15 mm de ancho. Los pilotes de madera tratada deberán ser hincados dentro de los 6 meses posteriores al tratamiento. El manejo y cuidado de pilotes tratados a presión se realizarán de acuerdo con la AWWA Estándar M4.

La punta del pilote deberá ser cuidadosamente formada, a fin de asegurar un apoyo parejo y uniforme para la zapata del pilote. La zapata deberá ser fijada al pilote con toda seguridad. Todos los agujeros cortos o cabeceros con pilotes tratados con dos aplicaciones de brocha de una solución de creosota y alquitrán de hulla.

*(b) Pilotes de Acero.*

Los pilotes de acero deberán cumplir con lo establecido en el **Artículo 1014.6, 1014.9**, y tablestaca de acero con el **artículo 1014.7.**

El Contratista deberá suministrar pilotes de longitud completa, sin empalmes en longitudes de hasta 18 m. Si en el primer pilote hincado fuesen requeridos empalmes y se prevé que van a ser requeridos también en los pilotes subsiguientes, se colocarán en el tercio más bajo de la longitud del pilote. No serán permitidas secciones empalmadas de menos de 3 m de longitud ni más de 2 empalmes por pilote.

Los pilotes de acero serán cargados, transportados, descargados, almacenados y manejados de tal manera que el metal sea mantenido limpio y libre de daños. No se deberán usar pilotes que excedan la contra flecha y curvatura permitidas por las tolerancias de fábrica permisibles. Los pilotes de acero que se dañen durante su instalación serán considerados insatisfactorios a menos que la capacidad portante sea del 100% de la capacidad última requerida, según sea demostrado por medio de pruebas de carga. Las pruebas de carga realizadas, serán por cuenta del Contratista.

*(c) Pilotes de Concreto Prefabricado.*

Los pilotes de concreto prefabricado, deberán cumplir con lo establecido en el **Artículo 1014.3.**

Durante el izaje o traslado hacia los puntos mostrados en los planos o sea que no estén mostrados, los pilotes de concreto deberán ser soportados en los puntos situados en los cuartos de su longitud. El Contratista deberá proveer eslingas cuando esté izando o transportando pilotes de concreto, a fin de evitar que se flexionen o se quiebren en sus bordes.

Las cabezas de los pilotes de concreto deberán ser protegidas con un amortiguador de pilotes de, por lo menos, 100 mm de espesor. El amortiguador será recortado con el objeto de ajustarlo a la sección transversal de la parte superior del pilote. Se deberá reemplazar el amortiguador del pilote si es comprimido en más de la mitad de su grosor original o comienza a quemarse. El Contratista deberá proveer un amortiguador nuevo por cada pilote. Un pilote de concreto será rechazado si contiene algún defecto que afecte su resistencia o su comportamiento a largo plazo.

*(d) Pilotes de Tubo o de Acero Rellenados con Concreto.*

Las camisas o tubos de acero deberán ser suministrados y manejados de acuerdo con lo establecido en el literal (b) que antecede. El recorte de zapatas para las camisas o tubos puede ser hecho dentro o fuera de la camisa. Se deberá usar acero estructural de alto contenido de carbono con un resalto fresado para apoyo de la camisa o acero fundido con un resalto diseñado para fijar con simple soldadura.

Cuando sea práctico, se hincarán todas las camisas o tubos de acero para colocar el concreto en cualquiera de las camisas o tubos. No se deberán hincar pilotes de camisas o tubos a menos de 5 metros de distancia de cualquier pilote de camisa o tubo de acero relleno con concreto, hasta que el concreto haya sido curado, por lo menos, 7 días, ó 3 días si se ha usado concreto de alta resistencia inicial. No se deberá hincar ningún pilote de camisa o tubo después de haber sido relleno con concreto. Se deberán remover y reemplazar camisas declaradas inaceptables para ser usadas, debido a quiebres, dobladuras o encarrilamientos.

### **601.3.7 Empalmes**

El Contratista deberá someter a la aprobación del Ingeniero los detalles para empalmes hechos en el campo. Las secciones de pilotes a ser añadidas deberán ser alineadas y conectadas de manera que el eje del pilote empalmado sea recto.

*(a) Pilotes de Acero.*

El Contratista deberá entregar al Ingeniero un Certificado de Capacidad para cada Soldador a cargo del trabajo. Para la soldadura estructural solamente se aceptarán soldadores certificados por las autoridades competentes. Las superficies a ser soldadas deberán ser lisas, uniformes y libres de escamas sueltas, escoria, grasa u otro material que impida una soldadura apropiada. El acero podrá ser cortado al oxígeno. Se podrá hacer uso del escopleado, cincelado o esmerilado al arco de carbono en la preparación de juntas.

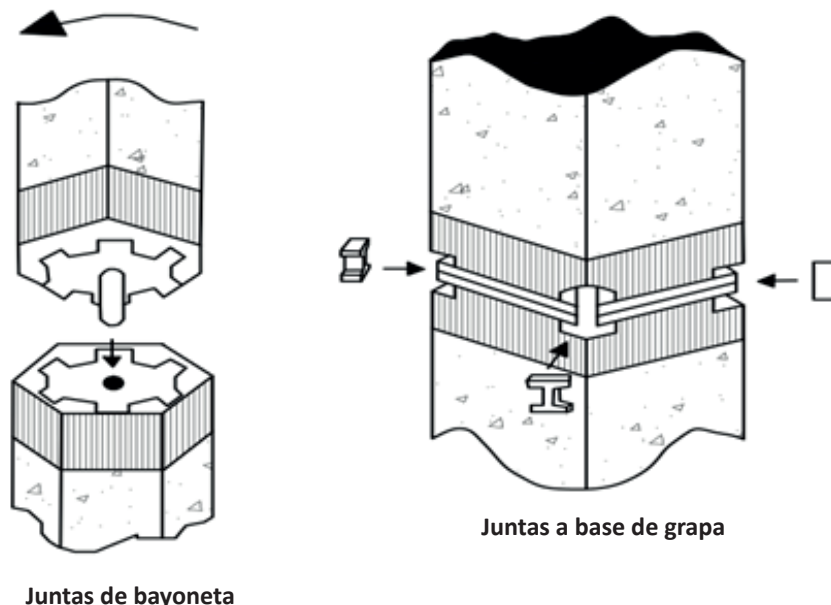
La soldadura deberá ser hecha de acuerdo con la norma AASHTO / AWS D 1.1 Código de Soldadura para Puentes. Toda la sección transversal del pilote será soldada usando juntas a tope de soldadura acanalada. La soldadura será hecha de tal manera que no haya evidencia visual de grietas, falta de fusión, socavación, excesivas bolsas de contracción, porosidad o tamaño inadecuado. En vez de soldadura acanalada a tope de penetración total, se podrán usar empalmes hechos en fábrica.

*(b) Juntas de conexión entre pilotes.*

1. Concreto:

Si es necesario hincar varios tramos de pilote, se ejecutará una junta que puede ser desde una soldadura a tope de

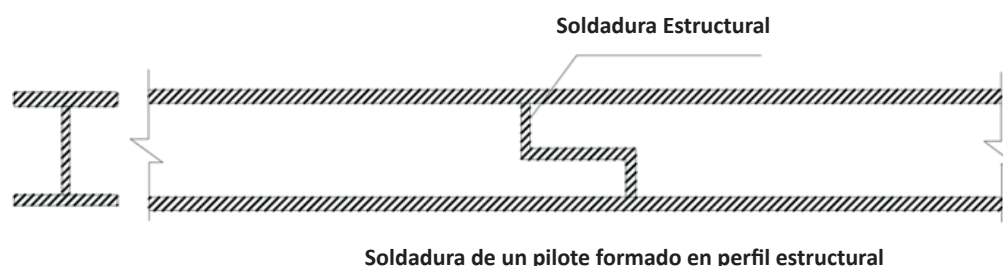
dos placas previamente fijadas a los extremos del pilote hasta mecanismos como juntas de bayoneta o juntas de grapas como se muestra en la Figura A de las presentes especificaciones, de acuerdo con lo establecido en el proyecto o aprobado por el ingeniero, además de cumplir estrictamente con las **secciones 603 y 604**.



### 2. Acero:

Las juntas entre tramos de pilote, las puntas para los mismos y los aumentos en las cabezas cuando se indiquen, se construirán de acuerdo con lo establecido en el proyecto o aprobado por el ingeniero.

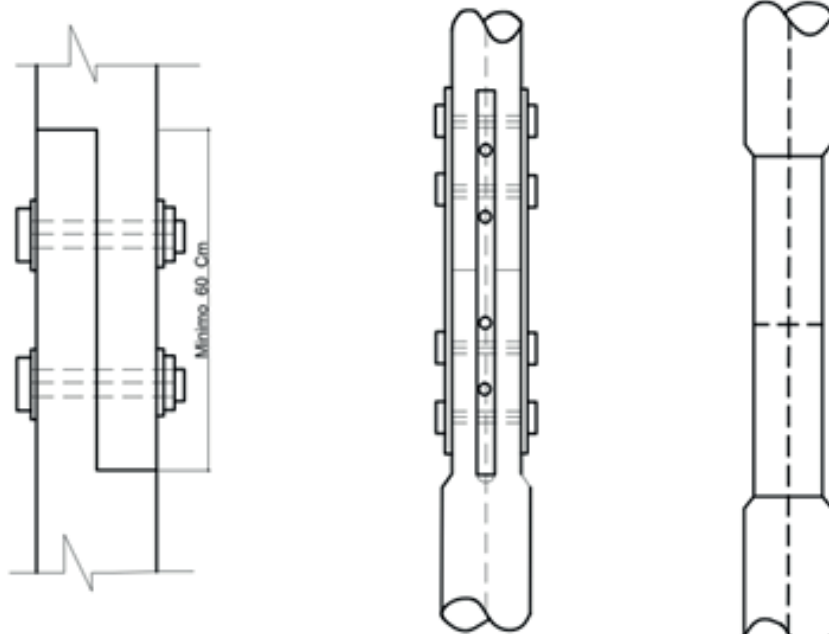
Las juntas en los perfiles estructurales se harán mediante juntas "Z" soldadas, como la mostrada en la Figura B de la presente norma, considerando las especificaciones establecidas en la **sección 605**.



### 3. Madera:

Si la profundidad de hincado necesaria es mayor que la longitud de los pilotes, éstos pueden prolongarse por ensambles de 60cm de longitud como mínimo, a media madera, por entablillado o mediante un tubo de acero en el que se introduzcan los extremos de las dos piezas por unir, como se muestra en la Figura C de esta normativa, conforme a lo establecido en el proyecto o aprobación del ingeniero, además del cumplimiento con **secciones 605 y 607**.

El Contratista deberá someter a la aprobación del Ingeniero los dibujos del detalle de los empalmes propuestos. Para empalmar pilotes de concreto reforzados o pilotes pretensados, se deberán usar barras de anclaje o trabazón u otros medios mecánicos aceptables. El empalme de anclaje deberá desarrollar resistencias a la compresión, tensión y a la flexión iguales o mayores que las del pilote que se está empalmando.



Junta tipo media madera

Junta tipo entablillado

Junta de tubo de acero

*(c) Extensiones de Pilotes de Concreto*

## 1. Pilotes de Concreto Prefabricado

La extensión, de pilotes de concreto prefabricado deberá ser hecha removiendo primero el concreto del extremo del pilote y dejando expuestos 40 diámetros del acero de refuerzo. El concreto será removido produciendo una cara perpendicular al eje del pilote. Se conectará luego acero de refuerzo del mismo tamaño que el usado en el pilote, al acero de refuerzo que ha quedado expuesto. Enseguida se construirán las formaletas de la extensión en forma que no haya filtraciones a lo largo del pilote. Inmediatamente antes de colocar el concreto, se deberá mojar el extremo del pilote y se cubrirá con una capa delgada de mortero retemplado con cemento puro u otro material aprobado para aumentar la adherencia. Se coloca concreto con el mismo diseño de mezcla y calidad que el usado en el pilote.

Las formaletas serán mantenidas en su lugar por no menos de 7 días después de colocado el concreto. La curación y acabado serán realizadas de acuerdo con lo dispuesto en la *Sección-602*.

## 2. Pilotes Pretensados

Los pilotes prefabricados pretensados deberán ser extendidos de acuerdo con lo dicho en el literal (b) que antecede. Se deberán incluir varillas de refuerzo en la cabeza del pilote para empalmar con las varillas de la extensión. No se deberán hincar pilotes prefabricados que tengan extensión.

*(c) Pilotes de Madera*

No se deberán extender los pilotes de madera.



### 601.3.8 Pilotes desplazados verticalmente por percusión

Durante la operación de hincado del pilote, se deberá comprobar si se produce levantamiento del mismo. Se tomarán lecturas del nivel inmediatamente después de que cada pilote ha sido hincado y de nuevo, después de que hayan sido hincados otros pilotes dentro de un radio de 5 m. Los pilotes que se hayan levantado más de 5 mm, deberán ser vueltos a hincar. La vuelta a hincar será hecha hasta alcanzar la resistencia y penetración especificadas.

### 601.3.9 Pruebas de Carga

El Contratista además de cumplir con lo estipulado en el inciso 601.3.3, de esta especificación, y si el contrato así lo indica, contratara los servicios de una empresa consultora calificada en estudios geotécnicos, con experiencia no menos de 3 años en la realización de pruebas estáticas, dinámicas e integridad, se seleccionará del grupo de pilote a manera aleatoria la cantidad de pruebas que se indique en los planos y/o aprobado por el Ingeniero.

#### a) Pruebas de Carga Estática ..... Artículo 1014.10

Estas pruebas deberán ser efectuadas de acuerdo con las normas ASTM, usando el método rápido de pruebas de carga. El Contratista deberá someter a la aprobación del Ingeniero, a detalle los aparatos de carga propuestos, de acuerdo con lo siguiente:

Carga de compresión axial estática.....	ASTM D 1143
Carga de tensión axial estática.....	ASTM D 3689
Carga lateral estática.....	ASTM D 3966

#### b) Pruebas Dinámicas ..... Artículo 1014.11

Prueba de carga dinámica de alta deformación .....	ASTM D 4945
Prueba de carga rápida a compresión por pulso de carga tipo Statnamic .....	STM D 7383

### 601.3.10 Pruebas de Integridad

Se realizarán pruebas de integridad de pilotes si así se establece específicamente en el Proyecto, los que se ensayarán según ensayo aprobado por el Inspector Fiscal. Se emplearán ensayos no destructivos para el control de la calidad de los pilotes y la determinación de defectos críticos. Se empleará el procedimiento ecosónico de impedancia mecánica, que permite detectar la longitud real del pilote construido y cualquier reducción significativa de su sección transversal, así como las propiedades resistentes del hormigón. Podrán utilizarse métodos alternativos como puede ser el “cross hole”, por ejemplo, a proposición del Contratista, previa autorización del Inspector Fiscal.

En pilotes perforados con el método en seco o con encamisado permanente, sólo se efectuarán ensayos de integridad cuando se solicite expresamente en el Proyecto.

En el caso que se detecten problemas en el hormigonado del pilote, que motiven una reducción de su capacidad estructural superior a 20%, se deberá reemplazar el pilote colocando un pilote adicional próximo a la ubicación del pilote dañado.

a) *Prueba de integridad*.....Artículo 1014.12

Prueba de integridad de baja deformación por impacto.....ASTM D 5882  
 Prueba de integridad por ultrasonido mediante probetas introducidas en tubos paralelos instalados dentro del pilote (crosshole testing).....ASTM D 6760

**601.3.11 Descabezado de Pilotes**

Se deberá descabezar a la elevación requerida, la parte superior de todos los pilotes. Los pilotes deberán ser descabezados limpiamente en forma recta y paralelamente al nivel de desplante del miembro estructural en el cual van a estar empotrados. Se deberá disponer de los trozos recortados de acuerdo con la sección 202.

(a) *Pilotes de Acero*

No se deberá pintar el acero que va a quedar empotrado dentro de concreto. Antes de pintar la parte del pilote que va a quedar expuesta, se deberá limpiar completamente la superficie metálica de cualquier sustancia que inhiba la adherencia de la pintura. Se debe usar pintura de color de aluminio del sistema 2 de acuerdo a la Sección-610 . Las partes de caballetes terminados u otros pilotes que queden expuestos, deberán ser pintadas hasta un punto no menor de un metro por debajo de la línea del terreno acabado o del nivel del agua con una capa de imprimación aplicada en el taller y dos manos de acabado aplicadas en el taller. Las capas aplicadas en el taller que son aplicadas en el campo deberán ser aplicadas antes de hincar el pilote. Los pilotes expuestos deberán ser pintados por encima de la línea acabada del terreno o del agua con una mano de acabado de campo.

(b) *Pilotes de Madera}*

Trátense todas las cabezas de pilotes de madera tratada que no queden empotradas en concreto, de acuerdo con uno de los métodos siguientes:

1) Reducir el contenido de humedad de la madera a no más de 25%, sin humedad libre en la superficie. Dar una aplicación con brocha de una solución de alquitrán de hulla creosotado, de acuerdo con lo requerido en las normas de la AW PA.

Construir una capa protectora aplicando manos alternadas de tela tejida en forma suelta y asfalto o alquitrán caliente, similarmente a una membrana impermeabilizadora, usando 3 capas de asfalto o alquitrán y 2 capas de tela. Se usará tela, por lo menos, 150 mm más ancha en cada dirección que el diámetro del pilote. Désele vuelta a la tala hacia abajo sobre el pilote y asegúrense los bordes amarrándolos con 2 vueltas de alambre galvanizado de 3 mm de diámetro mínimo. Se aplicará una capa final de asfalto o alquitrán para cubrir el alambre. La tela que queda bajo el alambre deberá ser contorneada y alisada nítidamente.

2) Cúbranse las superficies aserradas en 3 aplicaciones de una mezcla caliente de 60% de creosota y 40% de resina para techar o cúbranse a brocha completamente con 3 aplicaciones de creosota caliente y cúbranse con resina de techar caliente. Colocar una cubierta de metal en láminas galvanizadas sobre la capa y doblar hacia abajo sobre los lados de cada pilote.

(c) *Pilotes de Concreto*

Para que el pilote ya hincado esté en condiciones de ser ligado con la estructura que va a soportar, su extremo superior se debe demoler con un martillo de corte al nivel establecido en el diseño aprobado por el Ingeniero. Dicho nivel estará en función del nivel de desplante del cabezal o elemento estructural con los que se vaya a conectar.

Se dejará libre el acero de refuerzo para después armarlo junto con el acero del nuevo elemento estructural y proceder más tarde a su colado.

La longitud del pilote por encima del corte, será la necesaria para permitir la eliminación de todo el material dañado durante el hincado. Una vez que los pilotes hayan sido cortados al nivel establecido, las cabezas serán terminadas de acuerdo con lo establecido en el diseño y aprobado por el Ingeniero.

#### **601.3.12 Pilotes Insatisfactorios**

Los pilotes insatisfactorios deberán ser corregidos mediante un método aprobado. Los métodos correctivos pueden incluir uno de los siguientes:

- (a) Usar el pilote a una capacidad reducida.
- (b) Instalar pilotes adicionales.
- (c) Reparar los pilotes dañados.
- (d) Reemplazar los pilotes dañados.

#### **601.3.13 Colocación del Concreto en Pilotes de Camisa o Tubo de Acero**

Después de la hincadura límpiase el interior de la camisa o tubo eliminando todo material suelto. La camisa o el tubo deberá ser mantenido sustancialmente hermético. Se deberá proveer equipo apropiado para inspeccionar plenamente la superficie interna de la camisa o tubo, un poco antes de colocar el concreto.

##### *a) Acero de Refuerzo*

Cuando sea requerido el uso de acero de refuerzo, el espaciamiento entre los elementos adyacentes de la jaula deberá ser, por lo menos, 5 veces el tamaño máximo del agregado que va en el concreto.

Se amarrarán firmemente los espaciadores de concreto u otros espaciadores aprobados en los quintos puntos, alrededor del perímetro de la jaula de acero de refuerzo. Los espaciadores deberán ser instalados a intervalos que no excedan de 3 metros medidos a lo largo de la longitud de la jaula.

La jaula de refuerzo deberá ser colocada dentro del pilote de camisa o tubo hincado cuando el concreto alcance la elevación planeada del fondo del refuerzo. Se deberá sostener de tal manera que permanezca dentro de 50 mm de la localización vertical requerida. La jaula deberá ser sostenida desde arriba hasta que el concreto alcance la parte superior del pilote.

##### *b) Concreto*

La preparación y colocación del concreto se regirá por lo estipulado en la Sección-602. El concreto deberá ser colocado en una operación continua desde el fondo hasta la parte superior del pilote. Antes del fraguado inicial del concreto, se deberá consolidar los 3 primeros metros de la parte superior del pilote de concreto usando equipo vibratorio aprobado.

## 601.4 MAQUINARIA, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

### 601.4.1 Equipo para Hincar Pilotes

#### 601.4.1.1 Requisitos

El equipo que se utilice para la fabricación e hincado de pilotes Pretensados, Reforzados, Acero, Madera o Mixtos, deberá ser el adecuado para obtener el mejor proceso de calidad especificado en el proyecto. Se suministrará en cantidad de equipos necesarios para producir el volumen establecido en el programa de ejecución detallado y aprobado por el ingeniero.

El Contratista deberá presentar la propuesta del equipo a utilizar para proceso de hincado, adicionalmente presentando ficha técnica del equipo, incorporando modelo, año, especificaciones técnicas, mantenimientos, años de adquisición, historial de trabajo del equipo y calibración, que deberá ser evaluado y aprobado por el ingeniero.

Durante el trabajo de hincado, el equipo deberá mantenerse en óptimas condiciones de operación y será manipulado por personal estrictamente capacitado. Si en el monitoreo de ejecución del trabajo y a juicio del ingeniero, el equipo presenta deficiencias o no produce los resultados esperados en el plan de trabajo, se suspenderá inmediatamente el trabajo, hasta que el Contratista de Obra realice las correcciones pertinentes. Todos los atrasos en el programa de ejecución detallado por concepto y ubicación, que por este motivo se ocasionen, serán imputables al Contratista.

Cualquier cambio en el sistema de hincado, deberá ser considerado posteriormente cuando el Contratista haya entregado los datos de cálculo del equipo a utilizar y sea notificado de la aprobación o rechazo por el ingeniero de los cambios en el sistema propuesto.

El Contratista deberá proveer equipo que cumpla los siguientes requisitos:

#### (a) *Martinete Para Hincar Pilotes*

##### 1. Martinetes a Gravedad

Los martinetes a gravedad solo podrán ser usados para hincar pilotes de madera. Se deberá suministrar un martinete con un pistón que pese entre 900 y 1600 kg y limitar la altura de caída a 4.5 m. La masa del pistón deberá ser mayor que la masa combinada del cabezal hincador y el pilote. Se deberán proveer guías al martillo para asegurar un impacto concéntrico sobre el cabezal hincador.

##### 2. Martinete a Diésel de Extremo Abierto

Los martinetes a Diésel de acción sencilla con extremo abierto, se deberán equipar con dispositivos, tales como anillos en el pistón o una romana (brazo de rechazo) que se extienda sobre el cilindro del pistón, para permitir la determinación visual del recorrido del martinete. El Contratista deberá suministrar una gráfica de parte del Fabricante que indique el recorrido y los golpes por minuto del martinete a ser usado. Se podrá usar una gráfica de calibración de la velocidad versus el recorrido, si los aprueba el Ingeniero.

##### 3. Martinete a Diésel de Extremo Cerrado

Se someterá una gráfica calibrada en cuanto al funcionamiento real del martinete dentro de 90 días de uso, equiparando la presión en la cámara de rebote ya sea con la energía equivalente o recorrido para el martinete a ser usado. Se equipará el martinete con un manómetro de cuadrante para medir la presión en la cámara de rebote, que sea legible desde el nivel del terreno. Este manómetro deberá ser calibrado para tomar en cuenta las pérdidas en la manguera del manómetro. Se deberá verificar la exactitud del manómetro

calibrado durante las operaciones de hincadura, asegurando que el levantamiento del cilindro ocurra cuando la presión de la cámara de rebote sea congruente con la energía máxima dada en las especificaciones del martinete. No se deberán usar martinetes a Diésel de extremo cerrado que no alcancen el levantamiento del cilindro a la máxima relación entre la energía y la presión en la cámara de rebote dada en las especificaciones del martinete.

#### 4. Martinetes Accionados por Aire o Vapor.

El Contratista deberá suministrar la planta y el equipo para martinetes accionados a vapor o por aire, con capacidad suficiente para mantener el volumen y la presión especificados por el Fabricante del martinete. El martinete deberá estar equipado con manómetros exactos que sean fácilmente accesibles. Se usará un martinete con la masa de las partes golpeadoras igual o mayor de un tercio de la masa combinada del cabezal hincador y del pilote. La masa combinada deberá ser, por lo menos, de 1250 kilogramos. Al hincar pilotes de prueba, se deberá medir la presión de entrada para martinetes accionados por aire o a vapor de doble acción o de acción diferencial, por medio de un manómetro de aguja en el cabezal del martinete. Si es requerido, también se medirá la presión de entrada cuando se estén hincando pilotes de producción. Para condiciones específicas de hincadura en el Proyecto, se puede desarrollar una calibración de la presión versus la velocidad, como una alternativa a las mediciones periódicas con un manómetro de aguja.

#### 5. Martinetes no Impactantes

No se podrán usar martinetes no impactantes, tales como los martinetes vibratorios, a menos que sea permitido por escrito por el Ingeniero o estén especificados en las CEC. Cuando sea permitido, tal equipo se usará solamente para hincar pilotes de producción después de que la elevación de la punta del pilote o la longitud de empotramiento para soporte de la carga del pilote ha sido establecida por pruebas de carga estáticas o dinámicas. Cuando se usen martinetes vibratorios, se deberá controlar la instalación de los pilotes de producción, por medio del consumo de energía, tasa de penetración, elevación especificada de la punta del pilote u otros métodos aceptables que aseguren la obtención de la capacidad de carga requerida del pilote. En uno de cada diez pilotes hincados se deberá golpear con un martinete de impacto de energía apropiada para verificar si se está obteniendo la capacidad requerida del pilote.

#### (b) Grúas

Deberán contar con un sistema de malacates, cables y ganchos montados sobre una pluma capaz de moverse sobre un plano vertical, girar en un plano horizontal y desplazarse a lo largo de los sitios de hincado. Para el montaje de equipos de perforación, tendrán capacidad nominal de cuarenta y cinco (45) a ochenta (80) toneladas, con plumas rígidas de dieciocho (18) metros de largo como mínimo.

#### (c) Perforadoras

Rotatorias o de percusión de acuerdo con las propiedades mecánicas que presenten los materiales del lugar, así como de las dimensiones de la sección transversal y profundidad proyectadas para los pilotes.

#### (d) Vibrohincadores

Debe contar con un motor de combustión interna, un generador eléctrico o una bomba hidráulica y un generador de vibraciones a base de contrapesos excéntricos de rotación opuesta, con la capacidad adecuada según las condiciones del subsuelo.

(e) *Resbaladeras*

Estas se utilizan para ser montadas en las plumas de las grúas con el objeto de deslizar tanto el martillo piloteador como el dispositivo de disparo; pueden ser fijas u oscilantes.

#### 601.4.1.2 Aprobación del Equipo para Hincado de Pilotes

El Contratista deberá suministrar equipo para hincadura de pilotes, de tal tamaño que los pilotes permanentes puedan ser hincados con esfuerzo razonable, a las longitudes requeridas, sin causarle daños al pilote.

Para la aceptación del equipo, las resistencias de los pilotes indicadas en el proyecto, deberán ser generadas por el equipo de hincado, y no deberán exceder los valores para los cuales puedan producir un daño o deterioro. El punto en que se provoca daño a los pilotes metálicos se define como un esfuerzo de hincado por compresión al 90% de la tensión de fluencia del material del pilote. En el caso de que los pilotes sean de concreto, las tensiones no deberán exceder a 3 veces por la raíz cuadrada de la resistencia de la compresión del concreto ( $f'c$ ) y los esfuerzos de compresión no deberán exceder el 85% de la resistencia a la compresión menos el valor efectivo de pretensado.

El Ingeniero evaluará la adaptabilidad del equipo y aceptará o rechazará el sistema de hincado dentro de 14 días calendario después de recibida la información sobre el sistema de hincado de pilotes y del equipo propuestos por el Contratante. Cuando se requieren pruebas de carga dinámicas, la aprobación del equipo de hincadura de pilotes estará basada en el análisis de la ecuación de onda, cuando las capacidades últimas de los pilotes exceden de 2400 KN, o cuando se van a hincar pilotes de concretos prefabricados presforzados. Cuando no sea usado el análisis de la ecuación de onda, la aprobación del equipo para hincadura de pilotes estará basada en la mínima energía del martinete mostrada en el Cuadro 601-1. La aprobación del martinete en cuanto al daño por fatiga causada por el hincado, no releva al Contratista de su responsabilidad por los pilotes dañados.

La aprobación del sistema de hincado de pilotes es específica para los datos sobre el equipo sometidos por el Contratista. Si el equipo propuesto es modificado o reemplazado, se deberán someter los datos correspondientes a la modificación o reemplazo para su aprobación antes de proceder a usarlo. El sistema revisado de hincado será aceptado o rechazado dentro de 14 días después de recibida la información sobre el equipo de hincado, y del análisis de la ecuación de onda (si así es requerido). En las operaciones de hincado de pilotes sólo se podrá usar el equipo previamente aprobado.

(a) *Información a Someter para el Equipo.*

Por lo menos, 30 días antes de hincar pilotes, el Contratista deberá someter a la aprobación del Ingeniero, la siguiente información sobre el equipo de hincado de pilotes. Cuando son requeridas pruebas dinámicas de carga por las CEC, se deberá someter un análisis de la ecuación de onda, realizado por un Consultor Especialista en pilotes que llene los requisitos de inciso 601.3.9. Si no es exigida la prueba dinámica de carga en el Contrato, el Contratante realizará el análisis de la ecuación de onda.

- *Generalidades:* Identificación del Proyecto y la estructura, contratista o subcontratista para hincadura de pilotes y métodos auxiliares de instalación tales como chorro de agua a presión o perforación previa y el tipo y uso del equipo.
- *Martinete:* Fabricante, modelo, tipo, número de serie, energía tasada ( a de longitud de recorrido), y modificaciones.
- *Bloque de Cabezal (Amortiguador del Martinete):* Material, espesor, área, módulo de elasticidad (E) y coeficiente de restitución (e).

- *Casquete Protector de la Cabeza del Pilote:* Masa del casquete, masa del bonete, masa del bloque del yunque y masa de la cabeza- guía.
- *Amortiguador del Pilote:* Material, espesor, área, módulo de elasticidad (E) y coeficiente de restitución.
- *Pilotes:* Tipo, longitud en las guías, masa por metro, espesor de pared, ahusamiento, área de la sección transversal, capacidad de diseño, descripción de empalmes y descripción del tratamiento de la punta.

b) *Ecuación de Onda*

El número requerido de golpes del martinete indicado por la ecuación de onda a la capacidad última del pilote deberá ser entre 3 y 15 por cada 25 mm. Además, las fatigas del pilote resultantes del análisis de la ecuación de onda no deberán exceder los valores a los cuales el daño para el pilote sea inminente. El punto de daño inminente se define para acero, concreto y madera, en la forma siguiente:

- Pilotes de Acero

Se limita la fatiga por compresión durante la hincadura, al 90% de la fatiga de deformación del material del pilote.

- Pilotes de Concreto

Se limita la fatiga por tensión (FT) y la fatiga por compresión (FC) durante la hincadura a:

$$FT < 3 (f'c)^{1/2} + VEP$$
$$FC < 3(f'c) - VEP$$

*Donde*

**fc** = Resistencia de diseño a la compresión, del concreto a los 28 días.

**VEP** = Valor Efectivo del Presfuerzo.

- Pilotes de Madera

Limitar la fatiga por compresión durante la hincadura, a 3 veces la fatiga estática permisible de diseño.

c) *Energía Mínima del Martinete*

La energía del equipo de hincadura sometida a la aprobación, según tasación del Fabricante, deberá ser de por lo menos la energía especificada en el Cuadro 601-1, que corresponde a la capacidad última requerida para el pilote.

CUADRO 601-1

*Energía Mínima de Martinetes para Hincar Pilotes*

Capacidad Última del Pilote (KN)	Energía Mínima Tasada del Martinete (KJ)
< 800	14.0
1300	21.2
1600	28.1
1870	36.0
2140	44.9
2400	54.4
> 2400	Ecuación de Onda

*(d) Accesorios para el Hincado*

- Amortiguador de Martinete

Todo equipo de hincar pilotes por medio de impacto, excepto los martinetes a gravedad, se deberá equipar con un espesor adecuado de material de amortiguación, para prevenir daños en el martinete o en el pilote y así asegurar un comportamiento uniforme durante el hincado. Los amortiguadores para martinete serán fabricados de material manufacturado durable, de acuerdo con las recomendaciones del Fabricante del martinete. No se deberán usar amortiguadores de martinete hechos de madera, cable de alambre o asbesto. Se pondrá una plancha golpeadora, según lo recomendado por el Fabricante del martinete, o el amortiguador de martinete que asegure una compresión uniforme del material de amortiguación. El Contratista inspeccionará el amortiguador del martinete en presencia del Ingeniero al comenzar a hincar pilotes en cada estructura o después de 100 horas del hincado de pilotes, lo que sea menor. Se deberá reemplazar el amortiguador cuando su espesor se haya reducido en más del 25% de su espesor original.

- Cabeza de Hincar Pilotes

Los pilotes hincados con martinetes de impacto deberán estar equipados de un cabezal de impacto adecuado de manera que distribuya el golpe del martinete en la cabeza del pilote. El cabezal de impacto deberá estar alineado axialmente con el martinete y el pilote. El cabezal deberá ser guiado por las guías del martinete y no colgar libremente. Además, deberá calzar alrededor de la cabeza del pilote, de modo que impida la transferencia de fuerzas de torsión durante el proceso de hincado, en tanto que mantiene la alineación apropiada del martinete y del pilote. En el caso de pilotes de acero, la cabeza del pilote deberá estar cortada en forma cuadrada y tener un cabezal de impacto que mantenga el eje longitudinal del pilote en línea con el eje del martinete.

En el caso de pilotes de hormigón prefabricado (armado o pretensado), la cabeza del pilote debe ser plana y perpendicular al eje longitudinal del pilote para impedir impactos excéntricos del cabezal de impacto.



- Guías

Se deberán usar guías de hincado para los pilotes que mantengan al pilote y al martinete en las posiciones adecuadas a lo largo de la operación de hincado. Las guías deberán estar construidas de forma que soporten y permitan la libertad de movimiento del martinete mientras conservan la alineación de éste y del pilote, para asegurar el impacto concéntrico de cada golpe. Las guías deberán ser del largo suficiente de modo que sea necesario el uso de un seguidor, y debe ser diseñado de modo que permita el alineamiento apropiado de los pilotes hincados.

No se deberán usar guías oscilantes, a menos que lo permita por escrito el Ingeniero o esté especificado en el Contrato. Cuando sea permitido el uso de guías oscilantes ajústense las guías oscilantes con una formaleta para pilotes en la base de las guías y, en el caso de pilotes inclinados, con un arriostre horizontal entre la guía y las guías. Las guías deberán ser adecuadamente empotradas en el terreno caso contrario se debe constreñir el pilote en un marco o plantilla estructural para mantener el alineamiento apropiado. Las guías tendrán longitud suficiente de manera que no necesite de un falso pilote, sino que permitirán un alineamiento apropiado de los pilotes inclinados.

- Falsos Pilotes (Extensiones).

No serán permitidos los “falsos pilotes” o “seguidores”, a menos que sean aprobados de forma escrita por el Ingeniero o este procedimiento se encuentre especificado en el proyecto. Para verificar que se está alcanzando un empotramiento adecuado del pilote y para desarrollar la capacidad última requerida (cuando sean permitidos los falsos pilotes), hincó el primer pilote en cada unidad de caballete o marco estructural o subestructura, en cada décimo pilote en adelante, en toda la longitud de los mismos.

El falso pilote o seguidor y el pilote deberán ser colocados y mantenidos en la misma alineación durante el proceso de hincado. El seguidor deberá estar construido de un material y dimensiones tales que permita que los pilotes sean hincados hasta la longitud especificada, y necesaria para el hincado de pilotes en su longitud completa.

- Pilotes hincados a presión de agua.

El Contratista no deberá usar chorro de agua a presión, si no se encuentra especificado en el diseño y aprobado por el Ingeniero. En caso de que durante el proceso de hincado se presente rechazo por la presencia de estrato rocoso o suelos con consistencia dura, el especialista geotécnico indicará la presión requerida según la estratigrafía del suelo estudiado en el sondeo de prueba o verificación.

El Contratista proveerá equipo con suficiente capacidad para entregar una presión segura equivalente, entre 0.4 a 4 MPa, esta debe ser apropiada al tipo de terreno y al elemento a hincar, con caudal de alimentación permanente del orden de 72 a 900 m<sup>3</sup>/h. El chorro deberá ser aplicado de forma que no afecte la estabilidad lateral del pilote en su posición final. Los tubos de chorro deberán ser removidos cuando la punta del pilote esté, por lo menos, a 1.50 m, arriba de la elevación especificada de la punta del pilote, desde donde el pilote será hincado por medio de martinete de impacto o vibrohincadoras hasta la capacidad última. El Contratista deberá controlar, y si fuera necesario desechar o tratar el agua de los chorros de manera aceptable.

- Cojín del pilote.

Las cabezas de los pilotes de concreto, acero, madera y mixtos deberán estar protegidas por un cojín, cuando la naturaleza del hincado sea tal, que pueda dañarlos indebidamente. Cuando se usa madera terciada, el grosor mínimo colocado en la cabeza del pilote antes del hincado no deberá ser menor de 10 cm. Se deberá proporcionar un nuevo cojín, si durante el proceso de hincado, el cojín en uso resulta comprimido en más de la mitad de su grosor original, y/o presenta desprendimiento, grietas o empieza a arder. Las dimensiones del cojín de los pilotes deberán ser tal, que distribuya el golpe del martinete a través de toda la Sección transversal del pilote.

### 601.5 ACEPTACIÓN

El material del pilote será evaluado visualmente y mediante certificados aceptables del Fabricante o laboratorios independientes según la División I. Con cada embarque, el Contratista deberá presentar certificados de producción de lo siguiente:

- (a) Pilotes de concreto.
- (b) Tablestacas de lámina de acero, pilotes de acero de perfil H, pilotes de camisa o tubo de acero.
- (c) Pilotes de madera tratada. Cada pilote deberá tener estampada una marca de identificación y la fecha de inspección.

El hincado de pilotes y trabajos conexos serán evaluados visualmente, medidos mediante pruebas que demuestren su conformidad con la División I. El concreto para pilotes con o sin camisas o tubos de acero rellenos con concreto, serán evaluados y deberán cumplir las designaciones expresadas en la *Sección-602*.

El acero de refuerzo para pilotes con o sin camisas o tubos de acero rellenos con concreto, serán evaluados bajo la *Sección-604*.

Además de lo establecido anteriormente en la presente especificaciones, el trabajo e hincado de pilotes de madera, concreto y acero se considere terminado y aceptado por el ingeniero, con base al programa y control de calidad que ejecutó el Contratista de Obra.

### 601.6 MÉTODO DE MEDICIÓN

Los pilotes serán medidos en metros lineales o por cada uno. Cuando sean medidos en metros lineales, se medirá la longitud del pilote desde la elevación de descabezado hasta la punta.

- *Pilotes de Concreto Prefabricados*

Para los efectos de pago, solamente se medirán los pilotes que hayan sido hincados satisfactoriamente dentro de las tolerancias permisibles de localización. La medida se tomará en metros y se considerará desde la punta del pilote hasta el nivel de corte, indicado en los planos, para hacer el amarre del pilote con la parte correspondiente de la estructura.

Cuando fuere necesario cortar algún pilote de Concreto por haberse logrado obtener la capacidad de carga permisible, con una longitud menor que la originalmente estimada, entonces la medida se tomará como sigue:

- Si el tramo cortado es menor de 90 cm, no se medirá para efectos de pago.
- Si el tramo cortado es mayor de 90 cm se tomará para efectos de pago la mitad de la longitud excedente a los 90 cm, siempre y cuando el tramo cortado se encuentre en buenas condiciones.
- Si el tramo cortado se encuentra total o parcialmente dañado, no se considerará para efectos de pago la longitud dañada. Por lo cual, solamente se medirá para efectos de pago, la mitad de la longitud del tramo de pilote cortado que esté en buenas condiciones y que exceda de 90 cm.

Cuando se requiera cortar un pilote por haberse agrietado y astillado durante su hincado, no se medirá para efectos de pago, el tramo de pilote cortado.

Cuando se requiera aumentar la longitud de un pilote, se considerará para efectos del pago, el doble de la longitud medida desde el extremo del pilote, antes de ser cortado para aumentarlo, hasta el extremo final del aumento. Se

exceptúan los pilotes de Concreto, en los cuales las extensiones se hacen por medio de acoples mecánicos, previamente adheridos al Concreto. En estos casos, la medida se tomará por metro lineal de pilote hincado.

- *Pilotes de Acero*

Para los efectos de pago, solamente se medirán los pilotes que hayan sido hincados satisfactoriamente, dentro de las tolerancias permisibles de localización. La medida se tomará en metros lineales y se considerará desde la punta original del pilote, hasta el nivel de corte indicado en los planos, para hacer el amarre del pilote con la parte correspondiente de la estructura. Las extensiones en los pilotes de acero se pagarán al precio unitario por metro lineal de pilote. Los empalmes en los pilotes de acero no se pagarán independientemente; su costo deberá incluirse en el costo unitario de metro lineal de pilote establecido en el Contrato.

- *Pilotes de Prueba*

Para los efectos de pago solamente se medirán los pilotes que hayan sido hincados satisfactoriamente según se especifica en el Artículo 611.3.3 (PILOTES DE PRUEBA) de este capítulo. La medida se tomará en metros lineales de pilotes satisfactoriamente hincados.

- *Pruebas de Carga*

Para los efectos de pago, la prueba de carga se medirá como una unidad completa con todas las operaciones requeridas para ejecutar totalmente cada prueba, según se especifica en el Artículo 601.3.9 (PRUEBA DE CARGA) de este capítulo.

- Las pruebas de carga por cada una o por Suma Global.
- La perforación previa será medida en metros lineales. Los empalmes de pilotes requeridos para hincar pilotes en exceso de la elevación estimada para la punta del pilote en los planos, por cada uno.
- Los pilotes de prueba serán medidos en metros lineales o por cada uno.

## **601.7 BASES PARA EL PAGO**

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.

El precio unitario de los pilotes de tubo y de los pilotes de cubiertas de acero, rellenos con concreto, serán ajustados de acuerdo con la División I (Estadísticamente).

El pago será compensación total por el trabajo prescrito en esta Sección.

Los pilotes de concreto prefabricados (pretensados, reforzados), acero estructural y mixtos, incluyendo el pilote de prueba, pruebas de carga e integridad, se pagarán a los precios unitarios establecidos en el Contrato.

El pago incluye compensación total por todos los trabajos requeridos para la ejecución satisfactoria de la obra descrita en este capítulo. Incluye el suministro o fabricación; la carga, transporte y descarga de los pilotes o de los materiales que sean necesarios para su construcción; la maquinaria, equipo, herramientas, accesorios, acopladuras, mano de obra y todas las operaciones necesarias para la ejecución completa y satisfactoria del pilotaje. Ver la *División I*.

El pago por los pilotes de tubo o de cubierta (camisa) de acero, rellenos con concreto, será hecho a un precio determinado multiplicando el precio unitario de contrato por un factor de pago ajustado (FPa) calculado en la forma siguiente:

**FPa = 1-0.5 (I-FP) donde:**

**FP = Factor de pago para el concreto determinado de acuerdo con la Sección-602.**

Cuando el Pliego de Licitación no contenga una cantidad estimada para empalmes de pilotes de tubo de acero o cubiertas de acero rellenos con concreto, todo empalme que el Ingeniero ordene o apruebe y que sea instalado en forma aceptable, será pagado bajo las estipulaciones de la División I

*Los pagos serán efectuados bajo los siguientes conceptos:*

<b>Código</b>	<b>Concepto de Pago</b>	<b>Unidad de Medida</b>
601(1)	Pilotes Prefabricado (pretensado, reforzado)	Metro
601(2)	Pilotes de Acero Estructural	Kg
601(3)	Tablestaca de Acero Estructural	Kg
601(4)	Pilotes de Madera	Metro
601(5)	Prueba de Carga Estática	Unidad
601(6)	Prueba de Carga Dinámica	Unidad
601(7)	Prueba de Integridad	Unidad
601(8)	Pilotes de Prueba	Metro
601(9)	Empalmes	Unidad
601(10)	Descabezado.	Unidad

## **SECCIÓN 601A**

### **PILOTES DE CONCRETO COLADOS EN SITIO**

#### **601A.1. DESCRIPCIÓN**

Este trabajo consiste en la construcción de pilotes de concreto reforzados colados en el sitio. Esta actividad incluye la perforación (excavación) del pozo, suministro y colocación del acero de refuerzo, además en caso que se requiera el colado de concreto.

Son elementos estructurales alargados, cuyo diámetro o dimensión transversal debe ser conforme a diseño.

#### **601A.2 MATERIALES**

Los materiales deberán cumplir con lo establecido en las siguientes secciones y artículos:

Lodo Mineral	Artículo 1012.17
Acero de Refuerzo	604
Concreto Estructural	602
Acero Estructural	605
Soldadura	Artículo 605.3.4

No se aceptará el suministro y empleo de materiales que no cumplan con lo indicado; se suspenderá inmediatamente el trabajo y estos deberán ser remplazados por los adecuados, a costo del Contratista. Los atrasos en el programa de ejecución detallado por concepto y ubicación, que por este motivo se ocasionen, serán imputables al Contratista.

#### **601A.3 REQUERIMIENTOS PARA LA CONSTRUCCIÓN**

##### **601A.3.1 Calificación de personal del Contratista**

El personal que se contrate debe tener al menos de 5 años de experiencia en la construcción de pilotes excavados. Presentar Currículo del personal, con la experiencia y documentación de soporte, incluyendo nombres, direcciones y números telefónicos de empresas, organizaciones o asociaciones donde se pueda constatar la información presentada.

Antes de iniciar los trabajos de construcción de los pilotes perforados, El Contratista debe presentar al Contratante, en un plazo no mayor de 30 días calendarios, la siguiente documentación, para ser aceptada y/o aprobada por el ingeniero:

- 1) El Personal propuesto y responsable de la construcción de pilotes perforados.
- 2) Plan y/o programa de ejecución de los trabajos a realizar.

El plan debe incluir como mínimo 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 (castings), 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.

#### **610A.3.2 . Pozos Perforados de Prueba**

Cuando sean requeridos, pozos perforados de prueba por el contrato, realizar el trabajo de acuerdo a los requisitos del artículo 601A.3.3 y los siguientes.

Antes de perforar los pozos, para la producción de pilotes, se debe demostrar que el método y equipo propuesto son adecuados, esto se hace 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, y se tomara el que sea mayor.

La construcción del 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 se debe 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.

#### **601A.3.3 Pilotes Perforados o Excavados y Colados en Sitio**

Consideraciones generales para el procedimiento de ejecución de pilotes colados en sitio.

##### *(a) Trabajos previos*

###### a.1 Limpieza

Antes de iniciar los trabajos de perforación y colado, la superficie de trabajo estará libre de basura, escombros, hierba, arbustos o restos de construcciones.

## a.2 Ubicación, trazo y nivelación

Los sitios de perforación para el colado de los pilotes se ubicarán de acuerdo con lo establecido en el proyecto aprobado por el ingeniero. En el caso de que existan montones de tierra o algún otro material en el terreno, se nivelara hasta obtener una superficie sensiblemente horizontal. Si la pendiente del terreno dificulta la perforación y el colado, los trabajos se realizarán de forma escalonada, haciendo plataformas conforme se eleve el terreno. A menos que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe el ingeniero, la excavación se hará hasta 1 metro arriba del lecho bajo de las contratrabes o elementos estructurales con los que se vayan a ligar los pilotes.

### (b) *Perforación o Excavación:*

Excavar los pozos, de acuerdo al plan o programa aprobado por el ingeniero. No permitir que el alineamiento vertical, varíe del alineamiento requerido, en más de 20 mm/m de profundidad. No permitir que el alineamiento de la cara exterior del pozo, varíe en más de 40 mm/m de profundidad.

La perforación, ejecutada con o sin ademe, se hará con los métodos constructivos que garanticen su verticalidad, que el suelo adyacente a la excavación no se altere mayormente y que se obtenga una cavidad limpia, y conserve las dimensiones especificadas en toda su profundidad, conforme a lo establecido en el proyecto o aprobado por el ingeniero.

#### b.1 Perforación sin ademe (método seco)

En el caso de suelos firmes o compactos, sobre o bajo el nivel freático, que puedan mantener estables sus paredes en cortes verticales aún en presencia de agua y que no presenten derrumbes o socavaciones durante la perforación, esta se podrá realizar sin ademe, de acuerdo con lo establecido en el proyecto o aprobado por el ingeniero.

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 colocar el concreto en el pozo, en una condición relativamente seca.

El método de construcción seco puede usarse, solamente cuando la excavación del pozo de prueba demuestra lo siguiente:

- 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.
- Los lados y el fondo del pozo, permanecen estables sin derrumbes o socavaciones, durante un período de 4 horas, inmediatamente y después de concluir la excavación.
- El material suelto y el agua, pueden ser removidos satisfactoriamente, antes de la inspección y antes la colocación del concreto.

Se evitará tiempos de construcción excesivos que puedan dar lugar al relajamiento de esfuerzos en el suelo, lo cual permitirá cierto desplazamiento del suelo hacia el pozo abierto, con la consiguiente disminución de la resistencia al corte y mal comportamiento posterior del pilote.

#### b.2 Perforación con ademe o lodos estabilizadores (método húmedo)

En el caso de suelos inestables que presenten problemas de derrumbes, ya sea por presencia del nivel freático o por sus desfavorables propiedades mecánicas, la perforación se realizará utilizando ademes metálicos o lodos estabilizadores, de acuerdo con lo establecido en el proyecto u órdenes del ingeniero.

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:

- Desarenado y limpieza del lodo.
- Limpieza final de la excavación usando un balde de achique, aire para subir, bombas sumergibles, y otros aparatos aprobados.
- Colocación del concreto con un embudo con conducto o bomba de concreto, iniciando desde el fondo del pozo.
- Proveer, según se requiera, camisa temporal de superficie, para ayudar al alineamiento y posicionamiento del pilote.
- Proveer siempre encofrado (camisa) temporal en la excavación del cimiento de superficie, para prevenir derrumbes.

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.2.1 Ademes metálicos*

Son tubos de diámetro conforme al de la perforación requerida para pilote. El espesor de la pared del tubo estará en función de los esfuerzos debidos a su hincado y extracción. Su longitud dependerá de las condiciones particulares de cada obra.

Podrán hincarse a una profundidad somera para proteger el inicio de la perforación o bien en toda la longitud de la misma. El hincado del ademe puede hacerse por presión y rotación o efectuarse mediante el empleo de un martillo golpeador o un vibrohincador.

Los ademes metálicos empleados en la perforación de pilotes podrán ser recuperados extrayéndolos al finalizar el colado del pilote, o bien quedarán integrados a este último, según lo establezca el proyecto u ordene el ingeniero.

Cuando los pozos perforados se localizan en áreas inundadas, se debe 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.

- Camisas

Se debe 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. Todos 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 AISC 360-10. 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:

- 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.
- Ampliar el pozo en ambos lados para compensar la pérdida de capacidad.
- 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.

#### b.2.2 Ademes con lodo

A menos que el proyecto indique otra cosa o así lo ordene el Ingeniero, el lodo estabilizador consistirá en una mezcla de agua con bentonita, que tenga una densidad de 1,02 a 1,04 gr/cm<sup>3</sup>, una viscosidad plástica de 1) a 2,5 cPa/seg, un potencial de hidrógeno (PH) de 8 a 11 y no más de 3% de arena.

**Cuadro 601A-1**  
**Rangos de valores aceptables de lodos minerales.**

PROPIEDAD	EN EL MOMENTO DE INTRODUCIR EL LODO	EN EL POZO EN EL MOMENTO DE PRUEBA	MÉTODO
Densidad Kg/m <sup>3</sup>	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 Kg para agua salada. Realizar pruebas cuando la temperatura del lodo está sobre los 40 C. Si se requiere desarenar, el contenido de arena no debe exceder 3% por volumen en cualquier punto en el pozo perforado de acuerdo a la prueba de contenido de arena del Instituto Americano de Petróleo.

- El lodo estabilizador sustituirá progresivamente el material extraído de la perforación, teniendo especial cuidado de mantener el nivel del lodo muy cercano al brocal, para garantizar que se aplique la máxima carga hidrostática sobre las paredes.
- Si así lo ordena el ingeniero, el lodo de perforación se podrá reutilizar como lodo estabilizador, siempre que se someta a un proceso que permita regenerar sus propiedades.
- Usar tanques de lodo de capacidad adecuada, para la circulación de lodos, almacenamiento y tratamiento.
- 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 3% 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.
- 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, indiquen valores aceptables.
- Realizar reportes de todas las pruebas, por un representante autorizado, después de concluir cada pozo perforado.
- Desechar el lodo en lugares aprobados.

No se debe 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.

#### **601A.3.4 Acero de Refuerzo para Pilotes Colados en Sitio**

Realizar el trabajo de acuerdo a la Sección 604. Colocar la jaula de acero de refuerzo, como una actividad 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.

*a) Traslapes*

- A menos que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe el ingeniero, en el caso de varillas con diámetro igual o menor de 2,5 cm (1 pulgada), la longitud de traslape será igual a 40 veces el diámetro de la varilla, pero no menor de 30) cm (12 pulgadas).
- A menos que el proyecto indique otra cosa o a si lo apruebe el ingeniero, en el caso de varillas con diámetro igual a 2,5 cm (1 pulgada) o mayor, los empalmes serán soldados a tope.
- Si el proyecto permite o el ingeniero aprueba que en una misma sección existan traslapes en más del 50% de las varillas, la longitud de los traslapes se incrementara en 20% respecto a lo indicado en el párrafo a) de esta especificación, los estribos en dicha zona de traslape tendrán el espaciamiento mínimo posible.
- Para pilotes zunchados, el traslape en la hélice será equivalente a 1,50 vueltas.

*b) Ganchos y dobles*

Cuando por el espacio disponible, se requiera aplicar dobleces en el extremo de la varilla, para formar ganchos o escuadras, esto tendrá la geometría establecida en el proyecto y aprobada por el ingeniero.

*c) Recubrimientos*

El Recubrimiento de concreto remanente entre la cara exterior del elemento estructural de concreto y la cara exterior del acero de refuerzo más cercano, estribo o refuerzo principal, será conforme al espesor establecido en el proyecto o aprobado por el Ingeniero.

### **601A.3.5 Concreto para los Pilotes Colados en Sitio**

Se debe 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 602, excepto que se indique de otra manera. Para pozos construidos sin líquido de perforación, usar concreto estructural clase A, con un revenimiento de  $175 \pm 25$  milímetros. Para pozos perforados con lodo, usar concreto estructural clase A, que tenga un revenimiento de  $200 \pm 25$  milímetros. Colocar el concreto bajo agua, de acuerdo a la Subsección 602.3.9, excepto como se modifica aquí. El método de colocación de concreto bajo agua, debe ser previamente aprobado.

#### *601A.3.5.1 Colocación del concreto en seco*

Cuando el proyecto así lo indique o lo apruebe el ingeniero, se colocará concreto en seco.

Antes de proceder al colado del concreto es fundamental, efectuar una limpieza cuidadosa del fondo, de las paredes de la perforación y del ademe permanente, si lo hay, eliminando los azolves o recortes sedimentados en el fondo de la perforación o excavación, mediante herramientas apropiadas.

El concreto se colocará en una sola operación continua, mediante un procedimiento que evite su segregación. Cuando la perforación o excavación esté totalmente libre de agua y su sección transversal lo permita, el colado se puede realizar por medio de recipientes especiales o baches que descargan por el fondo, las cuales se desplazan con ayuda de malacates o bien con grúas. También se pueden utilizar tuberías de conos, segmentados, llamados comúnmente trompas de elefante.

Se calculará el volumen teórico de concreto necesario para llenar la perforación para el pilote y se compara con el volumen real colocado, debiendo ser iguales. En caso contrario, se reperfora el pilote removiendo todo el concreto colocado.

#### *601A.3.5.2 Colocación del concreto bajo el agua o lodo*

Cuando el concreto se coloque bajo agua o bajo lodo bentónico, se emplearán una o varias tuberías estancas (tremie) de acuerdo con las dimensiones del pilote, cuyo diámetro interno sea por lo menos seis (6) veces mayores que el tamaño máximo del agregado grueso del concreto. Para su manejo, puede estar conformado por varios tramos de 3 metros de longitud como máximo, que sean fácilmente desmontables, por lo que se recomienda que tengan cuerdas de listón o trapezoidales. Es imperativo que la tubería sea perfectamente lisa por dentro y aconsejable que también lo sea por fuera, lo primero para facilitar el flujo continuo y uniforme durante el colado y lo segundo para evitar que la tubería se atore con el armado. Encima de la tubería se acoplará una tolva para recibir el concreto, de preferencia de forma cónica y con un ángulo comprendido entre 60 y 80 grados.

El procedimiento de colado mediante tubería tremie siempre buscara colocar el concreto a partir del fondo de la perforación dejando permanentemente embebido el extremo inferior de la misma; así, al avanzar el colado tiene lugar un desplazamiento continuo del lodo o agua hacia arriba, manteniendo una sola superficie de contacto entre el concreto y el agua o lodo.

La operación del colado se realizará en forma continua, para evitar que, durante la espera, el concreto inicie su fraguado y se provoque taponamientos.

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.

Si la mezcla de concreto mantiene el revenimiento mínimo requerido, se puede permitir mayor tiempo de colocación por más de 2 horas. No se debe remezclar concreto, que ha desarrollado su fragua inicial.

Después de que la excavación está llena, se debe continuar colocando concreto hasta que en la parte superior del pozo emerja concreto de buena calidad y en suficiente cantidad.

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, sobre la superficie de concreto toda el agua o el lodo de perforación, haya sido removida. Colocar concreto de cualquier forma, con caída libre, con embudo con conducto, o bomba de concreto.

#### *601A.3.5.3 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, deberán ser 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 la 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, se debe 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.

#### *601A.3.5.4 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 se debe 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.

Se debe usar un embudo con conducto sellado contra agua, de acuerdo a la Subsección 602.3.9 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, y se elimina la columna de concreto fluido y el concreto se descarga sobre la superficie desplazando el agua, remover la jaula de acero de refuerzo y el concreto y remover completamente todo lo necesario para reconstruir el pilote.

#### *601A.3.5.5 Concreto bombeado.*

Colocar el concreto con bomba en cualquiera de los casos, pozos secos o húmedos. Se debe usar tubería de descarga con un diámetro mínimo de 100 milímetros, con uniones selladas. Colocar el tubo de descarga en la base del pilote.

Para pozos húmedos se debe usar tubería de descarga sellada de acuerdo a la Subsección 602.3.9. Si se usa tapón, removerlo del pozo, o en caso de no ser removido se puede usar un tapón de material aprobado para prevenir un defecto en el pilote.

Se debe 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 descarga de concreto la tubería es removida de la columna de concreto fluido y el concreto se descarga sobre la superficie desplazando el agua, remover la jaula de acero de refuerzo y el concreto y remover completamente todo lo necesario para reconstruir el pilote .

Cuando la parte superior del pilote está sobre el nivel del terreno natural, se debe 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 602.3.8 y Cuadro 602-5 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.

Cuando se determina que el concreto ha sido afectado en la colocación bajo agua se debe remover la parte superior del concreto del pilote excavado, antes de continuar con la construcción de la columna.

#### **601A.3.6 Descabezado**

- a) El pilote se debe colocar hasta el nivel de la excavación que señala en la Subsección 601A.3.3, inciso a), de esta especificación. Una vez fraguado el concreto se debe realizar una excavación hasta el nivel del lecho por debajo de las contratraves o elementos estructurales con los que se vayan a ligar los pilotes.
- b) Una vez realizada la excavación a que se refiere el inciso antes descrito, se demolerá la longitud saliente del pilote con martillo neumático. Se dejará libre el acero del nuevo elemento estructural y proceder más tarde a su colado.

### 601A.3.7 Pruebas de Carga

El Contratista además de cumplir con lo estipulado en el inciso 601A.3.2, de esta especificación, y si el contrato así lo indica, contratara los servicios de una empresa consultora calificada en estudios geotécnicos, con experiencia no menos de 3 años en la realización de pruebas estáticas, dinámicas y de integridad, se seleccionará del grupo de pilotes a manera aleatoria la cantidad de pruebas que se indique en los planos y/o lo que sea aprobado por el ingeniero.

a) *Pruebas de Carga Estática*.....Artículo 1014.10

Estas pruebas deberán ser efectuadas de acuerdo con las normas ASTM, usando el método rápido de pruebas de carga. El Contratista deberá someter a la aprobación del Ingeniero, a detalle los aparatos de carga propuestos, de acuerdo con lo siguiente:

Carga de compresión axial estática.....ASTM D 1143

Carga de tensión axial estática.....ASTM D 3689

Carga lateral estática.....ASTM D 3966

b) *Pruebas Dinámicas*.....Artículo 1014.11

Prueba de carga dinámica de alta deformación .....ASTM D 4945

Prueba de carga rápida a compresión por pulso de carga tipo Statnamic.....ASTM D 7383

### 601A.3.8 Pruebas de Integridad

Las pruebas de integridad de pilotes se realizarán si así se establece específicamente en el Proyecto, y se harán según ensayo aprobado por el Inspector Fiscal. Para el control de calidad de los pilotes y la determinación de defectos críticos se realizarán ensayos no destructivos. Se empleará el procedimiento ecosónico de impedancia mecánica, que permite detectar la longitud real del pilote construido y cualquier reducción significativa de su sección transversal, así como las propiedades resistentes del hormigón. También se podrán utilizar métodos alternativos como el “cross hole”, por ejemplo, a proposición del Contratista, previa autorización del Inspector Fiscal.

En pilotes perforados con el método en seco o con encamisado permanente, se efectuarán ensayos de integridad solamente cuando se solicite expresamente en el Proyecto.

En el caso que se detecten problemas en el hormigonado de un pilote, que motiven una reducción de su capacidad estructural superior a 20%, se deberá reemplazar el pilote colocando un pilote adicional próximo a la ubicación del pilote dañado.

El Contratista además de cumplir con lo estipulado en el inciso 601.A.3.2, de esta especificación, y si el contrato así lo indica, contratara los servicios de una empresa consultora calificada en estudios geotécnicos, con experiencia no menos de 3 años en la realización de pruebas estáticas, dinámicas y de integridad, se seleccionará del grupo de pilote a manera aleatoria la cantidad de pruebas que se indique en los planos y/o lo que sea aprobado por el ingeniero.

Prueba de integridad.....Artículo 1014.12

Prueba de integridad de baja deformación por impacto.....ASTM D 5882

Prueba de integridad por ultrasonido mediante probetas introducidas en tubos paralelos instalados dentro del pilote (crosshole testing).....ASTM D 6760

#### **601A.4 MAQUINARIA, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS**

El equipo que se utilice para la construcción de pilotes de concreto colado en el sitio, debe ser el adecuado para obtener la calidad especificada en el proyecto, y cantidad necesaria para producir el volumen establecido en el programa de ejecución. Dicho equipo será mantenido en óptimas condiciones de operación durante el tiempo que dure la obra y será operado por personal calificado en sección 601A.3.1.

Si durante la ejecución del trabajo, el equipo presentara deficiencias o no produce los resultados esperados, el ingeniero suspenderá inmediatamente el trabajo y el Contratista arreglará las deficiencias si éstas lo ameritan, sino, deberá ser reemplazado y sustituido el operador. Los atrasos en el programa de ejecución detallado por concepto de obra, que sea ocasionado por este motivo, serán imputables al Contratista.

Certificación de equipo a emplear, este debe cumplir con estándares de calidad y garantías de vida útil del mismo.

##### *a) Grúas*

Deben tener un sistema de malacates, cables y ganchos montados sobre una pluma capaz de moverse sobre un plano vertical y de girar en un plano horizontal. Para el montaje de equipo de perforación, tendrán capacidad nominal de 45 a 80 toneladas, con plumas rígidas de 18 metros de largo como mínimo.

##### *b) Perforadoras*

Rotatorias o de percusión de acuerdo con las propiedades mecánicas que presenten los materiales del lugar, así como de las dimensiones de la sección transversal y profundidad proyectadas para los pilotes.

##### *c) Vibrohincadores*

Deben contar con un motor de combustión interna, un generador eléctrico o una bomba hidráulica y un generador de vibraciones a base de contrapesos excéntricos de rotación opuesta, con la capacidad adecuada según las condiciones del subsuelo.

##### *d) Brocas Espirales*

Cilíndricas o cónicas, formadas por una hélice colocada alrededor de una barra central, con elementos de corte además de unas trampas que permitan la entrada del material cortado e impidan su salida. Para utilizarse tanto en suelos cohesivos como en los no cohesivos a una baja del nivel freático.

##### *e) Botes Cortadores*

Formados por cilindros de acero con una tapa articulada en la base, en la cual se localicen los elementos de corte además de unas trampas que permitan la entrada del material cortado e impidan su salida. Para utilizarse tanto en suelos cohesivos como en los no cohesivos, aún bajo el nivel freático.

##### *f) Botes Corona*

Formados por cilindros abiertos que tengan en el borde inferior dientes de acero de alta resistencia e insertos de carburo de tungsteno. Para utilizarse en suelos duros o en rocas suaves, extrayendo el material cortado con un dispositivo cónico situado en el interior del bote.

##### *g) Trépanos*

De acero de gran masa, que trabajen por impacto dejándolos caer libremente, capaces de romper rocas o boleos encontrados en la perforación y de perforar en las deformaciones rocosas para empotrar los pilotes, del tipo y tamaño adecuado de acuerdo con las condiciones particulares de la obra.

#### h) Equipos náuticos

Para el caso que se requiera de Equipos Náuticos, el contratista deberá proveer estos y cumplir como mínimo los siguientes requisitos:

##### 1. Tipo Jack Up:

Deberá ser de plataforma elevadiza, de estructura de acero transportable que comprenda al menos cuatro pontones de acero de 40 pies de largo por 8 pies de ancho y 4 pies de alto, cuatro unidades de hincado de al menos 20 pulgadas de diámetro y cuatro gatos hidráulicos, deberá de estar equipado con su motor y suficiente longitud de mangueras hidráulicos para las maniobras de posicionamiento.

##### 2. Tipo Barcaza:

Embarcación naval sin propulsión propia, de fondo plano, que se emplea para el transporte de mercancías y pasajeros entre costas cercanas. Su fondo plano facilita su varada en playas de arena, no requiriendo de muelles o embarcaderos para su carga o descarga.

##### 3. Remolcador:

Embarcación utilizada para ayudar a la maniobra de otras embarcaciones, principalmente al jalar o empujar con una potencia mínima de 300 HP.

### 601A.5 ACEPTACIÓN

Además de lo establecido anteriormente en estas especificaciones, para que los pilotes de concreto colado en sitio se consideren terminados y sean aceptados por el Ingeniero, con base en el control de calidad que ejecute el Contratista de Obra, mismo que podrá ser verificado por el Ingeniero cuando lo juzgue conveniente. Se comprobará:

#### 601A.5.1 Perforación

- a) Que la verticalidad y dimensiones de la perforación, a intervalos regulares, hayan sido las establecidas en el proyecto aprobadas por el Ingeniero.
- b) Que la perforación o excavación se haya llevado hasta el nivel indicado en el proyecto para el apoyo o el aprobado por el Ingeniero. En todos los casos, el representante del dueño en la obra decidirá si el estrato alcanzado con la perforación es el adecuado para el desplante del pilote o si es necesario perforar más profundo.
- c) Que se haya realizado la limpieza del fondo, de las paredes de la perforación o excavación y del ademe permanente, si lo hubiese.
- d) Los materiales para lodos minerales, son evaluados en la *Sección 1012*.
- e) La construcción de pilotes excavados y colados en sitio, se evalúa en la *sección 1014*.

#### 601A.5.2 Calidad del Concreto

- a) Que el concreto hay cumplido con lo establecido en la *sección 602*.
- b) Que cuando el volumen del concreto de un mismo tipo colado en un día de trabajo haya sido menor de 25 metros cúbicos, se haya obtenido cuando menos 5 especímenes para comprobar la resistencia del concreto o que, para volúmenes de 25 metros cúbicos en adelante, el número de especímenes haya sido determinado aplicando la siguiente fórmula:

$$c = V / 5$$



**donde:**

c = Numero de especímenes por obtener, aproximado a la unidad superior.

V = Volumen del concreto de un mismo tipo colado en un día de trabajo, (m<sup>3</sup>)

c) Que en caso de que la resistencia a la compresión simple del concreto hidráulico no haya cumplido con lo establecido la sección 602 de esta especificación, el Contratista de Obra, previa aprobación del Ingeniero, haya remplazado los pilotes construidos con el concreto defectuoso, por su cuenta y costo o haya aceptado la sanción por incumplimiento de calidad, respecto al precio unitario fijado en el contrato, debida a la resistencia insuficiente del concreto, a que se refiere en la sección 602.

### **601A.5.3 Colocación del concreto**

a) 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.

b) Que el concreto se haya colocado en forma continua sin interrupciones que hayan generado juntas frías y dentro del ademe se haya mantenido una altura de concreto suficiente si es que dicho ademe se extrajo. Si no se usó ademe, que se haya verificado que la masa del concreto haya sido lo suficiente para equilibrar la presión hidrostática existente.

c) Que el volumen de concreto colocado haya correspondido con el volumen de la perforación o excavación.

d) Que el Concreto no se hay contaminado con el suelo debido a desprendimientos de las paredes o extrusión.

### **601A.5.4 Calidad del Acero**

a) Que el acero haya cumplido con lo establecido en la sección 604, de esta especificación.

b) Que el paso de la hélice haya sido el establecido en el proyecto o aprobado por el Ingeniero con una tolerancia de  $\pm 13$  milímetros.

c) Que en varillas con diámetro igual a 2,5 cm (1 pulgada) o mayor, los empalmes hayan sido soldados a tope.

d) Que la separación mínima entre varillas no haya sido menor de 1,5 veces el diámetro de la varilla ni menor de 1,5 veces el tamaño del agregado. En el caso de dos varillas de distinto diámetro, se tomará como referencia la del mayor diámetro.

### **601A.5.5 Ademes**

Que los ademes se hayan manejado y protegido de tal forma que su diámetro no haya variado más de 2%.

### **601A.5.6 Ubicación, Alineamiento y Dimensiones**

a) Que las dimensiones de la sección transversal de cada pilote hayan sido las establecidas en el proyecto o aprobadas por el Ingeniero, con una tolerancia de -10milímetros a +20milímetros.

b) Que la posición final de la base del pilote en el fondo de la perforación, no haya variado respecto a la de proyecto, más de 40 centímetros.

c) Que la posición final del extremo superior de cada pilote, después del descabezado, no haya variado respecto a la de proyecto, más del 4% del diámetro del pilote o de 8 centímetros, cualquiera que sea el valor más bajo.

d) Que la inclinación del pilote no haya variado respecto a la del proyecto, más del 2% de la longitud final del pilote o más del 12,5% de su diámetro, cualquiera que sea el valor más bajo.

e) Que la longitud del pilote después del descabezado, haya sido la establecida en el proyecto o aprobada por el ingeniero con una tolerancia de  $\pm 25$  centímetros.

### 601A.6 MÉTODO DE MEDICIÓN

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.

#### Pilotes de Concreto Vaciados en Sitio

Para los efectos de pago, solamente se medirán los pilotes que hayan sido construidos satisfactoriamente dentro de las tolerancias permisibles de localización. La medida se tomará en metros lineales, desde la punta del pilote, hasta el nivel de corte indicado en los planos para el Concreto. No se incluirá en la medida la longitud de acero necesaria para el amarre del pilote con la parte correspondiente de la estructura, en los casos en donde no haya empotramiento de la sección de Concreto del pilote. Los huecos de exploración, no se medirán.

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.

### 601A.7 BASES PARA EL PAGO

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 muestra en el pliego de licitación. El pago será en compensación total, por el trabajo descrito en esta sección. *Ver sección 102.*

El costo de los pilotes colados en el lugar se hará por metro, pagado al precio fijado en el contrato. El Contratista deberá contemplar en su costo todos aquellos materiales, equipos de perforación con ademes o lodo estabilizador, transporte, limpieza de la superficie donde se construirían los pilotes, ubicación, trazo y nivelación del terreno y todos aquellos trabajos que se requieran para completar esta actividad de acuerdo a lo especificado en el diseño u ordenado por el ingeniero.

El pago se hará de acuerdo a los siguientes conceptos:

Ítem	Concepto de Pago	Unidad de Medida
601.1	Pilotes colados en sitio.	Metro
601.2	Descabezado	Unidad
601.3	Pilote de Prueba (Pozo perforado)	Metro
601.4	Prueba de Carga Estática	Unidad
601.5	Prueba de Carga Dinámica	Unidad
601.6	Prueba de Integridad	Unidad

## **SECCIÓN 602**

### **CONCRETO ESTRUCTURAL**

#### **602.1 DESCRIPCIÓN**

Esta sección contempla los trabajos de suministro de materiales, fabricación, transporte, colocación, vibrado, curado y acabados de concreto de cemento utilizados en la construcción de puentes, estructuras de drenaje, muros de contención y otras estructuras, de acuerdo con estas especificaciones y en conformidad razonable con los lineamientos, rasantes, niveles y dimensiones o disposiciones establecidas en el diseño u ordenadas por el Ingeniero.

El concreto deberá estar constituido por una mezcla de cemento hidráulico, agua, agregados fino y grueso, además de la incorporación de aditivos en los casos que se indique en el proyecto y/o sea ordenado por el Ingeniero. El diseño de las mezclas de concreto se basará en la relación agua-cemento necesaria para obtener una mezcla plástica y manejable según las condiciones específicas de colocación de tal manera que se logre un concreto de alta durabilidad, impermeabilidad y resistencia que esté de acuerdo con los requisitos exigidos para los diversos tipos de estructuras, según los planos y las presentes especificaciones.

La clase del concreto estructural que sea implementado en la obra se encuentra designado según lo indicado en el Cuadro 602-1, a menos que en planos se indique lo contrario o sea ordenado por el ingeniero.

#### **602.2 MATERIALES**

##### **602.2.1 Requisitos**

Los materiales a usar deberán cumplir con lo estipulado en los siguientes artículos:

Aditivos Inclusores de Aire	Artículo-1011.2
Aditivos Químico	Artículo-1011.3
Agregado grueso	Artículo1003.2
Colorante para Revestir.	Artículo-1012.4
Materiales para Curar	Artículo-1011.1
Almohadillas Elastoméricas de Apoyo	Artículo-1016.11
Sellos Elastoméricos para Juntas de Compresión	Artículo-1016.16
Agregado Fino.	Artículo-1003.01
Ceniza Fina de Altos Hornos (CFAH)	Artículo-1012.10
Escoria de Hornos de Fundición de Hierro Molida	Artículo-1012.10
Rellenadores y Selladores de Juntas	Artículo-1005.1
Modificador de Látex	Artículo-1011.4
Aceite de Linaza	Artículo-1012.9
Cemento Hidraulico	Artículo-1001.1
Humo Silíceo (Microsilíce)	Artículo-1012.10
Agua	Artículo-1012.1a

No se aceptará el suministro y utilización de materiales que no cumplan con lo indicado con las descripciones de las secciones y artículos de los materiales mencionados, ni en el supuesto de los casos, que se implementen mejoras posteriormente en el sitio por el Contratista de la Obra. En tal caso estos serán objeto de rechazo.

### 602.2.2 Almacenamiento y Manipulación del Material

Acopiar y manipular todos los materiales de manera que no se produzca segregación, contaminación u otros efectos perjudiciales. No se debe usar cemento y CFAH que contengan evidencia de contaminación con humedad. Acopiar y manipular los agregados de manera que se asegure un contenido de humedad uniforme en el momento de la barchada.

#### a) *Cemento:*

Los materiales cementantes serán almacenados en un lugar bien ventilado, seco y bajo cubierta. Los sacos no estarán en contacto directo con la tierra y se debe contar con muros que impidan el paso de la humedad, aislando también adecuadamente el producto de los cambios bruscos de temperatura. no se harán pilas superiores a 14 sacos, para períodos de almacenamiento de hasta 30 días, ni de más de 7 sacos para períodos más largos.

Requerimientos y controles especiales serán exigibles en ambientes sujetos a alto porcentaje de humedad atmosférica u otros factores desfavorables principalmente asociados al cambio climático.

Es de estricto cumplimiento emplear el cemento en el orden cronológico de su recibimiento en la obra para evitar envejecimiento, apelmazamiento o fraguado superficial.

El cemento a granel se almacenará en tanques herméticos y se tendrá especial cuidado en su almacenamiento y manipulación para prevenir su contaminación. El cemento de diversas procedencias se almacenará separadamente para evitar el uso indiscriminado en la preparación de las mezclas.

#### b) *Agregados:*

Se deberá almacenar los diferentes tipos de agregados en áreas libres de material orgánico o maleza, bien drenadas y que permitan conservar la integridad de los materiales libres de tierra, contaminación o elementos extraños.

Los agregados deben estar constituidos por partículas duras, de forma y tamaño estables, y deben estar limpios y libres de terrones, partículas blandas o laminadas, arcillas, impurezas orgánicas, sales y otras sustancias que por su naturaleza o cantidad afecten la resistencia o durabilidad del hormigón.

Los acopios o áreas de almacenamiento estarán separados en dos fracciones por lo menos, una para los áridos gruesos (gravas y gravilla), y otra para los finos (arenas). Todos los materiales serán homogéneos en sus características. Se analizará la calidad de los almacenes a través de los ensayos correspondientes y se tomarán las muestras respectivas para efectuar las dosificaciones.

El contratista deberá asegurar la calidad y homogeneidad de los agregados en su fuente de producción. Se debe dar especial atención al contenido de sales en los agregados.

#### c) *El agua:*

El agua que se utilice en la confección de concretos debe ser limpia, exenta de sustancias perjudiciales, debe ser certificada por estudios de laboratorio antes de su uso. Se deberá poner especial cuidado en el contenido máximo de sales en el agua de amasado para hormigones con armaduras.

#### d) *Aditivos:*

Sus principales usos y especificaciones se rigen a las menciones siguientes:

1. Para estructuras en general: Se deberán utilizar las instrucciones establecidas por el fabricante cuando lo indiquen expresamente los planos, en casos especiales, con autorización u órdenes del Ingeniero, se podrán aplicar otras alternativas.

2. No se permitirá el uso de aditivos que afecten la resistencia de la mezcla, o las propiedades del acero; por esto siempre se exigirá los mayores cuidados para emplearlos siguiendo las instrucciones del fabricante y de acuerdo como se encuentra establecido en el diseño de mezclas específico, ensayado por medio de cilindros de prueba.

3. Si durante el avance de la obra el Ingeniero encuentra que la calidad y las cualidades que el aditivo suministra o adiciona, no corresponden a lo indicado en la ficha técnica del proyecto, podrá ordenar que se suspenda su inclusión en las mezclas de concreto. Si ha demeritado la calidad del concreto exigida ordenará la reparación o demolición de la parte fabricada con el aditivo, tanto estas labores como las de reconstrucción serán por cuenta del Contratista, siempre y cuando el empleo de aditivo no haya sido exigencia de la Interventoría.

### 602.3 REQUISITOS PARA LA CONSTRUCCIÓN

#### 602.3.1. Composición (Diseño de la Mezcla de Concreto)

Diseñar y producir las mezclas de concreto que se ajusten a lo indicado en el Cuadro 602-1 para la clase de concreto especificado. Se deben determinar los valores de la resistencia de diseño de conformidad con la norma ACI 214. El concreto estructural también deberá cumplir con las siguientes especificaciones:

- ACI 211.1, para concreto normal y de masa pesada.
- ACI 211.2, para concreto liviano.
- ACI 211.3, para concreto sin revenimiento.

**CUADRO 602-1**

#### Composición del Concreto

Clase de Concreto	Contenido Mínimo de Cemento (kg/m <sup>3</sup> )	Máxima Relación Agua/Cemento	Revenimiento <sup>(1)</sup> (mm)	Mínimo Contenido de Aire <sup>(2)</sup> %	Agregado Grueso AASHTO M 43
A	360	0.49	50 to 100		No. 57
A (AE)	360	0.44	25 to 100	5.0	No. 57
B	310	0.58	50 to 100		No. 357
B (AE)	310	0.58	50 to 100	4.0	No. 357
C	390	0.49	50 to 100		No. 7
C (AE)	390	0.44	25 to 75	6.0	No. 7
D (AE) <sup>(3)</sup>	360	0.40	25 to 75	4.0	No. 57
E (AE) <sup>(4)</sup>	360	0.40	100 to 150 <sup>(5)</sup>	3.0	No. 7
P	390	0.44	0 to 100		No. 67
Sello	390	0.54	100 to 200		No. 57

- (1) El revenimiento máximo es de 200 mm, si el diseño aprobado por la mezcla incluye un reductor de agua de alto rango.
- (2) Concreto con un aditivo reductor de agua y retardador conforme a AASHTO M 194 tipo D.
- (3) Concreto modificado con látex con 0.31 litros de modificador por kilogramo de concreto.
- (4) Mídase el revenimiento 4 ó 5 minutos después de que el concreto es descargado del mezclador.

Los diseños de la mezcla deben ser presentados para aprobación. (Se recomienda un Formulario igual o similar al 608 de la FHWA).

Verificar los diseños de la mezcla por medio de mezclas de prueba preparadas con los materiales de la(s) misma(s) fuentes propuestas para uso en la obra. Se deben presentar los diseños de la mezcla de concreto por escrito para la aprobación del Ingeniero, por lo menos, 36 días calendario antes de iniciar la producción. Cada propuesta de diseño de mezcla deberá incluir todo lo enumerado a continuación:

- (a) Identificación del Proyecto.
- (b) Nombre y dirección del Contratista y de productor del concreto.
- (c) Designación del diseño de la mezcla.
- (d) Clase de concreto y el uso que se le va a dar.
- (e) Proporciones del material.
- (f) Nombre y lugar de las fuentes del agregado, el cemento, los aditivos y del agua.
- (g) Tipo de cemento y tipo de sustituto del cemento si se usa. La CFAN, escoria de hornos de fundición de hierro molida, o humo silíceo, puede reemplazar parcialmente al cemento en cualquier diseño de mezcla tal como se indica a continuación, excepto en el concreto presforzado:

*i. Clase F.-*

No más del 20% del peso mínimo de cemento hidráulico indicado en el Cuadro 602-1 puede ser reemplazado con CFAH clase F a una tasa de 1.5 partes de CFAH por una parte de cemento.

*ii. Clase C.-*

No más del 25% del peso mínimo de cemento hidráulico indicado en el Cuadro 602-1, puede ser reemplazado con CFAH clase C a una tasa de 1 parte de CFAH por una parte de cemento.

### 602.3.2 Escoria de Horno de Fundición de Hierro Molida

No más del 50% del peso mínimo de cemento hidráulico indicado en el Cuadro 602-1 puede ser reemplazado con escoria de horno molida a una tasa de 1 parte de escoria por una parte de cemento.

No más del 10% del peso mínimo de cemento hidráulico indicado en el Cuadro 602-1, puede ser reemplazado con humo silíceo a una tasa de 1 parte de humo silíceo por una parte de cemento.

La relación agua/cemento para concreto modificado es la relación del peso de la masa de agua de las masas combinadas de cemento hidráulico y sustituto del cemento.

- (a) El contenido de cemento en kilogramos por metro cúbico de concreto.
- (b) El peso de la bachada de agregados grueso y fino saturados con la superficie seca, en kilogramos por metro cúbico de concreto.

- (c) Contenido de agua (incluyendo la humedad libre en el agregado más el agua en el tambor, excluyendo el agua absorbida en el agregado), en kilogramos por metro cúbico de concreto.
- (d) Valor meta de la relación agua/cemento.
- (e) Dosis de los Aditivos. La inclusión de aire puede ser obtenida ya sea usando cemento hidráulico con aire incorporado o mediante el uso de un aditivo inclusor de aire. No usar aditivos aceleradores del fraguado en el concreto cas P (para presforzado). No usar aditivos químicos de manufactureros diferentes. No usar aditivos reductores de agua de alto rango en losas de puentes.
- (f) Análisis granulométrico del agregado fino y del grueso
- (g) Absorción de los agregados fino y grueso.
- (h) Gravedad Especifica de Masa (seco y saturado con superficie seca) de los agregados fino y grueso.
- (i) Peso unitario del agregado grueso varillado en seco, en kilogramos por metro cúbico.
- (j) Módulo de finura (MF) del agregado fino.
- (k) Certificaciones de material para el cemento, aditivos y los agregados.
- (l) Valor meta para el revenimiento del concreto con aditivo reductor de agua de alto rango y sin él.
- (m) Valores meta para el contenido de aire en el concreto. Incluir el rango propuesto del contenido de aire propuesto para ser incorporado en la obra. Describir los métodos mediante los cuales será monitoreado y controlado el contenido de aire. Provéase documentación aceptable que asegure que el revenimiento y la resistencia a la compresión del concreto están dentro de los límites especificados a través del rango total del contenido de aire propuesto. En ausencia de dicha documentación aceptable, el máximo contenido de aire será 10 por ciento.
- (n) Unidad de masa (peso) del concreto.
- (o) Resistencias a la compresión del concreto a los 7 y a los 28 días. Pendiente de lo resultados, de la resistencia a los 28 días, se podrá aprobar un diseño de mezcla, siempre que los resultados de la resistencia a la compresión a los 7 días sean iguales o excedan al 85 por ciento de los requerimientos mínimos de resistencia, cuando no sean usados aditivos aceleradores de fraguado o cemento de alta resistencia inicial.
- (p) Muestras de los materiales, si son pedido por el Ingeniero.

Se deberá comenzar la producción solamente después de que el diseño de la mezcla haya sido aprobado. Se deberá presentar un nuevo diseño de la mezcla para aprobación, si hay un cambio en una fuente de los materiales o cuando el módulo de finura del agregado fino cambie en más de 0.20. Los costos de las pruebas para diseñar la mezcla correrán a cuenta del Contratista.

### **602.3.3 Medición de los materiales**

Dosificar la mezcla del concreto en conformidad con el diseño previamente aprobado. Se debe cumplir estrictamente.

\* Cemento  $\pm$  1%    Agregados  $\pm$  2%

\* Agua  $\pm$  1%    Aditivo  $\pm$  3 %

Se pondrá un sistema volumétrico calibrado si se mantienen las tolerancias especificadas.

### 602.3.4 Mezclado

El concreto se debe revolver en una planta de revoltura central o en camiones mezcladores. Todo el equipo debe ser operado dentro de la capacidad recomendada por el Fabricante. El concreto producido debe ser de consistencia uniforme.

#### (a) Planta de Mezclado Central

Se deben aplicar los aditivos líquidos mediante un fluxómetro controlado. Los aplicadores usados deben tener capacidad suficiente para medir de una vez, la cantidad total de aditivo requerida para cada bachada. Si se usa más de un aditivo, se debe aplicar cada uno con equipo separado.

Primero, se carga el agregado grueso, un tercio del agua y todo el aditivo inclusor de aire, en la mezcladora, luego se agrega el resto del material. Mezclar, por lo menos, 50 segundos. Comenzar el tiempo de revoltura tan pronto como todo el cemento y los agregados estén en el tambor. Se agrega el agua faltante durante la primera cuarta parte del total del tiempo de revoltura.

Si el conteo del tiempo comienza en el instante en que el cucharón alcanza su máxima posición de alzada se debe agregar 4 segundos al tiempo de revoltura (mezclado). El tiempo de transferencia en las mezcladoras de tambor múltiple, está incluido en el tiempo de revoltura. En tiempo de revoltura termina cuando se abre la canaleta de descargue.

Antes de cargar la siguiente bachada se debe descargar el contenido de cualquier mezcladora individual antes de cargar siguiente bachada en el tambor.

#### (b) Camión Mezclador

No se debe usar mezcladoras que tengan alguna sección de las paletas desgastada más de 25 mm por debajo de la altura original de fábrica. No se debe usar mezcladoras y agitadores que tengan concreto o mortero acumulado en el tambor de revoltura. Agregar los aditivos al agua de revolver antes o durante el mezclado

Cargar la bachada en el tambor de manera que una porción del agua entre antes que el cemento.

Mezclar cada bachada de concreto no menos de 70 ni más de 100 revoluciones del tambor o de las paletas a la velocidad de revoltura (mezclado). Comenzar a contar las revoluciones de revoltura tan pronto como todo el material, incluyendo el agua, este dentro del tambor.

### 602.3.5 Entrega

Producir y entregar el concreto de manera que se permita una colocación continua sin que ninguna parte o bachada de la mezcla de concreto alcance el fraguado inicial antes que el concreto restante sea colocado de forma adyacente. Se deben usar métodos de entrega manipuleo y colocación que minimicen la remanipulación del concreto y así evitar causar cualquier daño a la estructura.

No colocar concreto que haya desarrollado el fraguado inicial. Nunca se deberá ablandar el concreto agregando agua.

#### (a) Camión Mezclador/Agitador

La velocidad de agitación debe ser la misma para todo el proceso de mezclado. Cuando se usa un camión mezclador o agitador para transportar concreto que está completamente revuelto en una mezcladora de construcción central estacionaria, se debe revolver a la velocidad de agitación recomendada por el Fabricante durante todo el tiempo de transporte.

El agua y los aditivos (si están aprobados en el diseño de la mezcla) pueden ser agregados en el Proyecto a fin de obtener el revenimiento o contenido de aire requeridos, siempre que el total de agua en la mezcla no exceda la relación agua/cemento máxima y que el concreto no haya alcanzado un fraguado inicial. Si se necesita agua adicional,



se agrega solamente una vez y se revuelve a 30 revoluciones de la velocidad de revoltura. Completar la revoltura extra dentro de 45 minutos (45 minutos para cementos de los tipos I, IA, II ó IIA con aditivos reductores de agua/retardadores de fraguado) después de la introducción inicial del agua de revoltura al cemento o del cemento a los agregados.

Después de comenzar la adición del cemento, se debe completar la descarga del concreto dentro del tiempo especificado en el **Cuadro 602-2**:

**CUADRO 602-2**  
**Límites de Tiempo para la Descarga del Concreto**

Tipo de Cemento Con Aditivos o sin ellos	Límite de Tiempo (Hora)
Tipo I, IA, II ó IIA	1.00
Tipo I, IA, II ó IIA con aditivo reductor de agua o retardador de fraguado.	1.50
Tipo III.	0.75
Tipo III con aditivo reductor de agua o retardador del fraguado.	1.25

*(b) Equipo no Agitador.*

Se podrá usar equipo no agitador para entregar el concreto si la descarga del concreto es completada dentro de 20 minutos desde el comienzo de la adición del cemento en el tambor de mezclado.

Se debe usar un equipo provisto de contenedores metálicos lisos y herméticos al mortero, capaces de descargar el concreto a una velocidad controlada sin segregación. Cuando sea necesaria protección contra factores que pueden alterar la mezcla se deberá dotar de carpas.

#### **602.3.6 Control de Calidad-Muestreo y Ensayo**

Para asegurar la calidad del diseño de la mezcla y el control de calidad en las operaciones, se seguirá un plan de control de calidad que incluye el muestreo y ensayo de los materiales y la mezcla de acuerdo con las siguientes normas:

- |   |       |
|---|-------|
| a. Muestreo de Concreto Recién Mezclado   | T-141 |
| b. Peso por Metro Cúbico, Rendimiento y Contenido de Aire (Gravimétrico) del Concreto.                                    | T-121 |
| c. Análisis Granulométrico de Agregados Fino y Grueso.  | T-27  |
| d. Revenimiento del Concreto de Cemento hidráulico.   | T-119 |
| e. Contenido de aire del Concreto Recién Mezclado por el Método de Presión.   | T-152 |
| f. Gravedad Específica y Absorción del Agregado Fino.   | T-84  |
| g. Gravedad Específica y Absorción del Agregado Grueso.   | T-85  |
| h. Contenido de Aire del Concreto Recién Mezclado por el Método Volumétrico.  | T-196 |
| i. Moldeo y Curado en el Campo de Especímenes de Concreto para los Ensayos de Resistencia a la Compresión y a la Flexión. | T-23  |
| j. Resistencia a la Compresión de Cilindros de Concreto Moldeado.   | T-22  |

Las siguientes disposiciones sobre Muestreo y Ensayo serán aplicables y prevalecerán en cualquier discrepancia que hubiere con los métodos estándar enumerados anteriormente.

- El control del concreto será hecho por medio de cilindros. Se tomará una muestra por cada 25 metros cúbicos, con un mínimo de tres muestras por elemento estructural (estribo, pila, losa, etc.). El suministro de cilindros, las pruebas o ensayos, así como todo lo necesario para el muestreo y ensayo del concreto, serán subsidiarios del costo del concreto.
- El Ingeniero podrá ordenar un número adicional de cilindros de pruebas durante la ejecución de los trabajos, ya sea para someterlas a curado en las mismas condiciones en que el concreto es colocado en la estructura, para determinar el grado de eficiencia del curado del concreto en el sitio o para obtener testigos de pruebas adicionales para un mejor control.
- Las pruebas de resistencia serán realizadas a los 7 y a los 28 días de mezclado el concreto. La cantidad de muestras para el control de resistencia será de, por lo menos, 2 cilindros para cada fecha en que se quiera conocer la resistencia del concreto.
- Las resistencias promedio de diseño, serán obtenidas de acuerdo a las resistencias de la clase de concreto especificado, de conformidad con el siguiente cuadro:

**CUADRO 602-3**  
**Resistencia de Diseño**

Condiciones Previstas para la Colada	Resistencia Media para Estructuras Diseñadas en Función del Esfuerzo de Trabajo	Resistencia Media para Estructuras Presforzadas o diseñadas en Función del Esfuerzo Ultimo
Medias	$f_m = f'_c \times 1.35$	$f_m = f'_c \times 1.5$
Buenas	$f_m = f'_c \times 1.28$	$f_m = f'_c \times 1.35$
Muy Buenas	$f_m = f'_c \times 1.20$	$f_m = f'_c \times 1.25$

**dónde:**  $f_m$  = Resistencia media de diseño y

$f'_c$  = Resistencia especificada para el concreto a los 28 días de edad, denominada resistencia característica.

Las condiciones previstas de ejecución de la colada adoptadas en el cuadro anterior, corresponden a lo siguiente:

*Condiciones Medias:*

Cemento sin conservación adecuada y sin comprobaciones frecuentes de su estado. Agregados medidos por volumen según procedimientos aparentemente eficaces, pero de precisión no comprobada. Falta de correcciones en los volúmenes de arena utilizados cuando varía la humedad de esta y por tanto, su contracción. Cantidad de agua bien medida al ser alimentada a la mezcladora, pero sin ajustar por la humedad contenida en la arena.

*Buenas Condiciones:*

Cemento bien conservado, con frecuentes comprobaciones de su calidad. Agregados cuidadosamente medidos por volumen, con corrección en los volúmenes de arena a causa de su contracción. Reajuste en la cantidad de agua alimentada a la mezcladora cuando varía notablemente la humedad de los agregados. Vigilancia al pie de la obra con el equipo mínimo necesario para efectuar las comprobaciones oportunas.

*Condiciones Muy Buenas:*

Control estricto de la calidad del cemento y de la relación agua/cemento. Los agregados deben ser medidos por peso con determinaciones periódicas de la graduación y la humedad. Control de la consistencia del concreto. Laboratorio al pie de la obra con el personal y las instalaciones necesarias en cada caso. Constante atención a todos los detalles de la operación, tales como la falta de calibración de las básculas, cambios en el contenido de cemento, etc.

Para evaluar los resultados de la resistencia del concreto se hará uso de los siguientes criterios:

- I.** La resistencia del concreto para estructuras diseñadas en función del esfuerzo de trabajo y otras construcciones no consideradas en el inciso II que sigue, no deberá dar más de un 20% de valores más bajos que la resistencia característica y el promedio de seis pruebas consecutivas deberá ser igual o mayor que el esfuerzo promedio especificado.
- II.** Para concreto a ser usado en estructuras diseñadas en función del esfuerzo último y en estructuras presforzadas, no más del 10% de las pruebas de resistencia darán valores menores que la resistencia característica especificada, y el promedio de tres pruebas consecutivas deberá ser igual o mayor que el esfuerzo promedio especificado.
- III.** Cuando el número de pruebas realizadas en toda clase de concreto sea de 6 ó menos, el promedio de todas las pruebas deberá ser igual o mayor que el mostrado en el siguiente cuadro:

**CUADRO 602-4**

**Esfuerzo Promedio Requerido en Pruebas Consecutivas como Fracción de la Resistencia Característica**

Número de Pruebas	Inciso I	Inciso II
1	0.79	0.86
2	0.90	0.97
3	0.94	1.02
4	0.97	1.05
5	0.99	1.07
6	1.00	1.08

Cuando el esfuerzo de compresión del concreto de una estructura o parte de ella sea menor que el 85% de la resistencia característica  $f_c$ , especificada a los 28 días, dicha estructura, o la parte afectada, será demolida.

En caso de discrepancia de criterios sobre la resistencia del concreto colocado, se obtendrá un mínimo de cuatro núcleos del concreto cuya calidad está en duda, de acuerdo a la Norma AASHTO T-24, para verificar los resultados obtenidos y el costo de este trabajo adicional será por cuenta del Contratista.

### 602.3.7 Condiciones de Temperatura y del Tiempo

Antes de su colocación se debe mantener la temperatura de la mezcla de concreto entre 10 y 30° C, excepto en las losas de puente que se limitará entre 10 y 25°C.

#### (a) *Tiempo Frío*

Se entenderá como tiempo frío cuando la temperatura ambiental en el sitio cae a menos de 10°C por un período de 12 horas o más. Prácticamente, esta condición no existe en Nicaragua.

#### (b) *Tiempo Caliente*

Se entenderá por tiempo caliente cuando la temperatura ambiental es de más de 35°C. en el sitio del trabajo.

En tiempo caliente, enfríense todas las superficies que van a entrar en contacto con la mezcla de concreto, a menos de 35°C. se debe cubrir con tela de bramante o esterillas de algodón humedecidas, rociando con agua, cubriendo con toldos o mediante otros métodos aprobados.

Durante el colado del concreto, mantener la temperatura del concreto, usando cualquier combinación de las siguientes medidas:

- I. Dar sombra a áreas de acopio de material o al equipo de producción.
- II. Enfriar el agregado rociándolo con agua.
- III. Enfriar el agregado, el agua o ambos por refrigeración o reemplazando una porción o toda el agua de revoltura con hielo en hojuelas o triturado al grado de que el hielo se derrita completamente durante la revoltura del concreto.

#### (c) *Evaporación*

Cuando se coloque concreto en losas de puentes u otras losas expuestas, se debe limitar la tasa de evaporación esperada a menos de 0.5 Kg/m<sup>2</sup> por hora determinada por la Figura 602-1 ó la siguiente fórmula:

$$EVAP = \frac{1 + 0.2374W}{2906} * TC_2 - 4.762TC + 220.8 - HR * \frac{AT_3 + 127.8TA_2 + 66.6TA + 34283}{20415}$$

donde la Tasa de Evaporación (kg/m<sup>2</sup>/hr)

**VV** = Velocidad del viento (km/hr)

**HR** = Humedad relativa (%)

**TA** = Temperatura del aire (°C)

**TC** = Temperatura del concreto (°C)

Cuando sea necesario, tomar una o más de las siguientes acciones:

- Construir cortinas rompe vientos o encierros en toda el área de la colada.
- Usar rociadores de agua en forma de niebla contra el viento de la operación de colocación del concreto a fin de aumentar efectivamente la humedad relativa.
- Reducir la temperatura del concreto de acuerdo con lo dicho en el inciso (b) que antecede.

*(d) Lluvia*

Todo el tiempo durante e inmediatamente después de colada el concreto, se debe proteger de la lluvia.

### **602.3.8 Obras Falsa y Formaletas**

*(a) Obra Falsa*

Se debe construir la obra falsa sobre fundaciones de suficiente resistencia para soportar las cargas sin asentamiento apreciable. La obra falsa que no puede ser fundada en zapatas sólidas y firmes, deberá ser soportada por medio de pilotes al grado que sea necesario.

Se debe diseñar y construir la obra falsa para soportar las cargas totales aplicadas, con una deflexión que no exceda 1/500 del claro de la obra falsa y ajustada para dar a la estructura terminada las líneas y niveles mostrados en los planos u ordenados por el Ingeniero. Se debe incorporar a la obra falsa las gatas mecánicas o cuñas que sean necesarias para compensar cualquier asentamiento que ocurra en la obra falsa antes o durante la colocación del concreto. Se deben construir las cimbras de tal manera que permitan ser bajadas gradual y uniformemente.

Preparar planos y dibujos de trabajo para la obra falsa de acuerdo a la *División I*.

*(b) Formaletas.*

Las formaletas deberán satisfacer los siguientes requisitos:

1. Generalidades.

Las formaletas serán diseñadas y construidas de tal manera que produzcan unidades de concreto homogéneas, simétricas y adherentes en forma, líneas y dimensiones a los elementos mostradas en los planos. Se deberá aplicar formaletas suficientemente rígidas para evitar su distorsión a causa de la presión del concreto y otras cargas eventuales durante las operaciones de construcción, incluyendo la vibración. Construir y garantizar que las formaletas, no generen efectos de pandeo o torsiones en las juntas debido a la contracción de la madera.

Las formaletas serán sólidas, adecuadamente arriostradas y amarradas, para mantener su posición, forma y resistan todas las solicitudes a las cuales puedan ser sometidas, tales como presiones por colocación y vibrado del concreto, carga muerta de diseño y una carga viva mínima de 200 Kg/cm<sup>2</sup> o cualquier otro tipo de carga y deberán estar suficientemente ajustados para impedir la pérdida de mortero.

Todas las superficies interiores de las formaletas estarán completamente limpias y tratadas adecuadamente para obtener superficies lisas, compactas, de color, textura normal y uniforme. El contratista retirará de la obra las formaletas desajustadas, deformadas o deterioradas que impidan lograr la superficie especificada.

La desinstalación de las formaletas se hará cuando el concreto haya endurecido lo suficiente para soportar con seguridad su propia carga, más cualquier otra carga sobrepuesta que pudiera colocársele directa o indirectamente.

En casos especiales y en donde se puedan presentar esfuerzos altos en las estructuras debidamente ejecutadas, antes de terminar el fraguado de estas, el Ingeniero supervisor podrá exigir que las formaletas permanezcan colocadas por un tiempo más largo. El retiro de las formaletas se hará en forma cuidadosa para evitar daños en las caras de la estructura e inmediatamente se harán las reparaciones necesarias en las superficies del concreto y el curado correspondiente.

Las formaletas, la madera y los elementos que se usen para la fabricación de las losas para las formaletas, estarán constituidos por materiales que no produzcan deterioro químico, ni cambios en el color de la superficie del concreto, o elementos contaminantes, que puedan afectar la integridad del elemento.

Las abrazaderas o tensores empleados para conservar el alineamiento de los tableros y queden embebidos en el concreto, estarán constituidos por pernos provistos de rosca y tuerca, no tendrán elementos contaminantes al concreto y serán construidas en forma tal, que la porción que permanezca embebida en el concreto este por lo menos a 5 cm por dentro de las superficies terminadas y permitan retirar los extremos exteriores de las mismas, sin producir daños en las caras del concreto.

Todos los huecos resultantes del retiro de los elementos exteriores de las abrazaderas o tensores se deben llenar con mortero de consistencia seca como se especificará en el artículo 1005.05. Por ningún motivo se permitirán abrazaderas de alambre u otro material que pueda deteriorarse, producir manchas en la superficie del concreto o no permita un soporte firme y exacto de los tableros.

Para la limpieza y engrase de las formaletas en el momento de colocar el concreto, la superficie de la formaleta deberá estar libre de incrustaciones de mortero o de cualquier otro material y no deberá tener huecos, imperfecciones, deformaciones o uniones defectuosas que permitan filtraciones de la lechada a través de ellas o irregularidades en las caras del concreto.

Antes de hacer el vaciado, se debe cubrir la superficie de la formaleta que vaya a estar en contacto con el concreto con una capa de aceite mineral, aceite de higuera o parafina, para evitar la adherencia entre el concreto y la formaleta, observando especial cuidado en no ensuciar las barras de refuerzo ni las juntas de construcción. Se prohíbe la utilización de aceite quemado.

## 2. Superficies Visibles.

En las superficies de concreto visto, las formaletas se construirán con madera fina machihembrada y pulida, triplex, lamina de acero o similares, con espesores de acuerdo con los diseños presentados para las mismas y aprobadas por el Interventor, en forma tal que los planos produzcan una textura uniforme. No se debe permitir remiendos que modifiquen la superficie general. Deben ser colocadas con gran cuidado, para obtener una superficie continua sin resaltos ni irregularidades.

Las formaletas para todas las superficies de concreto que vayan a quedar visibles serán de uno de los tipos siguientes:

- a) Revestidas con plywood, para exteriores, con el hilo de la cara paralelo a los soportes;
- b) Madera cepillada, por lo menos en un lado y dos bordes; No se debe usar residuos o ripios de madera para completar las piezas.
- c) De metal. (Sin abolladuras).

Cuando con el concreto visto se busquen efectos ornamentales, las formaletas deben recibir el tratamiento adecuado para lograr la textura y acabado deseado. Se deben fabricar con juntas herméticas al mortero y con superficies que produzcan caras lisas y uniformes en el concreto. Las formaletas serán achaflanadas y ochavadas, como lo indiquen los planos y debe dejarse un bisel u ochava en todos los salientes, como en vigas y remates para facilitar su remoción.

En el caso que existan partes inclinadas, las caras interiores de los encofrados bajo orientaciones diferentes a la horizontal o vertical, se deben ajustar estrictamente a los ángulos o distancias fijadas en los planos. Las caras interiores de los encofrados deben ser perfectamente ajustadas a la verticalidad y horizontalidad de las piezas o estructuras adyacentes.

Las aristas o ángulos vivos, entrantes o salientes, redondeados o achaflanados, deben quedar definidos en los encofrados de acuerdo con los planos o en las especificaciones. El material que se debe usar en los encofrados será perfectamente sano, sin oquedades ni grietas.

El proceso de encofrado se ajustará en forma tal que permitan ser desarmados sin golpearlos ni producir roturas en el concreto, previendo que las aristas no sean alteradas con remiendos o cortes.

### 3. Amarres de Metal

Los amarres y anclajes se deben construir de metal y van dentro de los moldes de manera que permitan su remoción hasta una profundidad de, por lo menos, 25 mm de la superficie sin dañar el concreto. Cuando sean permitidos los amarres de alambre, se debe usar de conos adecuados. Rellenar las cavidades con mortero de cemento, dejando la superficie lisa, pareja y de color uniforme.

### 4. Muros

Cuando el fondo de las formaletas sea inaccesible, se dejan las tablas del fondo sueltas o se recurre a otro elemento que permita eliminar todo material extraño o suciedad inmediatamente antes de colar el concreto.

### 5. Tratamiento de la Superficie

Se deben tratar todas las caras internas de las formaletas con un aceite aprobado (no quemado), antes de colocar el refuerzo y, además, se debe humedecer las formaletas de madera inmediatamente antes de colar el concreto. No se debe permitir el uso de ningún material o tratamiento que deteriore, se adhiera o decolore el concreto.

### 6. Formaletas de Metal

Las especificaciones para las formaletas de madera, en lo que se refiere a diseño, hermetismo al mortero, esquinas ochavadas, resaltes biselados, arriostramiento, alineación, remoción, reutilizado y aceitado, se aplican a las formaletas de metal.

No se permitirá el uso de formaletas permanentes con metal debajo de losas, a menos que se indique en los planos. El metal empleado para la formaleta deberá ser de tal espesor que mantenga su forma debida. Se debe empotrar todas las cabezas de pernos y remaches. Las grapas, espigas y otros dispositivos de empalme deben ser de un diseño tal que mantengan las formaletas unidas rígidamente y permitan su remoción sin dañar el concreto. No se debe permitir el uso de formaletas que no presenten una superficie lisa o que no dejen una alineación apropiada. Conservar las formaletas metálicas libres de herrumbre, grasa y otras materias extrañas.

### 7. Formaletas de Acero Permanentes para Losas de Puentes

No se permitirá el uso de formaletas metálicas permanentes, o sea, que queden formando parte de la estructura, bajo las losas del piso de puentes, vías elevadas o cajas de concreto, a menos que lo indiquen los planos.

Fabricar las formaletas de este tipo y sus soportes de acero que llene los requisitos de la Norma ASTM A 446 (Grados A a E) con un recubrimiento de clase G165, de acuerdo con a lo especificado en la normativa ASTM A 525.

Se deberá instalar todas las formaletas en conformidad a los planos taller (fabricación y montaje) aprobados, además de la inspección del Ingeniero.

No se debe permitir que las planchas de las formaletas se apoyen directamente sobre las vigas longitudinales ni sobre los patines de las vigas de piso. Asegurar firmemente las planchas a los apoyos de las formaletas, con una longitud mínima de apoyo de 25 mm en cada extremo. Colocar los apoyos de las formaletas en contacto directo con el patín de las vigas de piso o las vigas longitudinales. Todo accesorio debe ser fijado por medio de soldaduras, pernos o grampas permisibles u otros medios aprobados; sin embargo, no permitir soldar los apoyos de las formaletas a bridas o patines de acero que no sean soldables ni a partes de bridas o patines que están sujetas a esfuerzos de tensión. La soldadura y el material usado deberán llenar los requisitos de la Norma AWS D1.1 del Código de Soldadura Estructural, en lo relativo a soldadura en filete, con la excepción de que serán permitidas soldaduras en filete de 3.2 milímetros.

Todo metal de formaleta que vaya a estar permanentemente expuesto al ambiente y en el que se haya dañado la capa protectora deberá ser limpiado adecuadamente y cepillado con cepillo de alambre y luego, pintado con dos manos de un imprimador compuesto de óxido de zinc y polvo de zinc que cumpla con la Norma TT-P-641, Tipo II, de las Especificaciones Federales de los Estados Unidos, sin agregar colorante, a satisfacción del Ingeniero. No retocar las pequeñas decoloraciones causadas por el calor en las áreas de soldaduras.

Localizar las juntas transversales de construcción en el fondo de una acanaladura y taladrar en el campo agujeros de drenaje de 6.4 mm, espaciados a no menos de 31 mm, entre centros a lo largo de la línea de la junta.

Colar el concreto de acuerdo con estas especificaciones, poniendo especial énfasis en una vibración adecuada del mismo para evitar ratoneras y vacíos, especialmente en las juntas de construcción, juntas de expansión, limahoyas y extremos de las planchas de las formaletas. Las secuencias y procedimientos del colado, así como de las revolturas, deberán ser previamente aprobados.

El Ingeniero hará las inspecciones y pruebas que crea necesarias para garantizar la buena calidad y adherencia del concreto.

Proveer todas las facilidades razonablemente requeridas para que el Ingeniero pueda dirigir en forma segura y conveniente las actividades y procedimientos de inspección.

#### 8. Remoción de las Formaletas y la Obra Falsa

Se deberán remover todas las formaletas con el estricto cuidado exceptuando las siguientes formaletas que requieran mayor atención e inspección:

- a) Las formaletas interiores del fondo de las losas de calzada de vigas maestras de caja coladas en el sitio.
- b) Las formaletas para los huecos interiores de miembros prefabricados.
- c) Las formaletas para estribos o pilas cuando no se dispone de acceso permanente a las celdas o huecos.

Las formaletas que no soportan la carga muerta de los miembros de concreto y las formaletas para barandas y barreras pueden ser removidas 24 horas después de haber sido colado el concreto. Proteger contra daños las caras expuestas del concreto. Si las formaletas son removidas menos de 7 días después de colocado el concreto se debe curar todas las superficies expuestas de acuerdo con el Artículo-602.3.12.

No remover formaletas ni obra falsa hasta que la resistencia y el tiempo requeridos hayan alcanzado los requisitos del Cuadro 602-5. El retiro de las formaletas sólo podrá hacerse luego de transcurrido el tiempo suficiente para que el fraguado del concreto lo faculte para resistir las cargas actuantes sin deformaciones adicionales a las propias del comportamiento de las estructuras.

Subsecuentemente, remover la cimbra para puentes de arco uniforme y gradualmente. Comenzar en la corona y seguir hacia las impostas. Remover la cimbra de las luces de arcos adyacentes simultáneamente.



El retiro de formaletas, para tiempos menores de los especificados, requiere la aprobación por el Ingeniero, mediante la presentación por parte del Contratista de un estudio que demuestre o justifique que las cargas actuantes no deformen la estructura, ya que el elemento ha alcanzado las características mínimas para auto-soporte.

No aflojar la obra falsa de porciones de las estructuras que sean presforzadas coladas en el sitio hasta después de que el acero de presfuerzo haya sido tensionado.

No remover la obra falsa que soporta la losa de piso de estructuras de marco rígido excluyendo las alcantarillas de caja de concreto, hasta que el material de relleno haya sido colocado y compactado contra las patas verticales del marco.

Instalar un sistema de apuntalamiento si la obra falsa que sostiene los lados del alma de una viga maestra con pendientes mayores de 1:1 es removida antes de colar el concreto de la losa de la calzada. Diseñar el sistema de apuntalamiento con soportes laterales que resistan todas las fuerzas rotacionales que actúan sobre el alma, incluyendo los causados por la colocación del concreto de la losa de calzada. Instalar los soportes laterales inmediatamente después de que sea removido cada panel de formaleta y antes de aflojar los soportes del panel de la formaleta adyacente.

**CUADRO 602-5**

**Criterios Mínimos para Aflojar las Formaletas o Soportes**

Elemento Estructural	Porcentaje de la Resistencia a los 28 días Especificada ( $f'_c$ )	Mínimo Número de Días desde la Última Colada
(a) Columnas y Caras de Muros. (Que todavía no soporten cargas)	50	3
(b) Pilas y Estribos Masivos. (Que todavía no soporten cargas)	50	3
(c) Vigas Maestras de Caja.	80	14
(d) Vigas Maestras de Claro Sencillo, vigas Maestra en T, puentes de losa, vigas transversales, coronamientos, coronamientos de pilas no soportados continuamente.	80	14
(e) Losas de puentes de caballetes donde estén apoyados sobre largueros de madera.	70	10
(f) Losas y voladizos donde estén apoyados sobre largueros de acero o vigas maestras de concreto presforzado.	70	10
(g) Coronamientos de pilas apoyadas continuamente.	60	7
(h) Arcos, puentes de claros continuos, marcos rígidos.	90	21

Remover todo el material de la obra falsa. Perder los pilotes usados en obra falsa hasta por lo menos 0.5 metros debajo de la superficie del terreno original o lecho original del cauce. Donde los pilotes de obra falsa hayan sido hincados dentro de los límites de la excavación de zanjas o canales, remover, por lo menos, 0.5 metros debajo del fondo o de los taludes laterales de las áreas de excavación.

Cuando su remoción pueda poner en peligro la seguridad de la ataguía o encofrado, en su lugar se dejan las formaleas para zapatas construidas dentro de una ataguía o encofrado y cuando las formaletas no van a quedar expuestas a la vista en la estructura terminada

Remover todas las demás formaletas arriba o debajo del nivel del terreno o del agua.

### **602.3.9 Manipulación y Colocación del Concreto**

Además de los programas de trabajo exigidos en el pliego de condiciones, el contratista deberá presentar un cronograma de trabajo detallado de la colocación de los concretos por semana y se notificará al Ingeniero supervisor 24 horas antes de cada vaciado o colocación, para que éste pueda verificar las condiciones necesarias para un resultado satisfactorio. El contratista no empezará a colocar concreto hasta después de la revisión y aprobación del Ingeniero.

#### *(a) Generalidades*

La colocación del concreto se deberá efectuar con los equipos adecuados y necesarios mediante los procedimientos obligatorios para mantener la homogeneidad del concreto y asegurar la continuidad, funcionalidad o consistencia de los elementos estructurales. Asimismo, se deberán respetar las dimensiones y la forma geométrica de los elementos de concreto previamente definidos en el diseño, evitando los desplazamientos o deformaciones de las armaduras u otros elementos calados. Los elementos prefabricados deberán cumplir además con lo indicado en los planos taller de cada uno de ellos, cuando éstas existan en el proyecto. El vaciado debe ser continuo y uniforme.

El concreto tendrá la consistencia y disposición que permita su colocación en todas las esquinas, espacios o ángulos de las formaletas, alrededor del refuerzo y de cualquier otro elemento embebido, garantizando estrictamente que no exista la presencia de segregación. Para la colocación de una nueva capa de concreto, se deberá colar tan pronto como sea posible y que la mezcla no exceda mayor a 30 minutos de preparada la mezcla, a menos que haya sido dosificada con un aditivo plastificante que garantice su colocación después de ese tiempo. Cuando se coloque concreto sobre tierra, esta estará limpia de toda maleza, material orgánico y humedad, sin excesos o estancamientos de agua sobre la superficie. No podrá colocarse concreto sobre lodo, tierra porosa seca o rellenos que no hayan sido compactados a la densidad requerida.

Colar el concreto continuamente sin interrupción entre la construcción planeada o entre juntas de expansión. La tasa de entrega, secuencia de la colada y los métodos deberán ser tales que siempre se esté colando y consolidando concreto recién hecho contra concreto previamente colocado antes de que se haya alcanzado el fraguado inicial en este último.

Los métodos de colar el concreto no deberán causar desplazamiento del acero de refuerzo u otro material que vaya empotrado en el concreto. Colar y consolidar el concreto antes del fraguado inicial. No se permitirá agregar agua a la mezcla del concreto para dar mayor fluidez o reamasar, ya que esto puede causar una variación en la resistencia esperada, a menos que esta se haya contemplado en la dosificación de la mezcla y/o aprobada por el Ingeniero.

No se deberá colar el concreto hasta que las formaletas se hayan colocado adecuadamente, respetando la sección de cada elemento. Por otra parte, es necesario que todos los materiales que van empotrados y la adecuación del material en el cuerpo de los elementos, hayan sido inspeccionados y aprobados por el Ingeniero.

Se debe quitar todo mortero, desechos y material extraño de las formaletas y del acero de refuerzo antes de comenzar la colocación del concreto. Humedecer muy bien las formaletas y la subrasante inmediatamente antes de colocar el concreto sobre ellos. Los dispositivos temporales, separadores de formaletas pueden ser dejados en su sitio mientras la colocación del concreto exija su uso, después de lo cual serán removidos.

Durante y después de la colada del concreto, no se deberá dañar el concreto previamente colocado ni romper la adherencia entre el concreto y el acero de refuerzo. Se debe mantener a los trabajadores alejados o fuera del área de concreto recién hecho. No apoyar plataformas para trabajadores y equipo directamente sobre el acero de refuerzo. Una vez que el concreto ha fraguado, no perturbar las formaletas o las varillas de refuerzo que sobresalgan del concreto hasta que éste alcance la resistencia suficiente para evitar daños.

En el caso de elementos estructurales con fondos inclinados, el llenado se deberá iniciar desde el punto más bajo formando capas horizontales. La colocación del concreto se efectuará en forma continua hasta llegar a la junta o nivel indicado en los planos o la aceptada por el Ingeniero. Si fuera necesario ayudar al paso del hormigón a través de las armaduras, se deberá usar una barra de acero terminada en arco o una espátula, evitando golpear los áridos gruesos y/o desplazar las armaduras.

#### *(b) Secuencia de la Colada*

##### *1. Subestructuras*

No colocar cargas sobre caballetes, pilas o estribos terminados sino hasta que los ensayos de cilindros tomados del mismo concreto y curados bajo las mismas condiciones que el elemento de la subestructura, indiquen que todo el concreto tiene, por lo menos, el 80% de su resistencia a la compresión requerida a los 28 días, cumpliendo estrictamente con las indicaciones expresadas en las Normas ASTM C31 y C39.

##### *2. Miembros Verticales*

Para los miembros verticales de más de 5 metros de altura, permitir que el concreto fragüe por lo menos 4 horas antes de colar concreto para los miembros horizontales que los integran. Para miembros verticales de más de 5 metros de altura, se debe dejar que el concreto fragüe por lo menos 30 minutos. No aplicar las cargas de los miembros horizontales hasta que el miembro vertical haya alcanzado la resistencia de diseño de acuerdo con las indicaciones de las Normas ASTM C31 y C39.

##### *3. Superestructuras*

No colar concreto en la superestructura hasta que las formaletas hayan sido suficientemente descubiertas para determinar la aceptabilidad del concreto de la subestructura que la soporta. No colar concreto en la superestructura hasta que la subestructura haya alcanzado la resistencia requerida.

Colar el concreto en las vigas T en 2 operaciones separadas. Esperar, por lo menos, 5 días después de colocada el alma, antes de colar el concreto de la losa superior. El concreto para vigas de caja o alma doble puede ser colado en 2 ó 3 operaciones separadas consistentes en la losa del fondo, almas y losa superior o según lo muestren los planos. Sin embargo, colocar primero la losa del fondo y no colar la losa superior hasta que las almas de la viga hayan estado en su lugar, por lo menos, 5 días.

##### *4. Arcos*

Colar el concreto en los anillos del arco de tal manera que la cimbra sea cargada uniforme y simétricamente.

##### *5. Alcantarillas de Caja*

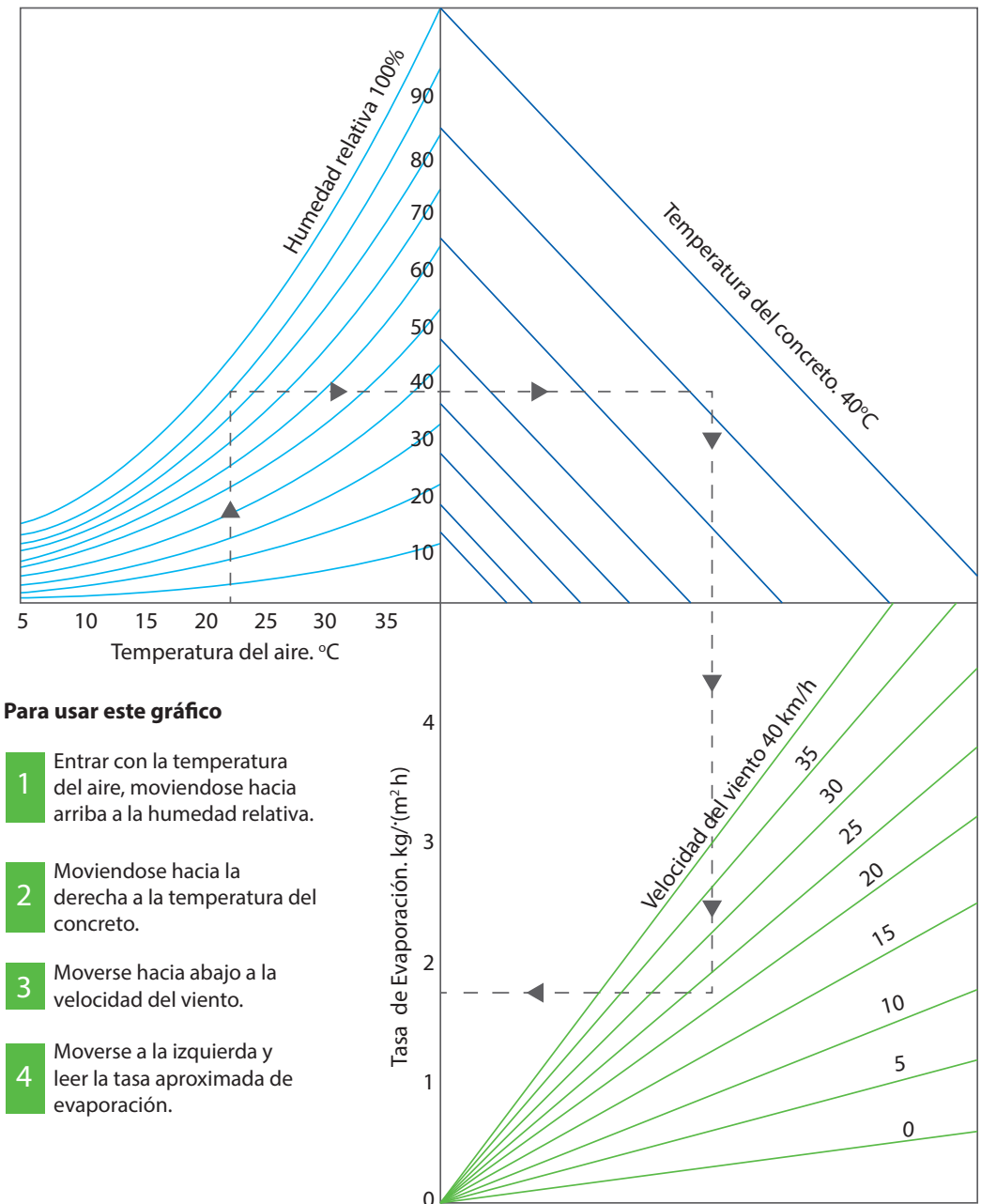
Colar la losa de fondo de las alcantarillas de caja y dejar fraguar 24 horas antes de construir el resto. Para paredes laterales de 1.5 metros de altura o menos, las paredes y la losa superior pueden ser coladas en una operación continua. Para paredes de más de 1.50 pero menos de 5 metros de altura, se deja fraguar el concreto, por lo menos 30 minutos antes de colar el concreto de la losa superior. Para paredes de 5 metros o más de altura, dejar fraguar el concreto de las paredes, por lo menos, 12 horas, antes de colar el concreto de la losa superior.

##### *6. Elementos Prefabricados*

Colar y consolidar el concreto de tal manera que no se produzcan grietas de contracción en el elemento.

(c) Métodos de Colado

Usar equipo de suficiente capacidad que sea diseñado y operado para evitar la segregación de la mezcla y pérdida de mortero. No usar equipo que produzca vibraciones que puedan causar daños al concreto recién colado. No usar equipo con partes de aluminio que entren en contacto con el concreto. Remover el mortero fraguado o secado de las superficies internas del equipo de colar concreto.



No se debe dejar caer concreto verticalmente desde una altura mayor de 1.20 m, excepto cuando la descarga se haga dentro de moldes de altura apreciable, como las de columnas, muros, y similares, en cuyo caso la altura libre de caída puede ser hasta de 4.00 m, siempre y cuando se utilice un aditivo que evite la segregación de los materiales y no se afecten las condiciones iniciales de la mezcla.

En las columnas, para evitar los huecos debidos a escurrimiento del concreto fresco, se regulará la velocidad del vaciado de modo que se llene máximo 1.00 m de altura del molde en media hora. No se permitirá el uso de canales o rampas sino para una distribución local de concreto en el encofrado y ello requiere la aprobación del Interventor.

No se debe dejar caer concreto no confinado más de 2 metros. El concreto podrá ser confinado usando un tubo equipado con una cabeza de tolva u otro dispositivo aprobado que evite la segregación de la mezcla y la salpicadura del mortero. Esto no se aplica a la hincadura de pilotes colados en el sitio cuando la colocación del concreto es completada antes de que alcance el fraguado inicial del concreto colado primero.

Se debe operar las bombas de concreto en forma tal que se entregue en el tubo de descarga una corriente continua de concreto sin bolsas de aire. No usar sistemas de bandas transportadoras de más de 170 metros de largo medidos de extremo a extremo del conjunto total de la banda. Arreglar el conjunto de la banda de manera que cada sección descargue por medio de una tolva vertical en la siguiente sección sin que el mortero se adhiera a la banda. Se debe usar una tolva, una canaleta y deflectores en el extremo de descarga del sistema de banda transportadora a fin de hacer que el concreto caiga verticalmente.

(c) *Consolidación*

El concreto se deberá colocar con la ayuda de equipo mecánico de vibradores, complementado por labores manuales. Proveer suficientes equipos vibratorios de tipo interno, adecuados para las condiciones de la colada de concreto. En ningún caso los vibradores se deben usar para transportar o distribuir el concreto dentro de la formaleta.

El equipo de vibración debe ser accionado por electricidad o aire comprimido, y debe ser del tipo interno, además de cumplir con los requisitos indicados en el Cuadro 602-6, cuando se sumerja en el concreto. Se dispondrá de un número suficiente de unidades para alcanzar una consolidación adecuada. En el caso que se utilice acero de refuerzo recubierto con epóxido, se deberá proveer vibradores protegidos hule o caucho para evitar que afecte las uniones o se provoque un desprendimiento.

**CUADRO 602-6**  
**Requisitos para Vibradores Manuales**

Diámetro de la Cabeza (mm)	Frecuencia (Vibraciones/minutos)	Radio de Acción (mm)
19 a 38	10,000 a 15,000	75 a 125
32 a 64	9,000 a 13,500	125 a 255
50 a 89	8,000 a 12,000	180 a 485

Se deberá proveer un número suficiente de vibradores para consolidar cada bachada a medida que se va colocando. Suministrar dos vibradores de reserva en el sitio para casos de desperfectos. Usar vibradores externos de formaleta solamente cuando las formaletas hayan sido diseñadas para ser vibradas externamente y cuando no sea posible la vibración interna, con previa autorización y aprobación del Ingeniero.

Consolidar todo el concreto por vibración mecánica inmediatamente después de ser colocado. Manipular los vibradores para conseguir que el concreto penetre completamente alrededor del acero de refuerzo, accesorios empotrados,

esquinas y ángulos de las formaletas. No causar segregación. No consolidar el concreto colocado bajo agua. Suplementar la vibración con el varillado, según fuere necesario, para garantizar superficies lisas y concreto denso a lo largo de la superficie de las formaletas, en las esquinas y lugares imposibles de alcanzar con los vibradores.

Los vibradores se deberán aplicar directamente dentro de la masa de concreto, en posición vertical. La intensidad de la vibración y la duración de la operación de vibrado serán los necesarios y suficientes para que el concreto fluya adecuadamente en el cuerpo del elemento.

Vibrar el concreto en el punto en que fue depositado y en puntos uniformemente espaciados no separados más de 1.5 veces el radio dentro del cual la vibración es visiblemente efectiva. Insertar los vibradores de manera que las áreas vibradas afectadas se traslapen. No usar los vibradores para desplazar el concreto. Insertar los vibradores verticalmente y sacarlos lentamente del concreto. La vibración deberá ser de suficiente duración e intensidad para consolidar completamente el concreto, pero sin causar segregación. No vibrar en ningún punto tanto tiempo que se formen áreas localizadas de lechada.

El proceso de vibración será interrumpido tan pronto como aparezca un viso de mortero en la superficie. El equipo vibrador deberá penetrar en la capa colocada previamente para que las dos capas se adhieran adecuadamente, pero no llegar hasta las capas más bajas que ya han obtenido su fraguado inicial o en concreto que no muestre plasticidad durante el vibrado o en sitios donde la vibración pueda afectar la posición del refuerzo o de materiales embebidos.

Se deberá tener estricto cuidado en la manipulación del concreto cerca de la superficie de la parte superior de una vaciada por etapas. La superficie será la mínima necesaria para que produzca el grado de consolidación deseado y para que esta capa tenga una superficie rugosa que permita obtener buena adherencia con el concreto de la vaciada posterior. No se permitirá vibrado en la superficie o cualquier otra operación que tienda a producir una cara lisa en las juntas horizontales de construcción.

#### (d) *Colado de Concreto Bajo Agua*

El colado de concreto bajo agua es permitido solamente para concreto de sellar y en pozos perforados. Si se usa un concreto que no sea de sellar aumentar el contenido mínimo de cemento en 10%. Usar los métodos de tubería con tolva ("tremie"), bombas de concreto u otros aprobados por el Ingeniero para colar concreto bajo estas condiciones.

##### 1. *Tubería con Tolva ("tremie")*

Usar tubos herméticos, con un diámetro de 2.50 mm ó más. Ajustar una tolva en la parte superior. Usar tubos múltiples según sea requerido. Los tubos deben ser aptos para poder bajarlos rápidamente de manera de retardar o detener el flujo del concreto.

Al comenzar la colada de concreto, sellar el extremo de descarga y llenar el tubo con concreto. Manténgase el tubo de "tremie" lleno de concreto hasta el fondo durante la colada. Si entra agua en el tubo, sacar el "tremie" y resellar el extremo de descarga. Mantener continuo el flujo de concreto hasta que la colada quede completa.

##### 2. *Bombas de Concreto*

Usar bombas con un dispositivo en el extremo de descarga para no dejar penetrar el agua mientras el tubo es llenado con concreto por primera vez. Cuando comienza el flujo del concreto, mantener el extremo del tubo de descarga lleno de concreto y debajo de la superficie del concreto depositado hasta que la colada se haya completado.

Mantener el concreto que se ha depositado desde el comienzo hasta el final, como una sola masa densa. Colocar cada capa sucesiva de concreto antes de que la capa precedente haya alcanzado el fraguado inicial. Se debe usar más de un "tremie" o bomba según sea necesario para asegurar el cumplimiento con este requisito. Conservar la superficie del concreto depositado tan horizontal como sea práctico. No perturbar el concreto después de depositado. Mantener el agua tranquila en el punto en que se deposita el concreto.

Reduzca la cantidad de agua después de que los especímenes, curados bajo condiciones similares, indiquen que el concreto tiene suficiente resistencia para soportar las cargas esperadas. Remover toda lechosidad u otro material insatisfactorio del concreto expuesto.

(e) *Barandas y Parapetos de Concreto*

Se deberán usar formaletas con superficie lisas, bien ajustadas y rígidas, garantizando que las esquinas de los elementos se encuentren bien definidas. Colocar las barandas y parapetos de concreto después de que se haya quitado la cimbra u obra falsa que soporta la superestructura.

Se deberá quitar con cuidado las formaletas hasta que la mezcla haya alcanzado el 80% de su resistencia a los 28 días, además sin ocasionar daños al concreto. Realizar un acabado límpido en todas las esquinas y el cuerpo quedando trazos exactos, bien definidos, libres de grietas, astilladoras, segregaciones u otros defectos que influyan en la integridad estructural del elemento.

Colar los miembros precolados de barandas en formaletas superficies lisas, limpias sin abolladuras y completamente herméticas para evitar secreciones de la lechada del mortero. Remover de los moldes los miembros prefabricados tan pronto como el concreto haya alcanzado suficiente resistencia para autosoportarse. Se deberán proteger los bordes y esquinas de desprendimiento, de laminación, rajaduras y otros daños. Curar de acuerdo con lo indicado en el Artículo 602.6(b). El período de curación podrá ser acertado, según sea aprobado, usando calor húmedo y/o cemento tipo III o un agente reductor de agua.

#### **602.3.10 Juntas de Construcción**

Sólo se permitirán juntas de construcción en los lugares que se indican en los planos y se deberá construir de acuerdo con el diseño presentado previamente en los planos. Cuando se requiera la construcción de juntas adicionales se deberá presentar la solicitud por escrito y posteriormente la aprobación por el Ingeniero.

Las juntas de construcción se protegen de los rayos solares, del tráfico de personas o vehicular, lluvias, corrientes de agua, materiales colocados sobre ella, o cualquier otra cosa que pueda alterar el fraguado del concreto. Las juntas verticales y horizontales en caras expuestas deberán biselarse uniforme y cuidadosamente, para que produzcan una buena apariencia.

En las juntas de construcción horizontales, colocar bandas calibradas dentro de las formaletas a lo largo de todas las caras expuestas, para producir líneas de junta rectas. Limpiar y saturar las juntas de construcción antes de colocar mezcla de concreto. Mantener las juntas saturadas hasta que el concreto adyacente haya sido colocado. Inmediatamente antes de colocar nuevo concreto apretar las formaletas firmemente contra el concreto previamente colocado. Donde sea accesible, se debe untar completamente la superficie existente con una mano muy delgada de mortero de cemento. Extender las varillas de acero de refuerzo a través de las juntas de construcción.

Cuando por fuerza mayor se suspenda el vaciado de concreto en vigas y losas, la junta se hará preferiblemente en el tercio medio de la luz libre entre apoyos; en caso contrario se utilizará un aditivo para concreto, que garantice una buena adherencia entre concreto endurecido y concreto fresco.

La preparación de las superficies de las juntas de construcción podrá hacerse utilizando un chorro de aire y agua a presión, después que el concreto haya empezado a fraguar, pero antes de que se haya iniciado el fraguado final. Dicha operación tiene por objeto retirar la lechada y descubrir los agregados, pero sin producir aflojamiento de éstos.

Cuando sea necesario retirar de las superficies de las juntas, materiales extraños como lechada, manchas, basuras o partículas adheridas a ella, será necesario utilizar un chorro de arena húmeda o de aire, y limpiarlas con cepillo de alambre para mejorar las condiciones antes de colocar el concreto de la vaciada posterior.

*(a) Juntas aplicadas al concreto fresco endurecido*

Una Junta de concreto fresco endurecido, se implementará cuando se quiere unir una nueva capa de concreto con una capa de concreto que tiene entre 4 y 12 horas previas de colocación, o de 12 a 24 horas si se ha trabajado con algún aditivo retardador de fraguado.

La preparación de esta junta consiste en someter a la superficie de unión el siguiente tratamiento y especificaciones:

1. Raspar, cepillar o picar para eliminar la capa de lechada o de mortero en exceso y relativamente blanda, además de utilizado el método de arena a presión.
2. Lavar toda la superficie con chorro de agua a presión con la finalidad de eliminar todas las impurezas y materiales, obtenidos durante el proceso eliminación de las lechadas.
3. Enjuagar con chorro de agua a presión y mantener saturada la superficie de contacto durante 24 horas, suspendiendo el mojado la noche anterior al día en que se reinicie el chorreado o colocación del concreto.

*(b) Juntas aplicadas al concreto envejecido*

Una Junta de concreto envejecido, se realizará cuando se requiera unir una nueva capa de concreto con otra capa de concreto que presente edades superiores a 12 horas de colocación o de 24 horas cuando se ha trabajado con algún aditivo retardador de fraguado.

La preparación de esta junta consiste en someter a la superficie de unión el siguiente tratamiento y especificaciones:

- Se deberá picar la capa superficial endurecida y si fuera necesario, completar el tratamiento con chorro de arena a presión.
- Lavar toda la superficie con chorro de agua a presión con la finalidad de eliminar todas las impurezas y materiales, obtenidos durante el proceso eliminación de las lechadas.
- Lavarse con chorro de agua a presión y mantener saturada la superficie de contacto durante 24 horas, suspendiendo el mojado la noche anterior al día en que se reinicie el correado o colocación del concreto.

*(c) Juntas aplicadas con Resinas Epóxicas*

La preparación de esta junta consiste en someter a la superficie de unión el siguiente tratamiento y especificaciones:

- Se deberá picar la capa superficial endurecida y si fuera necesario, completar el tratamiento con chorro de arena a presión.
- Lavar toda la superficie con chorro de agua a presión con la finalidad de eliminar todas las impurezas y materiales, obtenidos durante el proceso eliminación de las lechadas.
- Se deberá recubrir con alguna capa de adherencia epóxico, siguiendo las recomendaciones del fabricante, especificaciones del producto e instrucciones del Ingeniero Supervisor.
- Según las superficies preparadas y las especificaciones indicadas en los incisos anteriores, se procederá a la aplicación, previamente cualquiera de las siguientes capas de base:
  1. *Capa de Mortero:* Se colocará una capa de mortero plástico seco (asentamiento de cono máximo 3 cm), de los mismos componentes de arena y cemento que tenga el concreto a usar. El espesor será de 10 a 20 mm, en juntas horizontales y, al menos, de 20 mm, en juntas verticales. La primera capa del nuevo concreto, de espesor 30 a 40 cm, se colocará antes de que endurezca la capa de mortero. Si la colocación del concreto es difícil, se podrá aumentar el asentamiento de cono, pero manteniendo la razón agua/



cemento. La primera capa del nuevo concreto se deberá compactar introduciendo el vibrador hasta la capa de mortero, de modo que éste refluya hacia la capa de concreto. Finalmente, se prosigue con el hormigonado de acuerdo con el sistema establecido en la obra.

- II. *Capa de concreto Especial:* Se extenderá una capa de 5 a 10 cm del concreto en uso, al que se ha eliminado el 50% de la grava de la dosificación. La colocación de la primera capa de concreto nuevo, su compactación y la prosecución del concreto, se hará en igual forma que la señalada para la capa base de mortero.

### **602.3.11 Acabado del Concreto Plástico**

Allanar todas las superficies de concreto que no hayan sido coladas en contacto con formaletas. Acabar con llana de madera la superficie del concreto. Eliminar toda lechosidad o lechada delgada. Picar cuidadosamente todos los bordes no ochavados con un canteador. Dejar expuestos los bordes del relleno de juntas. Proteger la superficie de los daños de la lluvia. Acabar todas las superficies de concreto a ser usadas por el tráfico dando una textura resistente al deslizamiento. Proveer, por lo menos, 2 puentes o pasarelas de trabajo adecuados y convenientes.

#### *(a) Enrase y Allanamiento*

Para pisos de puentes y losas superiores de estructuras que van a servir como pavimentos acabados, se debe usar una máquina terminadora autopropulsada equipada con enrasador oscilatorio. Si se aprueba, usar métodos de acabado manual en áreas irregulares donde el uso de una máquina no sea práctico.

Enrasar todas las superficies usando equipo aprobado sobre rieles o largueros sobre los cuales se desplace. No apoyar los rieles dentro de los límites de colocación del concreto, sin aprobación.

Los rieles o largueros se deben apoyar sobre apoyos que no cedan de manera que el equipo de acabado opere sin interrupciones sobre toda la superficie que está siendo acabada. Extender los rieles más allá de ambos extremos del tramo programado para la colada, una distancia suficiente para permitir a la máquina terminadora darle acabado al concreto que se está colocando.

Colocar los rieles sobre toda la longitud de superestructuras de vigas maestras de acero. Los rieles, largueros y el equipo de enrasar se deben ajustar de acuerdo con el perfil y sección transversal requeridos, tomando en cuenta el asentamiento previsto, la contraflecha y la deflexión de la obra falsa.

Antes de iniciar la entrega y colado del concreto, pasar la máquina enrasadora sobre todo el área a ser acabada para comprobar si hay deflexiones excesivas de los rieles, el espesor de la losa superior, el recubrimiento del acero de refuerzo y verificar la adecuada operación del equipo. Hacer las correcciones necesarias antes de que comience la colocación del concreto.

Después de colocado el concreto, pasar la máquina enrasadora sobre el concreto lo que sea necesario para obtener el perfil y sección transversal requeridos. Mantener un pequeño colcho de concreto excedente al frente de la cuchilla cortadora del enrasador todo el tiempo. Mantener este exceso de concreto hasta el final de la colada o de la formaleta y luego remover y desechar. Ajustar los rieles o largueros lo necesario para corregir asentamientos o deflexiones no previstas.

Quitar todo el exceso de agua, lechosidad o material extraño llevado a la superficie, por medio de una rastra de hule o codal arrastrado desde el centro de la losa hacia cada orilla. No aplicar agua a la superficie del concreto durante las operaciones de acabado.

(b) Escantillón

Comprobar las superficies de la losa y la acera. Comprobar la superficie entera paralelamente a la línea central del puente con un escantillón metálico de 3 metros de largo. Traslapar el escantillón por lo menos la mitad de la longitud de la pasada anterior de dicho escantillón.

Corregir las desviaciones en exceso de 3 mm desde el borde del escantillón usado en la prueba. Para superficies del piso del puente que vayan a recibir una carpeta, corregir las desviaciones en exceso de 6 milímetros.

(c) Texturación

El acabado de todas las superficies será ejecutado por personal técnico y experto, y se hará bajo la vigilancia y supervisión del Ingeniero a cargo, éste medirá las irregularidades de las superficies para determinar si están dentro de los límites aquí especificados.

Se deberá proveer una textura de la superficie que sea resistente al deslizamiento en todas las superficies destinadas a la circulación mediante rasuración o encañallamientos. Se utilizarán uno de los siguientes acabados o una combinación de ellos, para otras superficies según se requiera.

Las irregularidades superficiales en los acabados se considerarán como bruscas o graduales. Todas las juntas mal alineadas y los resaltos o depresiones súbitos producidos por mala colocación de las formaletas o por defectos de construcción, se consideran como irregularidades bruscas y se medirán directamente. Las demás irregularidades se considerarán como graduales y se medirán por medio de reglas metálicas o su equivalente para superficies curvas. Se utilizarán reglas de 1.50 m. para superficies formaleteadas y de 3.00 m para superficies no formaleteadas.

- Acabado Ranurado

Usar una allanadora de madera que tenga una fila simple de rebabas o aletillas y bien nivelada o la aprobación de máquina diseñada específicamente para aserrar ranuras en pavimentos de concreto. Espaciar las rebabas o aletillas de 10 a 20 mm de centro a centro. Hacer las ranuras de 2 a 5 mm de ancho y de 3 a 5 mm de profundidad. Ranurar perpendicularmente a la línea central sin rasgar la superficie de concreto o soltar el agregado de la superficie.

Si las ranuras son aserradas, cortar aproximadamente de 5 mm de ancho con espaciamientos de 15 a 25 milímetros

En las losas de rodamiento y aproximación de los puentes, se debe discontinuar la ranuración a 300 mm de la cara del bordillo y proveer un acabado longitudinal con llana metálica en la superficie de las cunetas.

- Acabado de las Aceras

Enrasar la superficie usando una tabla y luego trabajar con llana de madera la superficie. Usar una herramienta de cantear en los bordes y juntas de expansión. Cepillar la superficie usando un cepillo con cerdas tiesas. El procedimiento se deberá realizar perpendicularmente a la línea central de orilla a orilla traslapando ligeramente las corridas adyacentes. Las corrugaciones regulares que se generen no deben ser de más de 3 mm de profundidad sin rasgar el concreto. Mientras el concreto está plástico, corregir los lugares porosos, irregularidades, depresiones, pequeñas cavidades y sitios ásperos. Ranurar las juntas de contracción al intervalo requerido usando una herramienta de ranurar aprobada.

- Acabado con Llana Metálica y Cepillo

Usar una llana de acero para producir superficie lisa y resbaladiza, libre de sangrado de agua. Cepillar la superficie usando un cepillo fino y corridas paralelas.

- Acabado de Agregado Expuesto

Nivelar la superficie usando una tabla de enrasar y luego usar una llana de madera. Cantear con la herramienta

adecuada en todas las juntas transversales y longitudinales que están contra formaletas o pavimento existente. No cantear las juntas transversales en una colada continua de un carril en juntas longitudinales en la colada continua de un carril doble.

Tan pronto como el concreto se endurezca lo suficiente para evitar que las partículas de agregado se desprendan cepillar la superficie. Usar cepillos tiesos aprobados por el Ingeniero. Tener cuidado de no estropear la superficie o de agrietar o descantillar los bordes de la losa o de las juntas. Si lo aprueba el Ingeniero, aplicar un rocío ligero de retardador de fraguado a la superficie no acabada para facilitar el trabajo.

Primero, cepillar transversalmente a través del pavimento. Quitar completamente el mortero semi-duro aflojado del pavimento. Quitar el mortero de todos los pavimentos adyacentes. Luego, cepillar paralelamente a la línea central del pavimento. Continuar esta operación hasta que una cantidad suficiente de agregado grueso haya quedado expuesta. Otros métodos de exponer el agregado, tales como el uso de un aditamento de rociar agua sobre un cepillo especial para exponer agregados, serán permitidos si se demuestran buenos resultados.

Después de curar el concreto de acuerdo con el Artículo 501.3.21, lavar la superficie con cepillos y agua para quitar toda lechosidad y cemento del agregado grueso expuesto.

*(d) Superficies debajo de Apoyos*

Se deberá garantizar un acabado a todas las superficies de apoyo dentro de 5 mm de la elevación indicada en los planos y/o aprobado por el Ingeniero. Cuando se vaya a colocar una plancha de mampostería directamente sobre el concreto o sobre material para relleno de menos de 5 mm de espesor, acabar la superficie con llana de madera a una elevación ligeramente arriba de la elevación indicada en los planos. Después de que el concreto ha fraguado, esmerilar la superficie lo necesario para proveer un apoyo completo y parejo.

Cuando se vaya a colocar una plancha de mampostería sobre material para relleno de 5 a 15 mm de espesor, el acabado de la superficie se debe realizar con una llana de acero. Acabar y esmerilar la superficie de manera que no varíe con respecto a un escantillón, en cualquier dirección, en más de 2 milímetros.

Cuando se vaya a colocar una plancha de mampostería sobre material de relleno de más de 15 mm de espesor o cuando se vayan a usar almohadillas elastoméricas de apoyo, acabar el área hasta obtener una superficie plana libre de crestas.

Cuando sea requerido debajo de una plancha de mampostería o almohadilla elastomérica de apoyo, usar mortero de cemento hidráulico que cumpla con las especificaciones establecidas en el artículo 1005.5. Mezclar bien la arena y el cemento antes de agregar el agua. Mezclar mortero solamente en la cantidad suficiente para uso inmediato. Descartar todo mortero que haya sido revuelto más de 45 minutos antes. No reamasar el mortero. Curar el mortero ya colocado durante, por lo menos, 48 horas. La arena para mortero se ajustará a lo requerido en la norma AASHTO M 45. Se podrán usar productos especiales patentados previamente presentadas las especificaciones del producto, además con la aprobación del Ingeniero.

*(e) Superficie Debajo de Sello de Calzada Hermetizado al Agua con Membrana*

Las superficies que van a ser cubiertas con sello de calzada hermetizada al agua con membrana, no deberán ser de textura áspera, sino que serán acabadas dejando superficies lisas y libres de crestas y otras protuberancias, además deberán cumplir con todas las especificaciones indicadas en la normativa ASTM C 1315.

### **602.3.12 Curado del Concreto**

Todo concreto deberá ser sometido a un proceso de curado continuado desde la terminación de su colocación hasta un período no inferior a 7 días.

Los métodos para emplear deberán ser capaces de evitar la pérdida de humedad del hormigón durante dicho período.

do. En general el curado del hormigón se practicará manteniendo la superficie húmeda con materiales saturados de agua, por rociado mediante sistemas de cañerías perforadas, con rociadores mecánicos, con mangueras porosas o cualquier otro método aprobado por la fiscalización.

El agua para el curado deberá cumplir los requisitos especificados en el artículo 1012.1. El equipo usado para el curado con agua será tal que no aumente el contenido del hierro del agua de curado para impedir el manchado de las superficies de concreto.

Es importante realizar el proceso de curado para garantizar las condiciones óptimas de humedad y temperatura necesarias para que la mezcla de concreto desarrolle su resistencia potencial (compresión y flexión), se reduzca la porosidad de la pasta, en especial en el recubrimiento de concreto sobre las armaduras, haciendo que el ingreso de humedad y agresivos hacia el interior del elemento de concreto endurecido se vea disminuido garantizando, así, que la estructura cumpla con la vida útil de diseño.

Comenzar el proceso de curado inmediatamente después de que el agua superficial se haya evaporado y se ha completado el acabado. Si la superficie del concreto comienza a secarse antes de que se determine el método de curado a ser implementado, manténgase la superficie de concreto húmeda usando un rocío como niebla sin dañar la superficie.

Las superficies a ser frotadas deberán mantener una humedad constante después de realizar los trabajos de retiro de las formaletas. Curar inmediatamente después de la primera frotada.

Curar las superficies superiores de las calzadas de puentes usando el método de compuesto de membrana líquida para curar combinado con el método a base de agua. Aplicar el compuesto de membrana líquida inmediatamente después del acabado. Aplicando la curación a base de agua dentro de 4 horas después del acabado.

En los casos que se utilizara en la mezcla de concreto puzolánico en exceso del 10% en peso del cemento, curar ininterrumpidamente por lo menos durante 10 días.

*(a) Método con las Formaletas en su Lugar*

Para superficies coladas con formaletas, dejar éstas en su lugar fijamente sin aflojarlas. Si las formaletas son quitadas durante el período de curación para facilitar la frotación, quitar únicamente las formaletas de las áreas que puedan ser frotadas durante el mismo turno de trabajo. Durante la frotación, mantener constantemente húmeda la superficie de concreto expuesta. Después de completar la frotación, continuar el proceso de curación usando el método de aplicación de agua o un compuesto para curar que sea claro (tipo 1 ó tipo 1-D) por el período de curación restante.

*(b) Método a Base de Agua*

Mantener la superficie de concreto continuamente húmeda mediante agua empozada, rociada o cubriendo con un material que es mantenido constante y completamente húmedo. Suministrando un sistema de rociadores de agua, o en su defecto, se cubrirá toda la superficie con costales de fique o de algodón, arena y materiales húmedos de gran absorción.

El material se mantendrá húmedo por el sistema de tuberías perforadas, de regadoras mecánicas u otro método previamente inspeccionado y aprobado por el Ingeniero. En los casos de implementación de capas múltiples de tela de bramante u otro material aprobado garantizar que este no decolore o dañe de cualquier otra manera al concreto, además de estricto cumplimiento de las especificaciones indicadas en la normativa ASTM C 171.

Cubrir el material de cobertura con un material laminado hermético al agua que impida la pérdida de humedad del concreto. Usar láminas que sean lo más anchas posible. Translapar las láminas adyacentes por lo menos 150 mm y sellar herméticamente todas las costuras con cinta sensible a la presión, mástique goma u otros métodos aprobados.

Fijar todo el material de manera que no lo desplace el viento, además de reparar inmediatamente las láminas que hayan resultado quebradas o dañadas.

Todo el equipo y materiales que se requieran para el curado adecuado del concreto se tendrá listo, inspeccionado y aprobado por el Ingeniero antes de iniciar la colocación de este.

*(c) Método Curación con Compuesto de Membrana Líquida*

El Contratista podrá utilizar el procedimiento del curado por medio de compuestos sellantes si se encuentra indicado en el proyecto o previa aprobación por el Ingeniero, en cuanto al tipo y características del compuesto que se utilice y al sitio de utilización de este. El compuesto cumplirá con las especificaciones indicadas en la ASTM C-309.

El compuesto sellante deberá formar una membrana que retenga el agua del concreto y se aplicará a pistola o con brocha, inmediatamente después de retirar las formaletas y humedecer la superficie del concreto hasta que se sature.

No usar el método de membrana líquida sobre superficies que van a recibir un acabado por frotación. Su uso en superficies de juntas de construcción será permitido solamente si el compuesto va a ser removido con chorro de arena antes de colocar el concreto contra la junta.

La película sellante deberá ser protegida del tráfico por lo menos, durante los primeros 7 días, después de la fundida y luego continuar el curado con agua hasta completar los 14 días.

Cuando se aplique sellantes en superficies no aprobadas o que requieran aplicación de acabados, la película sellante deberá removerse completamente, a satisfacción e indicaciones del Ingeniero, por medio de chorros de arena húmeda.

La humedad del concreto deberá permanecer intacta y será garantizada por el Contratista, por lo menos durante los 7 días siguientes a su colocación.

Usar compuesto de membrana líquida del tipo 2, de pigmento blanco, solamente en las superficies de la calzada de puentes o sobre superficies que no van a quedar expuestas a la vista en la obra terminada. En las demás superficies aplicando compuesto de curación del tipo 1 o del tipo 1-D, claro.

Mezclar las soluciones para curar por membrana que contengan pigmentos, antes de usarlas. Continuar agitándolas durante la aplicación. Usar equipo capaz de producir un rocío fino. Aplicar el compuesto a una tasa mínima de 0.25 litros por metro cuadrado en una o dos aplicaciones uniformes. Si la solución es aplicada en dos pasadas, aplicar la segunda luego de 30 minutos de la primera pasada, en ángulo recto con respecto a la primera.

El sellante se aplicará tan pronto desaparezca el agua de exudación del concreto o mortero, (cuando la superficie cambie de brillante a mate). El compuesto sellante se esparcirá en una sola capa sobre la superficie del concreto, con el fin de obtener una membrana uniforme y continua. En las superficies rugosas, la cantidad del compuesto debe aumentarse en la medida en que esto sea necesario para obtener una membrana continua.

Si se daña la membrana por lluvia u otras causas durante el período de curación, inmediatamente aplicar otra mano sobre el área dañada. No se permite el curado con membranas sellantes en las superficies para las cuales se haya especificado el acabado con palustre metálico; en las superficies de juntas de construcción; en las superficies que se vayan a aplicar pañete, pintura o cualquier otro tipo de acabado o en las superficies de concreto que van a ser reparadas por efectos de hormigueros o cualquier otro defecto.

### **602.3.13 Acabado de Superficies de Concreto Coladas en Formaletas**

Eliminar o reemplazar o reparar, todo concreto con huecos de roca o “ratoneras” por instrucción del Ingeniero. Se le debe dar el acabado a las superficies de concreto sano colado mediante formaletas, de acuerdo con lo siguiente:

(a) *Clase 1 - Acabado Ordinario*

Se debe dar acabado ordinario, *clase 1*, a las siguientes superficies:

- Superficies debajo de claros de losas, vigas maestras de caja (doble alma), claros de arcos de enjuta rellena y las losas de calzada de la vía entre vigas maestras de la superestructura.
- La cara interna de las superficies verticales de vigas maestras en T de superestructuras.
- Superficies que van a quedar enterradas y superficies de alcantarillas de caja que quedan por encima del terreno acabado que no sean visible desde la vía de circulación o de una vía peatonal.

Comenzar el acabado tan pronto como sean quitadas las formaletas. Eliminar aletas y protuberancias irregulares de todas las superficies que quedan expuestas o van a ser impermeabilizadas. Eliminar las abombaduras y rebajaduras con piedras o discos de carborundum.

Eliminar concreto localizado con huecos de rocas o ratoneras que no hayan sido bien reparados y reemplazar con concreto sano o mortero empacado de una manera aprobada. Limpiar y sanear todas las cavidades dejadas por los tirantes de las formaletas, agujeros, concreto quebrado, filos y otros defectos. Saturar el área con agua. Dar el acabado al área con mortero que tenga menos de una hora de mezclado. Después de que el mortero haya fraguado, frotar (si fuera necesario) y continuar el proceso de curado. Dejar las áreas expuestas comparables al concreto que las rodea.

Picar cuidadosamente y quitar el mortero y concreto libres de las juntas de construcción y de expansión. Dejar el material de relleno de juntas expuesto en toda su longitud con bordes limpios y bien alineados.

Frotar o esmerilar las superficies de apoyo de pilas y estribos a la elevación y pendiente especificadas.

Si la superficie acabada final no está exacta y uniforme, frótesela de acuerdo con lo indicado en (b) más adelante.

(b) *Acabado Clase 2 - Por frotación*

Dar acabado de clase 2, por frotación, a las siguientes superficies:

- Todas las superficies de las superestructuras de puentes, excepto aquellas que estén designadas para recibir acabado de clase 1 u otro acabado.
- Todas las superficies de pilas, pilotes, columnas y estribos de puentes y muros de retención por encima del nivel del terreno acabado y por lo menos 300 mm por debajo del terreno no acabado.
- Todas las superficies del anillo de arcos de enjuta abierta columnas de enjutas y torres de estribos.
- Todas las superficies de cruces peatonales bajo nivel, excepto los pisos y superficies que quedan cubiertos con tierra.
- Las superficies que quedan arriba del terreno acabado de cabezales de alcantarillas que sean visibles desde la vía de circulación o de cruces peatonales.
- Las superficies internas de cajas-alcantarillas de más de 7 metro de altura que sean visibles desde la vía de circulación. Dar el acabado en una distancia del interior de la caja por lo menos igual a la altura de la misma.
- Todas las superficies de las barandas de los puentes.

Completar el acabado de clase 1 de acuerdo con lo indicado en el inciso (a) precedente. Saturar la superficie de concreto con agua. Frotar la superficie con piedra de carborundum de aspereza medio gruesa usando una pequeña cantidad de mortero sobre la superficie. Usar mortero compuesto de cemento y arena fina mezclados en la misma proporción que en el concreto que está siendo acabado. Continuar frotando hasta que desaparezcan las marcas de

las formaletas, las protuberancias e irregularidades y se haya obtenido una superficie uniforme. Dejar en su lugar la pasta producida por la frotación.

Después de que otros trabajos que pudieran afectar la superficie hayan sido concluidos, frotar con una piedra de carborundum fino y agua hasta que toda la superficie tenga una textura lisa y de color uniforme. Después de que haya secado la superficie, frotar con tela de bramante para quitar el polvo suelto. Dejar libre de parches no sanados, pasta, polvo y marcas objetables.

*(c) Acabado Clase 3 - Con Herramientas*

Dejar fraguar el concreto por lo menos 14 días o más si fuera necesario para evitar que las partículas de agregado sean arrancadas de la superficie. Usar herramientas de aire comprimido tales como martellina, piqueta y otras aprobadas. Descascarar el mortero de la superficie y quebrar las partículas de agregado para exponer agrupaciones de partículas de agregado quebrado en un patrón de mortero.

*(d) Acabado Clase 4 - Acabado a Chorro de Arena*

Dejar fraguar el concreto por lo menos 14 días. Proteger las superficies adyacentes que no vayan a ser acabadas de esta manera. Aplicar el chorro de arena a presión con arena aguda y dura para producir una superficie de grano fino pareja de la cual es desprendido el mortero dejando expuesto el agregado.

*(e) Acabado Clase 5 - Con Cepillo de Alambre o Lavador*

Se debe comenzar tan pronto como sean quitadas las formaletas. Lavar la superficie con cepillos de alambre tieso o de fibra dura usando una solución de ácido muriático. Mezclar la solución en la proporción de una parte de ácido a 4 partes de agua. Lavar restregando hasta que la película o superficie de cemento sea completamente removida y que las partículas de agregado queden expuestas. Dejar una textura apedregullada uniforme que tenga la apariencia de granito fino a conglomerado grueso, dependiendo del tamaño y gradación del agregado. Lavar toda la superficie con agua que contenga una pequeña cantidad de amoníaco.

*(f) Acabado Clase 6- A Color*

Construir un número suficiente de paneles de muestra de 0.5 por 1 metro de concreto a color, hasta obtener un color aceptado por el Ingeniero. Proteger el panel de muestra a color aprobado todo el tiempo que dure el trabajo. Colorear todas las superficies designadas de acuerdo con el color del panel aceptado.

Completar un acabado de clase 1 de acuerdo con lo estipulado en el inciso (a) precedente. No aplicar el acabado a color hasta que se haya completado la colada de concreto para toda la estructura. Quitar todo el polvo, material extraño, aceite de formaleta, grasa y compuesto de curar, con una solución al 5 por ciento de fosfato trisódico y luego lavar el concreto con agua limpia.

Usar papel, tela u otros medios para proteger las superficies que no vayan a ser acabadas a color. Aplicar el acabado a una superficie seca de concreto a la temperatura ambiental.

Aplicar el acabado a calor de acuerdo con las recomendaciones del Fabricante. Usar un rociador, brocha o rodillo de pintar para aplicar la primera mano de sellador penetrante o base de color. La segunda mano de color será aplicada de la misma manera después de que la primera mano haya secado completamente. Aplicar el acabado a las superficies de manera que se obtenga un color uniforme y permanente, libre de huellas y corridas.

Limpiar las áreas de concreto que no estén designadas para recibir esta clase de acabado, usando un método aprobado.

### **602.3.14 Dispositivos de Anclaje en Concreto**

Se deben usar dispositivos de anclaje en concreto químicos, de lechada o de concreto colado en el sitio, para fijar equipo o accesorios en la estructura de concreto.

Suministrar lo siguiente para obtener la aprobación del Ingeniero:

- (a) *Muestra del dispositivo de anclaje en el concreto.*
- (b) *8 Instrucciones del Fabricante para la instalación.*
- (c) *Datos y certificaciones del material.*

Fabricar las partes metálicas del anclaje de acero inoxidable o de acero protegido con un revestimiento metálico resistente a la corrosión, que no reaccione químicamente con el concreto. Suministrar los dispositivos de anclaje completos con todos sus accesorios.

Para anclaje químicos o de lechada, realizar un ensayo de aprobación del sistema en uno de los anclajes del Proyecto que no va a quedar incorporado en la obra. Realizar un ensayo de carga estática de acuerdo con ASTM E 488. Demostrar que el dispositivo de anclaje resistirá una carga de prueba a la tensión directa sostenida no menor que los valores mostrados en el Cuadro 602-7, por un período no menor de 48 horas, con movimiento que no exceda 1 milímetro. También demostrar que cuando se le carga hasta la ruptura, el dispositivo de anclaje sufre una falla dúctil del acero del anclaje, no una falla del químico, la lechada o del concreto.

**CUADRO 602-7**  
**Valores del Ensayo de Carga Sostenida**

Tamaño del Espárrago Prisionero del Dispositivo de Anclaje	Carga del Ensayo a la Tensión (kN)
M 20	24.0
M 16	18.3
M 12	12.7
M 8	7.1

Instalar los dispositivos de anclaje en concreto de acuerdo con las recomendaciones del Fabricante de dichos dispositivos de manera que el equipo o accesorios fijados se apoyen firmemente en el concreto. Se usarán tuercas instaladas a torsión a los valores especificados en el Cuadro 602-8, a menos que fuera especificado de otra manera en las instrucciones del Fabricante. Fijar los pernos de anclaje en los apoyos de acuerdo con lo dispuesto en la *Sección 611*.

En presencia del Ingeniero, someter a una prueba de carga en una muestra tomada al azar de, por lo menos, el 10% de los anclajes, hasta el 90% de la fatiga de deformación del acero. Si alguno de los anclajes falla, reponer el anclaje fallado y someter a la prueba de carga el anclaje fallado y el 100% de los anclajes restantes. La prueba de carga podrá ser aplicada por medio de torsión contra una arandela indicadora de carga, aplicando una carga de tensión directa al anclaje o por medio de otro método aprobado por el Ingeniero. Después de aplicada la prueba de carga relevar la carga sobre el anclaje y presionar hasta alcanzar la carga especificada en el Cuadro 602-8, de acuerdo con lo recomendado por el Fabricante.



CUADRO 602-8

**Torsión para los Dispositivos de Anclaje**

Tamaño del Espárrago Prisionero del Dispositivo de Anclaje	Torsión (N-m)
M 20	180
M 16	130
M 12	80
M 8	30

**602.3.15 Cargas sobre Estructuras Nuevas de Concreto**

No colocar ningún tipo de cargas sobre pilas o estribos acabados hasta que los ensayos de los cilindros moldeados del mismo concreto y curados bajo las mismas condiciones que el elemento de la subestructura, indiquen que el concreto ha alcanzado por lo menos el 80% de la mínima resistencia a la compresión a los 28 días especificada. Esta restricción no se aplica a las coladas de las capas superiores de los elementos de la subestructura coladas por etapas.

Cuando la resistencia a la compresión de las probetas ensayadas no cumpla con los criterios de aceptación establecidos en el párrafo anterior, la aceptación de los elementos de la jornada se debe determinar mediante extracción de testigos o la realización de pruebas ultrasónicas.

En los casos de realizar pruebas destructivas se deberá extraer un número de testigos igual al número de probetas ensayadas por jornada, ubicados al azar en distintos elementos, los cuales serán ensayados a la compresión, de acuerdo con las especificaciones establecidas en la Norma ASTM C39 y C31 se evaluarán con la resistencia a la edad de ensayo, corregida por esbeltez y transformada a resistencia de probeta cúbica de 200 mm, sin aplicar el factor de conversión de testigo a probeta moldeada.

Se aceptará la resistencia a la compresión, cuando la resistencia del promedio de los testigos ensayados sea superior o igual que a la resistencia especificada y ningún testigo presente resistencia menor que 75% de la resistencia especificada.

Si la resistencia de alguno de los testigos ensayados es inferior a 75% de la resistencia especificada, el(los) elemento(s) de donde se obtuvieron el(los) testigo(s) será(n) rechazado(s) y se extraerán otros dos testigos adicionales por cada testigo deficiente, en otros elementos de la misma jornada elegidos al azar.

Se aceptarán los elementos de la jornada de trabajo si la resistencia promedio de los testigos ensayados, excluyendo los rechazados, es superior o igual a la resistencia especificada y ningún testigo presente resistencia menor que 75% de la resistencia especificada.

Si no se cumple lo anterior, se rechazarán todos los elementos de la jornada, los cuales no podrán ser utilizados en obras de la Dirección de Vialidad.

En los casos que las probetas de concreto siempre fallen se deberá realizar la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, mediante los ensayos denominados no destructivos, en los elementos de análisis, además deberán cumplir con las especificaciones descritas en las siguientes Normas ASTM C 803, C 805, C 597 y C1383. Esta normativa indica tres tipos de equipos que se pueden implementar para los ensayos:

**a) La medición con sonda Windsor:** consiste en medir la resistencia del concreto con el método de penetración no destructiva de una sonda de acero, plata u otro material, empujada en el material con una carga balística predeterminada y se realiza in situ para comprobar la calidad del hormigón. El material de la sonda depende de la densidad esperada del concreto a ensayar. Puede usarse en concreto fresco y maduro, en estructuras horizontales y verticales, en concreto pretensado o convencionalmente colocado, etc. No se recomienda para cascarones delgados de concreto y para ensayar tuberías de concreto.

**b) El Esclerómetro (medidor de durezas):** también conocido como martillo suizo, martillo Schmidt, ya que fue patentado por esa casa en 1950. Su valor de rebote “R” permite medir la dureza del material. Los Esclerómetros se han convertido en el procedimiento más utilizado, a nivel mundial, para el control no destructivo en hormigón. Vienen en gran variedad de presentaciones. Las versiones analógicas poseen una escala en la que se convierte el factor de rebote y la inclinación de aplicación a Resistencia.

**c) Ultrasonidos:** Por medio de la emisión de pulsos ultrasónicos se pueden detectar, fisuras, ratoneras, desigualdades en la densidad del concreto, daños por ataques de sulfatos, fuego, heladas, necesidad de reparación en zonas específicas, etc. Además, es el método ideal para analizar placas delgadas y tuberías. El acero de refuerzo y la humedad son dos factores que pueden alterar los resultados en virtud de ambos son mejores conductores del sonido, por lo que se recomienda que este método lo interprete personal calificado.

No permitir que vehículos o equipo de construcción circulen sobre un claro cualquiera hasta que el concreto de toda la superestructura haya alcanzado su resistencia de diseño a la compresión y haya sido construida por lo menos 21 días antes.

Para estructuras de concreto postensado, no permitir vehículos de más de 2000 kilogramos sobre cualquier claro, hasta que el acero de presfuerzo en ese claro haya sido tensado, enlechado y curado, que la lechada ha alcanzado una resistencia de 21 MPa. y las barras de tensión hayan sido apretadas. Los vehículos que pesen menos de 2000 kilogramos, podrán circular sobre el claro siempre que el peso de dicho vehículo haya sido tomado en cuenta en el diseño de la obra falsa.

#### 602.4 MAQUINARIA, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

Se debe usar una planta dosificadora, mezcladora y agitador que se ajusten a lo requerido por la norma AASHTO M 157. El equipo de revoltura volumétrico continuo se deberá ajustar a lo requerido por la norma AASHTO M 241.

#### 602.5 ACEPTACIÓN

Los materiales para el concreto serán evaluados visualmente y mediante mediciones y ensayos según lo establecido en la *División I*. Suministrar un certificado de producción para el cemento hidráulico.

El revenimiento, contenido de aire, peso unitario de masa y la temperatura de la mezcla de concreto serán evaluados visualmente y mediante mediciones y ensayos según lo establecido en la *División I*. Ver en el Cuadro 602-9 los requisitos mínimos para el muestreo y ensayo.

**Cuadro 602-9**  
**Muestreo y Ensayes**

Material o producto	Propiedad o característica	Categoría	Metodo de Ensaye o Especificaciones	Frecuencia	Lugar del Muestreo
Concreto	Revenimiento	----	AASHTO T 119	1 por carga (2)	Chorro de descarga en el lugar de colocación
	Contenido de aire	----	AASHTO T 152 o AASHTO T 196	1 por carga (2)	Chorro de descarga en el lugar de colocación
	Pesos Unitarios	----	AASHTO T 121	1 por carga (2)	Chorro de descarga en el lugar de colocación
	Temperatura	----	Termometro	Carga Firal	Chorro de descarga en el lugar de colocación
	Hechura de Especimenes de Ensaye Resistencia a la compresión (1)	----	AASHTO T 22 AASHTO T 23	1 juego por cada 25 m <sup>3</sup> pero no menos de 1 juego por día	Chorro de descarga en el lugar de colocación

- (1) Muestrear de acuerdo con AASHTO T 141 excepto que no se requiere muestras combinadas
- (2) Verificar el cumplimiento con la especificación antes y durante cada operación de colado
- (3) Moldear, por lo menos, 4 cilindros para ensayos de resistencia a la compresión y trasladarlos con sumo cuidado al sitio de la obra donde están las facilidades para curación de cilindros.
- (4) Un resultado sencillo de ensayo a la compresión es el resultado promedio de 2 cilindros moldeados de la misma carga y ensayados a los 28 días

La resistencia a la compresión del concreto será evaluada según lo establecido en la División I. El Cuadro 602-9 da los requisitos mínimos para muestreo y ensayo. El límite inferior de la especificación es el mínimo requerido de la resistencia a la compresión a los 28 días ( $f'c$ ) especificado en el Contrato. Un resultado sencillo de ensayo a la compresión es el resultado promedio de 2 cilindros moldeados de la misma carga y ensayados a los 28 días. Ver en el Cuadro 602-9 la categoría de aceptación de las características de calidad.

Remover y reemplazar el concreto representado por cilindros que tengan una resistencia a la compresión de menos del 90% de la mínima resistencia a la compresión a los 28 días ( $f'c$ ) y localizado de tal manera que cause efectos intolerablemente perjudiciales en la estructura.

La construcción (incluyendo la dosificación, la colocación, el acabado y la curación del concreto) será evaluada visualmente según lo establecido en la *División I*.

La obra falsa y las formaletas (incluyendo el diseño, la construcción y la remoción) serán evaluadas visualmente, por certificaciones y mediante mediciones y ensayos según lo establecido en la *División I*.

Cuando la instalación de la obra falsa esté completa y antes de comenzar a colar o remover el concreto, se debe hacer inspeccionar la obra falsa por un ingeniero estructural calificado con experiencia en este ramo. Certificar por escrito que la instalación cumpla con los requerimientos de las especificaciones y el Contrato, los planos de la obra falsa aprobados (incluyendo los cambios aprobados) y las prácticas de ingeniería aceptables. Proveer una copia de la certificación antes de iniciar a colar el concreto.

## **602.6 MÉTODO DE MEDICIÓN**

La medición del concreto estructural y el concreto para sellar, será colocado y estimado en metros cúbicos en la estructura terminada. La cantidad para pagar será la mostrada en el Pliego de Licitación, a menos que se hayan hecho cambios en el diseño que afecten a dicha cantidad, en cuyo caso la cantidad que aparece en el Pliego de Licitación, para los fines de pago, será ajustada en la cantidad afectada por el cambio. No se harán deducciones por el volumen ocupado por tubos con diámetro de 200 mm ó menos ni por el acero de refuerzo, anclajes, conductos, drenes de alivio o pilotes.

La partida se cuantificará por metro cúbico (m<sup>3</sup>) de concreto según su grado, y la medición se efectuará de acuerdo con las dimensiones teóricas requeridas por el Proyecto y aprobadas por el ingeniero supervisor.

Ni las formaletas ni la obra falsa serán medidas con fines de pago. Tampoco serán medidos con fines de pago los aditivos de cualquier tipo incorporados en la mezcla.

## **602.7 BASE PARA EL PAGO**

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, excepto que el precio de contrato del concreto estructural será ajustado según lo establecido en la División I. El pago será compensación total por el trabajo prescrito en esta Sección.

El pago será efectuado de acuerdo con los siguientes ítems:

Ítem	Concepto de Pago	Unidad de Medida
602.1	Concreto Estructural, Clase para (_____)	Metro Cúbico
602.2	Concreto Estructural, Clase para (descripción)	Metro Cúbico
602.3	Concreto Estructural, Clase para (descripción)	Metro Cúbico
602.4	Concreto para Sello para (descripción)	Metro Cúbico

## SECCIÓN 603 ESTRUCTURAS DE CONCRETO PREFORZADO

### 603.1 DESCRIPCIÓN

Esta sección define los aspectos técnicos para la construcción de estructuras de concreto presforzado, de conformidad con los alineamientos establecidos en el diseño y planos taller aprobado por el Ingeniero.

El trabajo incluirá el suministro de materiales, fabricación, almacenamiento, transporte, equipos e instalación de los elementos: losas, vigas, pilotes, entre otros.

Las estructuras de concreto prefabricado se clasifican en: pretensadas y postensadas. Pueden fabricarse en el sitio del proyecto o en planta, bajo un estricto control de calidad, método y equipos aprobados por el Ingeniero.

### 603.2 MATERIALES

#### 603.2.1 Generalidades

Los materiales deberán cumplir con lo estipulado con los siguientes artículos y secciones:

Dispositivos de Anclaje.....	Artículo-1012.13
Concreto.....	Sección-602
Almohadillas Elastoméricas de Apoyo.....	Artículo-1016.11
Lechada.....	Artículo-1012.14
Acero de Presfuerzo.....	Artículo-1009.3
Acero de Refuerzo.....	Artículo-1009.1
Soldadura.....	Sección 605.3.4

El Contratista presentará al Ingeniero los certificados de calidad de los materiales antes de iniciar cualquier método propuesto y/o aprobado, de conformidad con la *División I*.

Todo el acero de presfuerzo será protegido contra daños físicos, humedad, agentes corrosivos y partículas incandescentes producidas durante el corte o soldadura, desde su fabricación, transporte y almacenamiento hasta que quede embebido en la lechada de cemento. El acero de presfuerzo que presente los perjuicios antes expresados será rechazado.

El acero de presfuerzo será embalado en cajas según su diámetro nominal, grado, tipo de embalaje previamente acondicionado para protegerlo contra daños mecánicos durante el traslado.

Estas cajas o embalajes serán claramente rotulados con la advertencia de que contienen acero de presfuerzo de alta resistencia, indicando el cuidado que se deberá tener al estibarlos, el tipo, clase y la fecha en que éste fue embalado, así como precauciones sobre seguridad e instrucciones para su uso.

Para prevenir la corrosión, se prohíbe el uso de aditivos que contengan cloruro de calcio para fabricar el concreto para estructuras presforzadas, especialmente cuando se emplea curado a vapor, de conformidad al capítulo 12 del manual PCA.

Todo acero de presfuerzo, después de postensado, será fijado en los extremos por medio de dispositivos aprobados de anclaje permanente. Todos los dispositivos de anclaje para postensado serán capaces de sostener el acero de presfuerzo a una carga que produzca un esfuerzo no menor del 95 por ciento del esfuerzo mínimo de tensión garantizado del acero de presfuerzo.

La carga que actúa sobre el dispositivo de anclaje será transferida al concreto por medio de dispositivos aprobados que la distribuyan con efectividad en el concreto. Esos dispositivos llenarán los siguientes requisitos:

- 1) El esfuerzo unitario final de compresión sobre el concreto directamente debajo de la plancha o dispositivo de anclaje no excederá a 20.7 MPa.
- 2) Los esfuerzos de flexión en las planchas o dispositivos de anclaje inducidos por la tensión del presfuerzo no excederán al punto de fluencia del material ni causar distorsiones visibles en la plancha de anclaje, cuando se aplique el 100 por ciento de la carga última, según lo apruebe el Ingeniero.

Si el Contratista decide suministrar dispositivos de anclaje de un tipo suficientemente grande y que, además, lleven un emparrillado de acero ahogado en el concreto para distribuir efectivamente los esfuerzos de compresión en el concreto, será permitido omitir las planchas de distribución u otros dispositivos de anclaje.

Cuando el extremo de un conjunto de postensado no vaya a quedar cubierto por el concreto, los dispositivos de anclaje serán embutidos en tal forma que los extremos del acero de presfuerzo y todas las partes del dispositivo de anclaje queden por lo menos, 51 milímetros dentro de la superficie del extremo de los miembros, a menos que los planos requieran un embutido más profundo. Después de postensar, se rellenarán esas cavidades con lechada de cemento y se le dará un acabado al ras de la cara del extremo.

#### **603.2.2 Agua y aire**

Toda el agua usada en el lavado de los ductos deberá contener cal viva (óxido de calcio) o cal apagada (hidróxido de calcio) en la proporción de 1.3 gramos por litro de agua. Todo el aire comprimido usado para limpiar ductos por medio de soplado deberá estar libre de aceite.

#### **603.2.3 Almohadillas Elastoméricas de Apoyo**

Estas deberán llenar los requisitos establecidos en el *Artículo-1016.11*.

#### **603.2.4 Pruebas**

Todos los materiales utilizados en los elementos presforzados deberán ser ensayados de acuerdo a las ASTM descritos a continuación:

- Acero de presfuerzo deberán cumplir con la ASTM 416/A 416M-10, A 1070, E 328 – 02, y A 421 M -02
- Acero de refuerzo AASHTO M-31, ASTM A 370, ASTM-706 Y ASTM A 722
- Lechada para la inyección de los cables, deberá cumplir con la ASTM C 939, ASTM C 109M y ASTM C174
- Concreto sección 602
- Ductos ASTM D 3350

Todos los cables, (torones) y varillas que vayan a ser ensayadas, deberán llevar una etiqueta de identificación con el número de la remesa original, diámetro, longitud y el nombre del elemento al que pertenece.

Todas las muestras enviadas serán representativas de la remesa a ser suministrada y, en el caso de cables o torones, serán obtenidas del mismo rollo original.

Todos los materiales para las pruebas serán suministrados por cuenta del Contratista y serán entregados con suficiente anticipación para que puedan ser ensayados antes de ser usados en la obra.

### 603.2.5 Dispositivos de Anclaje

Existen tres tipos de anclaje, de acuerdo a su función en el elemento presforzado:

1. Anclajes Activos (cuñas, torques)
2. Anclajes Pasivos
3. Anclajes de conexión o acopladores

Proveer dos conjuntos de anclaje completos con planchas de distribución, por cada tamaño y tipo a ser usado, si dichos dispositivos no van unidos a las muestras del refuerzo.

Cuando los sistemas de presfuerzo hayan sido ensayados y aprobados anteriormente en proyectos similares por alguna organización que sea aceptable para el Ingeniero, no será necesario suministrar muestras completas de los tendones, siempre que no haya cambio alguno en los materiales, el diseño o detalles previamente aprobados.

Los dispositivos para el manejo y la sujeción lateral de las vigas, solo podrán ser retirados cuando estas queden ubicadas en su posición final y debidamente contraventeadas.

a) Los anclajes desarrollarán al menos el (100) por ciento de la resistencia última estipulada en el proyecto y que esta solo se use en donde la longitud de adherencia sea igual o mayor que la longitud de adherencia requerida para desarrollarla, considerando lo siguiente:

- Que la longitud de adherencia requerida se ubique entre el anclaje y la zona donde se desarrolle la fuerza completa de presfuerzo bajo condiciones de servicio y cargas últimas y que la longitud de adherencia se haya determinado probando un tendón de tamaño natural.
- Que en el estado adherido, el anclaje desarrolle el cien (100) por ciento de la resistencia última estipulada en el proyecto, o que la haya desarrollado en el estado no adherido.

b) Que los anclajes no adheridos de tendones, desarrollen la resistencia última estipulada en el proyecto del acero de presfuerzo, con una deformación permanente que no disminuya la resistencia última esperada, así como que la elongación total durante la carga última del tendón no sea menor del dos (2) por ciento de la longitud del tendón cuando se mida en especímenes con una longitud mínima de tres (3) metros.

## 603.3 REQUISITOS PARA LA CONSTRUCCIÓN

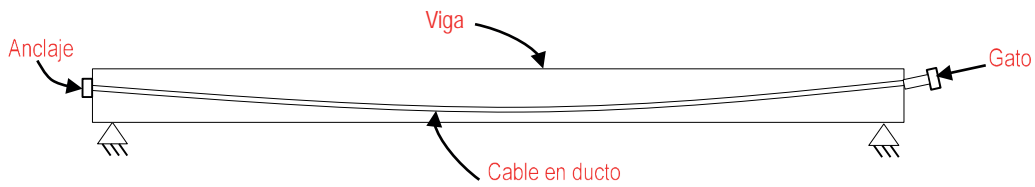
### 603.3.1 Métodos de Presfuerzo

Los métodos de presfuerzo son:

- a) *Postensados*

Son aquellas en el cual los cables de acero formados por varios torones o hilos de alambre, introducidos en ductos, son tensados después de que el concreto ha fraguado y alcanzado la resistencia especificada en el diseño. El presfuerzo por lo general es ejecutado externamente contra el concreto endurecido, y los cables se anclan contra concreto inmediatamente después del presfuerzo. Este método es aplicado tanto en fábricas pretensoras como en sitio de la obra.

**FIGURA A.**



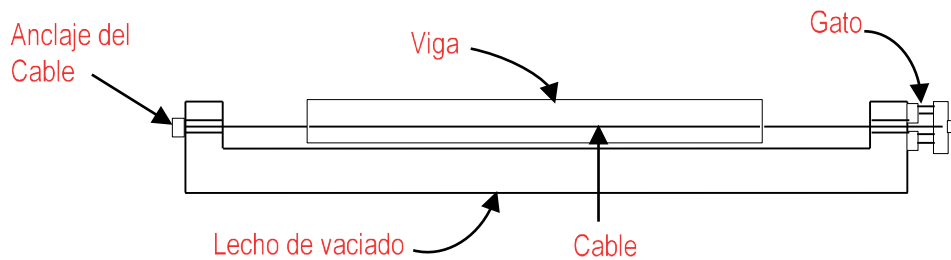
**Características generales del Postensado:**

- Elementos prefabricados o colados en la obra.
- El presfuerzo se aplica después de fundido en elemento.
- Para el anclaje se requiere dispositivos mecánicos.
- La acción del presfuerzo es externa.
- La trayectoria de los cables puede ser recta o curva.
- Las vigas son simplemente apoyadas

*b) Pretensados*

Son aquellas en cual los cables de acero formados por varios torones o hilos de alambre, son tensados antes de colocar el concreto, estos se tensan entre apoyos que forman parte permanente de las instalaciones de la planta, después de haber obtenido la resistencia del concreto para la transferencia especificado en el diseño, se alivia la presión en los gatos. En esta forma el presfuerzo es transferido al concreto por adherencia.

**FIGURA B.**



**Características generales del Pretensado:**

- Elementos prefabricados
- El presfuerzo se aplica antes que las cargas
- El anclaje se da por adherencia
- La acción del presfuerzo es interna.
- La trayectoria de los cables son rectas
- Las vigas son simplemente apoyadas

Previamente al colado de cualquier miembro que vaya a ser presforzado, el Contratista solicitará la aprobación del Ingeniero para todos los detalles del método, materiales y equipo que propone usar en las operaciones de presfuerzo. Esta información debe contener una descripción general del método y de la secuencia de aplicación de los esfuerzos, especificaciones completas y detalles del acero de presfuerzo y de los dispositivos de anclaje propuestos, esfuerzos de anclaje, tipo de dispositivos que van embebidos en los miembros y todo otro dato relativo a las operaciones de presfuerzo, incluyendo el orden propuesto para la colocación de las unidades de presfuerzo en los miembros, materiales y equipo para la inyección de la lechada de cemento.

### **603.3.2 Servicios de Asesoría**

El Contratista certificará que dispone de los servicios de un técnico especializado experto en el método de presfuerzo aprobado, a fin de dirigir la operación o ayudar en el uso del equipo de presforzar y en la instalación de los materiales, según sea necesario para obtener los resultados requeridos, salvo que el Ingeniero indique lo contrario. El costo del experto será por cuenta del Contratista.

### **603.3.3 Concreto estructural presforzado**

#### *603.3.3.1 Requisitos*

Los elementos de concreto estructural presforzado serán construidos conforme los requisitos de la *Sección-602* y el acero de refuerzo, con los de la *Sección-604* de estas especificaciones y las modificaciones y enmiendas que hubiere dentro del Contrato.

#### *603.3.3.2 Generalidades*

Las operaciones del sistema de presfuerzo, pueden generalizarse en el siguiente orden:

- I. Debe ponerse especial atención en la colocación de los ductos que alojaran los cables de presfuerzo siguiendo lo más apegado posible las trayectorias que marca el proyecto. En caso de formarse quiebres se presentarían problemas durante el tensado por las fricciones adicionales que esto ocasionaría y que puede ser de consideración.
- II. Es muy conveniente la colocación de un poliducto dentro del ducto de lámina que formaría el hueco donde se colocan los cables de presfuerzo, el cual se utilizará después del colado para permitir la colocación del acero. Tiene por objeto evitar la entrada de lechada en caso de rompimiento de la lámina del ducto y en consecuencia prevenir la formación de tapones, así mismo, se logra una mejoría notable en las trayectorias de los cables.
- III. Antes del tensado del acero, se procede al estudio de los diagramas de esfuerzos, anotando los valores exigidos, con objeto de conocer las fuerzas de gateado necesarias en los respectivos cables, teniendo especial cuidado en los valores de fricción y en la caída de tensión necesaria al final del tensado.
- IV. Es preciso conocer la curva esfuerzo-deformación del acero por emplear y calcular con ella y con los datos de proyecto (longitudes de cable y tensiones a lo largo del mismo), las elongaciones a lograr.
- V. Conocer el funcionamiento del gato y el área del pistón que recibirá la presión por aplicar durante el gateado, mediante la bomba de inyección regulada con un manómetro.
- VI. Investigar el porcentaje de pérdida de eficiencia del gato, respecto a la capacidad teórica determinada con los datos señalados, lo cual generalmente lo informa la firma que suministra el equipo de tensado.



Con estos datos se formará un cuadro de equivalencias, en el cual se anotará la correspondencia, en toneladas, de cada lectura de manómetro, es decir: fuerza que desarrolla el gato cuando el manómetro indique 50 kg/cm<sup>2</sup>, 100 kg/cm<sup>2</sup>, etc., a fin de conocer los esfuerzos desarrollados en el cable en proceso de tensado.

- I. Antes de iniciar el tensado, purgar el gato para expulsar burbujas de aire, basura, etc., ya que queda aire comprimido por el aceite, no lográndose la carrera del pistón ni la fuerza del gateo necesaria.
- II. Calibrar los manómetros, operación que se efectúa generalmente en el laboratorio.

Para su verificación se comparan los manómetros por empleo en la obra con un manómetro patrón, o bien se calibran con una prensa y se hace una tabla de correspondencia de lecturas; cuando se vaya efectuar el tensado, sea preciso aplicar por ejemplo 100 kg/cm<sup>2</sup> y se consultara el cuadro de correspondencia de la verificación, con el objeto de ver la lectura que deba señalar el manómetro verificado.

Para tal efecto se deberá proceder de la siguiente manera:

- 1.** Comprobar que el cable corra libremente dentro del ducto, a fin de asegurar que la acción de tensado se distribuya a todo lo largo del cable, para lo cual se golpea en un extremo y deba salir el cable por el lado opuesto.

En caso que no se deslice, se conecta el gato de tensado a uno de los extremos del cable con el fin de romper los taponamientos que puedan existir en el interior del ducto y permitir el deslizamiento del cable obstruido.

Cuando no sea posible lograr estos resultados, se puede localizar el lugar del tapón, con bastante precisión, por efecto del alargamiento que sufra el cable con relación a la presión aplicada, con la cual se deduce la longitud estirada de éste y por consiguiente, del sitio de taponamiento.

En caso de hacerse ranuras al concreto para demoler el tapón debe localizarse con mayor exactitud posible, y proceder a demolición cuidando de no dañar el cable, ya que cualquier golpe con el cincel lo afecta sensiblemente.

La localización y la magnitud necesaria de las ranuras debe ser revisada en detalle, previamente a su ejecución, a fin de cerciorarse de que no debiliten la capacidad de trabajo del elemento.

Las perforaciones que se hacen en el concreto con este fin se tapan, posteriormente al tensado del cable, cubriendo la parte demolida con grava gruesa, sellada en su exterior con yeso; la lechada, al ser inyectada al cable después del tensado, entra a presión dentro del ducto, penetrando en todas las oquedades del agregado que se colocó previamente en la forma antes descrita, logrando con ello que el sello de las ranuras no se desprenda posteriormente; de esta forma se tiene continuidad con la mezcla inyectada.

- 2.** Tensado del Cable: Se aplica inicialmente una tensión del orden de 10% a 20% del total, hecho lo cual se marcan en algunos alambres, con la mayor exactitud posible, distancias arbitrarias para medir los alargamientos, teniendo el elemento como referencia.

A continuación, se aumenta la tensión al doble de la inicial y se mide la elongación y así sucesivamente se sigue aumentando con incrementos iguales, hasta llegar a la tensión prevista para lograr los esfuerzos calculados, que en ningún caso deben exceder el límite elástico del acero.

La razón por la cual no se registra el alargamiento inicial del cable obedece a que, durante esta etapa, tiene lugar un acomodamiento de los elementos que lo forman dando un alargamiento aparente mucho mayor que el que corresponde al esfuerzo aplicado.

Para determinar el alargamiento total efectivo durante el tensado, se anotan los resultados registrados en una gráfica. En el eje de las ordenadas se anotan las lecturas del manómetro y sus correspondencias a fuerza

de gateo; y en las abscisas, los alargamientos en milímetros. Se traza una recta de manera que se compensen las desviaciones de los puntos respecto a esta.

Esta línea intercepta el eje de las ordenadas y debe prolongarse en el cuadrante siguiente, hasta cortar el eje de las abscisas. El alargamiento inicial no registrado (ya que la marca para medirla se puso después de haber aplicado esta presión), se determina gráficamente, midiendo a escala la distancia de esta intercepción al eje de las ordenadas.

Se suma este alargamiento determinado, al medido físicamente, lo que da el alargamiento total. Si el teórico no se obtuvo a la fuerza prevista se requiere una revisión al cálculo o al procedimiento seguido.

**3.** En caso de que el tensado se haga por ambos lados, se procede en forma semejante a la antes indicada, es decir, instalando dos gatos de tensado, trabajándose al mismo tiempo.

En este caso (debido a que la aplicación de la fuerza en ambos extremos no es rigurosamente uniforme dado que los gatos se operan independientemente), no se obtendrá aisladamente en cada extremo la recta esfuerzo-deformación lograda al tensarse un solo lado. Sin embargo, sumando una fuerza igual de gateado los alargamientos de uno y otro extremo del elemento, se obtiene dicha gráfica.

Ahora bien, es usual seguir el siguiente procedimiento para efectuar el tensado con gatos en ambos extremos del cable: si al aplicar en cada extremo la primera tensión en que se hará lectura, los alargamientos en uno y otro lado son sensiblemente diferentes en la siguiente elevación de tensión deberá aumentar primeramente la del lado del alargamiento menor hasta que se igualen. Al lograrlo se aumentará simultáneamente la tensión en ambos lados, no debiendo nunca aplicarse distintas fuerzas de tensado en los extremos del cable, y al final de cada una de las etapas.

Como es frecuente incurrir en errores, es conveniente el empleo de algún sistema eficiente de intercomunicación entre los técnicos que estén controlando el tensado en ambos extremos.

**4.** Al final del tensado, la distribución de tensiones a lo largo del cable es variable, siendo menor en el centro y mayor en los extremos, pero como la máxima requerida debe ser al centro (normalmente) es preciso reducir las tensiones máximas en los extremos sin afectar las exigidas por el proyecto para efectos de trabajo.

Regularmente los sistemas de anclaje provocan cierto corrimiento automático del cable hacia adentro del elemento durante la operación de anclaje, lo que representa una caída de tensión en los extremos del cable. Esta caída no se propaga por igual a lo largo de éste, debido a los efectos de fricción, que obran en sentido inverso de cómo actúan durante el tensado con los esfuerzos del cable en las zonas donde deben ser máximos por razones de proyecto (después de las operaciones de tensado) no se abaten.

El corrimiento del cable hacia el interior el elemento durante su anclaje varía de 1 mm. a 8 mm, según el sistema de tensado que se haya empleado, y el cual es un factor determinante en el diseño.

Son mejores los sistemas que permiten los mayores corrimientos al efectuar el anclaje, pues con ello es posible trabajar provisionalmente el acero a mayores esfuerzos, lo que redundaría en una economía dado que dichos corrimientos garantizan una considerable caída de tensión de los esfuerzos del cable, en la zona próxima a los anclajes, donde los esfuerzos de tensado son máximos debido como se dijo anteriormente a que la fricción obliga a trabajar el acero a mayores esfuerzos que los necesarios (refiriéndonos en este caso a elementos o vigas simplemente apoyadas).

En sistemas de anclajes rígidos (que no permiten corrimiento al cable), es usual soltarlo bajando la presión de la bomba de inyectado del gato del tensado, de manera de provocar la caída de tensión prevista en el proyecto, aun cuando cabe advertir que los resultados de esta operación son dudosos. Para seguridad de la correcta distribución de esfuerzos se hace necesario, trabajar el acero a menores esfuerzos por lo que se precisara mayor cantidad de éste.

Deben emplearse preferentemente aceros estirados en frío a aceros estirados en caliente, ya que estos últimos, por razones complejas de carácter metalúrgico, tienen más propensión a la falla por ruptura plana (que difiere de las fallas por tensión, donde antes de romperse el cable su sección se reduce y la rotura presenta un cuello o estrangulamiento).

Debe tenerse especial cuidado de no efectuar trabajos de soldadura en lugares cercanos, ya que dañaría el acero de presfuerzo.

**5.** Se procederá finalmente a la mayor brevedad posible, a efectuar la inyección de la lechada que rellenará el espacio entre acero y ductos, ya que, de lo contrario, pueden corroerse los cables por oxidación, fenómeno que cristaliza el acero haciéndolo perder resistencia. En los aceros tensados este efecto es más sensible que en el acero no tensado.

Antes del inyectado se introduce primero agua para limpieza del cable y del ducto. Después del lavado se inyecta una mezcla de agua-cemento, con un aditivo para hacer fluida la mezcla y con propiedades expansivas para evitar las contracciones por fraguado y obtener así una mayor adherencia.

La inyección preferentemente debe hacerse desde el punto más bajo de la trayectoria del cable, dejando respiraderos en los lugares más altos para evitar que queden zonas sin rellenos o burbujas de aire.

Una vez que la lechada sale con las mismas características que tiene donde se está fabricando y después de cerciorarse de que no arrastra burbujas, se obtura el orificio de salida y se levanta presión en la bomba de inyección para asegurar que quede completamente lleno el ducto, procediéndose a sellar la entrada.

### 603.3.3.3 Ejecución

La construcción de estructuras de concreto presforzado se ejecuta considerando los materiales estipulados en el inciso 603.2 de esta especificación y otras consideraciones requeridas durante el proceso de constructivo.

#### I. Lugar y/o patio de fabricación de los elementos presforzados

La fabricación de elementos estructurales de concreto presforzado podrá ser efectuada en el lugar que proponga el Contratista y que el Ingeniero apruebe.

Antes de dar la aprobación para usar terrenos públicos o privados para estos fines, el Contratista entregará al Ingeniero un plan de operaciones, con indicación de si está prevista alguna nivelación o alteración del terreno. A la conclusión del trabajo, el Contratista dejará el lugar libre de equipo, limpio y restaurado hasta dejarlo, en todo lo posible, igual o mejor que antes.

#### II. Acero de presfuerzo

El tipo, dimensiones, características y ubicación del acero de refuerzo adicional y de presfuerzo, así mismo los dispositivos para su colocación y tensado, serán los establecidos en el proyecto y aprobados por el Ingeniero.

La colocación del acero de presfuerzo se hará conforme a lo plasmado en el diseño, así como el acero de refuerzo, deberá cumplir con la sección 604 de esta especificación.

Los torones tendrán un diámetro uniforme y libre de defectos.

Cuando el torón de corte, sin sujetadores, los alambres no deben quedar fuera de su posición. Cuando uno o varios alambres queden fuera de su posición y sea posible acomodarlos manualmente, el torón se considerará como satisfactorio.

No se aceptarán juntas ni traslapes en la longitud total de los torones.

No se permitirá que los torones estén aceitados o engrasados; la oxidación no será motivo de rechazo siempre que esta no haya causado picaduras visibles a simple vista.

### III. Ductos

Los ductos y sus uniones serán herméticos, para impedir la entrada de agua o lechada del concreto estructural. Los ductos no se arrastrarán ni se dejarán caer, al colocarse estarán libres de materias extraña, abolladuras u oxidación.

El diámetro interior de los ductos será entre 4 y 6 milímetros mayor que el diámetro del cable, salvo que el diseño indique otra cosa o que el Ingeniero lo apruebe.

Los ductos se mantendrán en posición sujetándolos firmemente al acero de refuerzo o al molde, de acuerdo con lo establecido en el proyecto o aprobado por el Ingeniero, no se permitirá el colado hasta que se apruebe la posición de los ductos y su fijación.

### IV. Concreto

La resistencia y características del concreto, serán los establecido en el diseño y/o aprobado por el Ingeniero.

La fabricación y colocación del concreto se ejecutará de acuerdo con lo establecido en la sección 602 de esta especificación.

Las cabezas o placas de concreto hidráulico serán precoladas para la distribución de los esfuerzos en los extremos del elemento empleando moldes especiales para garantizar la precisión de su geometría, teniendo especial cuidado en su fabricación, manejo y colocación. No se aceptarán las que presenten desportilladuras o cualquier otro defecto, de acuerdo con lo establecido en el proyecto o aprobado por el Ingeniero.

### V. Tensado

En los elementos postensados, el tensado inicial se hará después de que el concreto hidráulico haya adquirido el 80% de la resistencia a la compresión de proyecto ( $f'c$ ), previa verificación de que los cables se deslicen libremente dentro de los ductos. El tensado total se realizará cuando el concreto hidráulico haya adquirido la resistencia a la compresión que establezca el proyecto ( $f'c$ ). En el caso de trabes el alma estará en posición vertical y con sujeción lateral necesaria.

Las tensiones aplicadas a cada cable, correspondientes a la carga de proyecto, se verificarán con el alargamiento medido en el extremo del cable o en ambos extremos cuando se tense por los dos lados. De no satisfacerse esta correspondencia, se suspenderá el tensado en tanto que se corrijan las causas. Si las causas son ocasionadas por negligencia del Contratista de Obra, este las corregirá por su cuenta y costo; los atrasos en el programa de ejecución, que por este motivo se ocasionen, serán imputables al Contratista de Obra.

A menos que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe el Ingeniero, una vez que se haya terminado el tensado y dentro de un plazo máximo de 24 horas se llenarán los ductos inyectándolos a presión con lechada de cemento con la proporción establecida en el proyecto o aprobado por el Ingeniero. En elementos colados en el lugar, remoción de las cimbras o moldes solo podrá efectuarse después de aplicado el tensado inicial o el total, protegiendo los cables de acuerdo con lo establecido en el proyecto o aprobado por el ingeniero.

### VI. Conexiones entre elementos

Las conexiones entre elementos de las estructuras de concreto presforzado para sistemas estructurales, se ejecutarán de tal manera que cumplan con:

- Transmitir el cortante, el momento, la tensión axial y la compresión axial, según lo indique el proyecto.
- Adaptarse a todas las combinaciones de carga de diseño, incluyendo la superposición de la carga viva, la carga por viento y los efectos sísmicos, dentro de los esfuerzos y deformaciones permisibles en el elemento, en su apoyo y en el ensamble total de la conexión.

- Absorber los cambios de volumen debidos al flujo plástico, la contracción y la temperatura, sin exceder los esfuerzos y deformaciones permisibles en el elemento, su apoyo y en el ensamble total de la conexión.
- Aceptar las sobrecargas, es decir la ultima carga de diseño, de manera que no se presenten fallas en las juntas y conexiones antes de la falla principal en el elemento, a menos que, la junta se diseñe precisamente para romperse antes de presentarse dicha falla.
- Funcionar como conexión según lo establezca el proyecto, ya sea junta de expansión, de continuidad, articulada o de otro tipo, sin importar los efectos del tiempo y del ambiente previsto.
- Resistir la corrosión y el fuego de acuerdo con el proyecto, así como los giros y expansiones debidos a los incrementos de temperatura mientras el elemento esté expuesto al fuego.
- Asegurar un asiento y funcionamiento adecuado, a pesar de las desviaciones máximas permisibles acumuladas en las tolerancias de fabricación y montaje.
- Asegurar la impermeabilidad bajo condiciones de trabajo.
- Suministrar los medios mecánicos necesarios para evitar que un elemento caiga de su asiento bajo condiciones de sismo.

#### VII. Conservación de los trabajos

Es responsabilidad del Contratista de Obra la conservación de las estructuras de concreto presforzado, hasta que hayan sido recibidas por el ingeniero.

##### *603.3.3.4 Dispositivos Embebidos en el Concreto*

Los dispositivos que van embebidos en el concreto para sujeción o posicionamiento del acero de presfuerzo, serán colocados exactamente en los lugares y posiciones mostrados en los planos o aprobados por el Ingeniero.

Las fundas o camisas que van embebidas en el concreto para formar los ductos en que se alojará el acero de presfuerzo, deberán ser hechas de metales ferrosos galvanizados o de otro tipo aprobado, herméticas al mortero y colocadas con exactitud en los lugares mostrados en los planos u ordenados por el Ingeniero. Los acoplamientos de transición que conectan dichos ductos a los dispositivos de anclaje no necesitan ser galvanizados.

##### *603.3.3.5 Colocación del Acero*

Todos los elementos de acero serán colocados con exactitud en la posición que indiquen los planos y firmemente sostenidos durante el colado y fraguado del concreto.

Los ductos en los cuales se enhebran los cables pueden ser de diversos materiales, como los metálicos y plásticos. Los ductos tendrán resistencia suficiente para mantener su alineación y forma correctos durante el colado del concreto. Las uniones entre secciones de ductos serán conexiones metálicas positivas que no permitan cambios angulares en ellas. En dichas conexiones se usará cinta adhesiva a prueba de agua.

Todos los ductos o dispositivos de anclaje deberán estar provistos de tubos u otras conexiones adecuadas para la inyección de la lechada de cemento después de presforzar.

Los ductos para el acero de presfuerzo serán fijados con seguridad en su lugar para impedir que se muevan. Después de instalar los ductos en las formaletas, se mantendrán cerrados sus extremos para impedir la entrada de agua o basura.

A todos los ductos para estructuras continuas se les instalarán tubos de acceso sobre cada apoyo intermedio y en lugares adicionales que indiquen los planos. Estos tubos serán de tipo estándar y un diámetro no menor de 13 mm.

La conexión de éstos a los ductos se hará con sujetadores estructurales metálicos. Los tubos serán unidos herméticamente al mortero con la ayuda de cinta adhesiva y servirán para inyectar la lechada de cemento en los ductos. Dispondrán de medios para ser sellados después de cumplir su misión. Los extremos de estos tubos serán removidos 25 mm por debajo de la superficie, después de que la inyección de lechada haya terminado.

Las distancias de la armadura de acero a las formaletas o molde serán mantenidas por medio de tirantes, bloques, amarres, colgadores u otros soportes adecuados. Los bloques usados para impedir el contacto del acero con las formaletas serán prefabricados de mortero, de forma y dimensiones aprobadas. Las capas de elementos de acero serán separadas por bloques de mortero u otros dispositivos igualmente adecuados. Si fuera aprobado el uso de bloques de madera, se tendrá el cuidado de no dejarlos dentro del concreto.

Cuando se instale en los ductos acero de presfuerzo aceptable para postensar, después de completar la cura del concreto, se completará con la aplicación del esfuerzo y la inyección de lechada dentro de 10 días calendario después de la instalación del acero de presfuerzo. El sarro que se llegue a formar durante ese período de 10 días, no será causa para rechazar el acero. El acero de presfuerzo instalado, tensado y enlechado de esta manera, todo dentro de 10 días calendario, no requerirá el uso de anticorrosivo en el ducto después de la colocación del acero de presfuerzo. El acero de presfuerzo que sea instalado tal como se acaba de indicar, que no sea enlechado dentro de 10 días calendario, estará sujeto a todas las disposiciones de esta sección relativas a la protección contra la corrosión y al rechazo por causa de ensaramiento.

No será permitido soldar o apoyar equipo de soldar sobre las formaletas o sobre el acero del miembro, después de que el acero de presfuerzo haya sido instalado.

Los cables, grupos de cables, cables hilados paralelamente y demás elementos del acero de presfuerzo, serán enderezados a fin de asegurarles una posición adecuada dentro de las fundas, camisas o moldes que quedarán embebidos en el concreto.

Los cables serán sostenidos en su posición exacta dentro de las fundas, camisas o moldes que quedarán embebidos en el concreto por medio de espaciadores horizontales y verticales adecuados, si son requeridos.

#### *603.3.3.6 Pretensado*

Los elementos de concreto deberán estar sostenidos exactamente en su posición durante la operación de aplicación del esfuerzo por medio de las gatas. Se llevará un registro de la fuerza aplicada y del alargamiento producido. Será aceptable el colado de varias unidades en una línea continua y que, a la vez, se les aplique la tracción. Se dejará suficiente espacio entre los extremos de las unidades para facilitar el acceso y cortar después de que el concreto haya alcanzado la resistencia requerida. No se le transferirá al concreto ningún esfuerzo por adherencia, ni se soltarán los anclajes de los extremos hasta que el concreto haya alcanzado una resistencia a la compresión, comprobada por medio de pruebas con cilindros, de no menos de 27.6 MPa (aproximadamente), a menos que se haya indicado de otra manera. Los elementos de acero serán cortados o soltados en tal orden que se minimice la excentricidad lateral del presfuerzo.

#### *603.3.3.7 Colocación del Concreto*

No se iniciará la colocación del concreto en los moldes si el Ingeniero no lo ha autorizado. La colocación del concreto se efectuará después de verificar la posición del refuerzo, las cavidades embebidas, los anclajes y el acero de presfuerzo. El concreto será vibrado con mucho cuidado y de tal manera que se evite desplazar el refuerzo, los conductos o cables.

Previamente al colado del concreto, el Contratista demostrará al Ingeniero que todos los ductos están libres de obstrucciones.

#### 603.3.3.8 Curado

Será aceptable el curado al vapor como alternativa a la curación por agua. La cama de colado de toda unidad curada al vapor estará completamente encerrada por medio de un tipo adecuado de envoltura hermética para impedir el escape del vapor y, simultáneamente, aislada de la atmósfera exterior. La primera aplicación de vapor se hará de dos a cuatro horas después de colado el concreto y de que se haya completado el fraguado inicial, a menos que se hayan usado retardadores, en cuyo caso el período de espera antes de aplicar el vapor, se aumentará de 4 a 6 horas.

El vapor tendrá un 100% de humedad relativa, para evitar la pérdida de humedad y proveer ésta en suficiente cantidad para una adecuada hidratación del cemento. La aplicación del vapor no se hará directamente sobre el concreto. Durante la aplicación del vapor, la temperatura del aire en el ambiente deberá aumentar a una tasa que no exceda de 4°C por hora, hasta alcanzar una temperatura máxima de 60°C a 71°C. La temperatura máxima será sostenida hasta que el concreto haya alcanzado la resistencia deseada. Al discontinuar la aplicación del vapor, la temperatura del aire en el ambiente no deberá disminuir a una tasa que exceda de 4°C por hora, hasta que se haya alcanzado una temperatura 11°C mayor que la temperatura del aire al cual quedará expuesto el concreto.

Después de transferir postensión, los miembros presforzados serán protegidos por medio de cubiertas adecuadas o una curación por humedad, contra elevadas temperaturas o humedades ambientales durante 7 días después de colado el concreto.

Si el Contratista propone curar por otro método especial, el método y sus detalles serán sometidos a la consideración del Ingeniero, cuya aprobación previa será indispensable.

El curado para elementos construidos en obra se hará conforme a lo especificado en el artículo 602.3.12.

#### 603.3.3.9 Postensado

El tensado del acero de presfuerzo no será iniciado hasta que los resultados de los ensayos hechos en cilindros de concreto, fabricados con el mismo concreto y curado en las mismas condiciones, indiquen que el concreto del miembro que va a ser presforzado ha alcanzado una resistencia a la compresión no menor de 27.6 MPa, a menos que se haya indicado de otra manera.

Después de que todo el concreto haya alcanzado la resistencia requerida, el refuerzo a ser presforzado será sometido a los esfuerzos por medio de las gatas hasta que alcance la tensión requerida y el esfuerzo transferido a continuación a los anclajes de los extremos.

El concreto colado "in situ" no será postensado sino hasta que hayan transcurrido 10 días desde que el último concreto fuera colocado en el miembro a ser postensado y hasta que la resistencia a la compresión del mismo haya alcanzado la resistencia especificada para el concreto en el momento en que se le transfieran los esfuerzos.

Antes de proceder al postensado habrá que quitar todas las formaletas laterales ("cachetes") de las vigas maestras. La obra falsa que soporta a la losa de abajo en que se apoya la estructura, no será quitada hasta que hayan transcurrido 48 horas desde el enlechado de los tendones de postensión, ni hasta que hayan sido satisfechas todas las otras condiciones de las especificaciones. La obra falsa de apoyo será construida de tal manera que la superestructura quede libre de levantarse de la superficie de aquella y acortarse durante el postensado. El formaleteado que queda dentro de vigas maestras de cajón para soportar la losa de la vía, será diseñado de tal manera que ofrezca una resistencia mínima al acortamiento de la viga a causa de la contracción y el postensado.

El proceso de postensado será conducido en tal forma, que se pueda medir en todo momento la tensión que se está aplicando y el alargamiento de los elementos estructurales sometidos a ella. La pérdida por fricción en el elemento, o sea, la diferencia entre la tensión en la gata y la tensión mínima, será determinada de acuerdo con las "Especificaciones Estándar para Puentes de Carreteras" de la AASHTO.

Los tendones que reciben el presfuerzo en miembros continuos postensados serán tensados aplicando la tracción por medio de una gata en cada extremo. Dicha tracción en ambos extremos no necesita ser aplicada simultáneamente.

Se llevará un registro constante de las presiones marcadas por el manómetro y de los alargamientos, el cual será presentado al Ingeniero, cuya aprobación es indispensable.

#### 603.3.3.10 Adherencia al Acero

El acero de presfuerzo será adherido al concreto rellenando con lechada de cemento el espacio vacío que queda entre el ducto y el tendón.

La lechada será hecha de cemento hidráulico, agua y un aditivo expansor aprobado por el Ingeniero. El agua será potable.

No se permitirá el uso de aditivos que contengan cloruros o nitratos.

Al hacer la lechada se pondrá primero el agua en el mezclador y, a continuación, en su orden, el cemento y el aditivo.

La lechada será preparada en equipo mecánico de revoltura, de un tipo que produzca una lechada uniforme y completamente mezclada. El contenido de agua no será de más de 18.9 litros por saco de cemento. No será permitido reamasar la lechada. La lechada deberá ser continuamente revuelta mientras está siendo bombeada.

La bombeabilidad de la lechada será determinada por el Ingeniero de conformidad con el Método de Ensayo CRDC 79 del COE. El tiempo de emisión o efusión de una muestra de lechada, inmediatamente después de la revoltura, no deberá ser menor de 11 segundos.

El equipo de inyección de lechada será capaz de enlechar a una presión no menor de 0.7 MPa.

El equipo de inyección de lechada será suministrado con un manómetro que tenga un cuadrante de escala completa hasta un máximo de 2.1 MPa. El Contratista proveerá, además, equipo de lavado para uso en cualquier momento, que sea capaz de desarrollar presiones de bombeo de 1.8 MPa, y con capacidad suficiente para expulsar la lechada de cualquier ducto parcialmente inyectado.

Todos los ductos deberán estar limpios y libres de materiales deletéreos que puedan disminuir la adherencia de la lechada o interferir en los procedimientos de enlechado.

Toda lechada deberá pasar por una malla de 2 mm de abertura máxima, antes de ser introducida en la bomba.

Los tubos de inyección de lechada estarán provistos de válvulas de cierre positivas. Los tubos o troneras intermedias para inyección o eyección estarán provistos de válvulas, tapas u otros dispositivos capaces de soportar las presiones de bombeo. Estas válvulas y tapas no serán quitadas o abiertas hasta que la lechada haya fraguado.

El acero postensado deberá quedar adherido al concreto. Todo acero de presfuerzo, para lograr la adherencia con el concreto, deberá estar libre de suciedad, polvo de sarro, grasa u otras sustancias deletéreas.

Inmediatamente después de completar el colado del concreto, se soplará el conducto metálico con aire comprimido que esté desprovisto de aceite, hasta lograr despegar y remover toda cantidad de mortero que haya en dicho conducto antes de que endurezca. Aproximadamente, 24 horas después de la colada del concreto, se lavarán los conductos con agua y luego, serán despejados con aire comprimido libre de aceite.

Antes de colocar las formaletas para losas de calzadas en estructuras con vigas maestras de cajón, el Contratista demostrará al Ingeniero que todos los ductos están despejados y, si ya ha sido colocado el acero de presfuerzo, que éste está libre y no tiene ningún recubrimiento dentro del ducto.



Después de que los tendones hayan sido esforzados hasta la tensión requerida, se soplará con aire comprimido libre de aceite, cada uno de los conductos que contienen el acero de presfuerzo. Cada conducto será luego completamente rellenado de lechada a presión desde el extremo más bajo. La lechada será bombeada en el ducto y continuamente derramada en la salida del mismo hasta que no se observen más trazas de agua libre o de aire en la lechada eyectada y el tiempo de emisión de esta última no sea menor de 11 segundos. Entonces, se procederá a cerrar todos los tubos y troneras intermedios y se elevará la presión de bombeo en el extremo de inyección hasta un mínimo de 0.7 MPa, y se la sostendrá por un mínimo de 10 segundos.

Si se hubiera autorizado el uso de polvo de aluminio como aditivo expansor para la lechada, se agregará en la forma siguiente:

- Se agregará a cada saco de cemento usado en la lechada, de 2 a 4 gramos de la variedad no pulida del polvo mencionado (Aproximadamente, de 1 a 2 cucharaditas). La cantidad exacta será indicada por el Ingeniero. La dosificación por bachada de mortero o lechada será cuidadosamente pesada. Se podrá pesar en el laboratorio un cierto número de dosis, las que serán colocadas en vasitos de vidrio que serían usados durante la revoltura. El polvo de aluminio será mezclado con polvo fino de piedra pómez o con otro polvo inerte, en proporción de 1 parte de polvo de aluminio por 50 partes de polvo de pómez (u otro polvo inerte), en peso. Esta mezcla será agregada muy bien con el cemento y la arena, antes de echar el agua a la bachada, a fin de evitar que la mezcla del aditivo flote en el agua. La proporción de la mezcla de aditivo con pómez en la lechada será de no más de 0.128 Kg/saco de cemento, a menos que las Especificaciones Especiales indicaran otra. Después de que se hayan agregado todos los ingredientes, se mezclará la bachada durante 3 minutos. Las bachadas de lechada serán colocadas dentro de 45 minutos después de revueltas.

#### *603.3.3.11 Acero no Adherido*

Cuando el acero no vaya a quedar adherido al concreto, se le protegerá cuidadosamente contra la corrosión con un recubrimiento de alquitrán u otro material impermeabilizante, además de cualquier galvanización que pudiera estar especificada en adición a los requisitos de las Normas AASHTO M 203 y AASHTO M 204.

#### *603.3.3.12 Manipulación*

Se deberá tener mucho cuidado en la manipulación y movilización de miembros prefabricados de concreto presforzado. Las vigas maestras y losas prefabricadas serán transportadas en posición derecha y los puntos de soporte y las direcciones de las reacciones con respecto al miembro durante el transporte y almacenaje serán las mismas de cuando el miembro esté en su posición final en la estructura. Si el Contratista estima más conveniente transportar o almacenar unidades prefabricadas en posiciones diferentes a estas mencionadas, lo podrá hacer a su propio riesgo, después de notificar al Ingeniero su decisión de hacerlo así.

Se tomarán precauciones durante el almacenaje, izaje y manejo de las unidades prefabricadas para evitar agrietamientos o daños de cualquier tipo. Las unidades dañadas como consecuencia de almacenaje o manipulación inadecuados, serán reemplazadas por el Contratista, a sus expensas.

#### *603.3.3.13 Instalación*

Los pilotes prefabricados de concreto presforzado serán hincados de conformidad con las disposiciones correspondientes de la Sección 601 de estas especificaciones. Los demás miembros estructurales prefabricados de concreto presforzado serán instalados en la estructura de acuerdo con los planos y Especificaciones Especiales aplicables al tipo particular de estructura a ser construido.

## 603.4 MAQUINARIA, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

### 603.4.1. Equipo para Presforzar

El equipo empleado en la construcción de estructuras de concreto preforzado, debe cumplir con los requisitos de calidad especificada en el proyecto, y se debe contar con los equipos y cantidad necesaria, para producir el volumen establecido en el plan o programa de ejecución. Siendo responsabilidad del Contratista de Obra la selección de la maquinaria. Dicho equipo será mantenido en óptimas condiciones de operación durante el tiempo que dure la obra y será operado por personal calificado. Si durante la ejecución del trabajo el equipo presenta deficiencias o no produce los resultados esperados, el Ingeniero suspenderá inmediatamente los trabajos y el Contratista de Obra deberá enmendar las deficiencias, o reemplazarlo. Los atrasos en el programa de ejecución por este motivo serán imputables al Contratista.

Los equipos mínimos empleados en el presfuerzo:

a)	Gatos hidráulicos
b)	Bomba para el tensado de los cables
c)	Manómetros.
d)	Calibrador de manómetros
e)	Bomba eléctrica para la inyección de lechada
f)	Dosificadora y mezcladora de concreto
g)	Máquina para el insertado de cables
h)	Grúas sobre camión o grúas pórtico para desmolde y transporte interno de los elementos.
i)	Calderas y mangueras para el suministro de vapor en el proceso de curado acelerado de los elementos y lonas para cubrirlos.

Las gatas hidráulicas usadas para aplicar los esfuerzos a los tendones, estarán equipadas con manómetros o con celdas de carga para determinar el esfuerzo aplicado por ellas, según lo prefiera el Contratista. Si se va a usar un manómetro, deberá tener un cuadrante que pueda ser leído con exactitud, de no menos de 150 milímetros de diámetro, y cada gata, y su manómetro serán calibrados como una sola unidad, con la extensión del cilindro en la posición aproximada en que estará al aplicar el esfuerzo final, y tendrá una gráfica certificada de calibración.

Si se usa una celda de carga, debe estar calibrada y estar provista de un indicador por medio del cual se determine el presfuerzo aplicado al tendón. La gama de cargas de la celda será tal que el 10% más bajo de la capacidad tasada por el Fabricante, no sea usada en la determinación del esfuerzo aplicado por la gata.

El Contratista tomará todas las precauciones para evitar accidentes debidos a posibles rompeduras del acero de presfuerzo o zafadura de las mordazas durante el proceso de aplicación del presfuerzo.

## 603.5 ACEPTACIÓN

El acero de presfuerzo, el acero de refuerzo, los dispositivos de anclaje, los apoyos elastoméricos y el material para el concreto y la lechada, serán evaluados con base en certificados de manufactura. El Contratista entregará certificados de producción para los siguientes artículos:

- (a) Cemento Hidráulico.
- (b) Acero de Presfuerzo.
- (c) Acero de Refuerzo.

La aplicación de la lechada será evaluada visualmente y por medio de mediciones y ensayos de laboratorio sobre la calidad. Los requisitos mínimos para muestreo y ensayo están establecidos en el *cuadro 603-1*.

El concreto para los miembros prefabricados y presforzados será evaluado visualmente, con base en certificados de producción y comerciales y mediciones y ensayos de laboratorio. Ver *Cuadros 602-9 y 603-1*.

El Concreto para miembros colados y postensados en el sitio, será evaluado según lo prescrito en la *Sección-602*.

La construcción de miembros de concreto prefabricado y presforzado y el de los miembros colados y postensados en el sitio, será evaluada visualmente y mediante mediciones y ensayos de laboratorio.

El acero de refuerzo será evaluado de acuerdo con la *Sección-604*. La obra falsa y las formaletas serán evaluadas bajo la *Sección-602*.

**Cuadro 603-1**  
**Muestreo y Ensayes**

Material o producto	Propiedad o característica	Metodo de Ensaye o Especificaciones	Frecuencia	Lugar del Muestreo
Concreto Presforzado	Hechura de los Especímenes de Prueba	AASHTO T 23	Ademas de los cilindros de ensaye requeridos para determinar la resistencia a los 28 días, se deberá moldear 2 cilindros testigos por cada miembro de concreto <sup>(2)</sup>	Chorro de descarga en el lugar de colocación (1)
	Resistencia a la Compresión	AASHTO T 22		
Lechada	Flujo de la mezcla de la lechada	FLHT 502	Para cada mezcla	En cada fuente

(1) Curar los cilindros testigos para resistencia con el miembro de concreto que representan.

(2) Muestrear de acuerdo con AASHTO T 141 excepto que no serán requeridas muestras compuestas.

### 603.6 MÉTODO DE MEDICIÓN

La cantidad a ser medida con fines de pago será el número real de miembros estructurales prefabricados de concreto presforzado, exceptuando pilotes, de los varios tipos y tamaños, instalados en su lugar. Cada miembro incluirá el concreto, el acero de refuerzo y el de presfuerzo, fundas, camisas y moldes embebidos en el concreto como medios de aplicación del presfuerzo, anclajes, planchas, tuercas y todo otro material contenido dentro o fijado exteriormente a la unidad.

Los pilotes serán medidos de acuerdo con la *Sección-601*. La medición para pago por Suma Global se hará de acuerdo con la *División I*.

Las cantidades de otro tipo de obras que formen parte de la estructura completa y aceptada, serán medidas con fines de pago de la manera prescrita en estas especificaciones para los varios conceptos de pago involucrados.

### 603.7 BASES PARA EL PAGO

#### Elementos Estructurales

La cantidad, determinada de acuerdo con las disposiciones que anteceden, será pagada al precio de Contrato por unidad de medida o por Suma Global, según los conceptos de pago listados a continuación que figuren en el Pliego de Licitación, precio y pago que constituirán compensación total por el trabajo prescrito en esta sección, exceptuando los pilotes de concreto, que serán pagados según lo estipulado en la Sección-601 de estas especificaciones.

El costo de elemento estructural pretensado y postensado, se pagará por unidad, incluyendo suministro de materiales, fabricación, equipos, transporte e instalación.

#### ■ Otras Obras

Las cantidades de otras obras consideradas en el contrato que formen parte de la estructura completa y aceptada, serán pagadas a los precios unitarios de contrato para los varios conceptos de pago involucrados. (Ver División I).

Los pagos serán efectuados de acuerdo con los siguientes conceptos:

Ítem	Concepto de Pago	Unidad de Medida
603.1	Elemento de Concreto Estructural Pretensado	Unidad
603.2	Elemento de Concreto Estructural Pretensado	Unidad

## SECCIÓN 604 ACERO DE REFUERZO

### 604.1 DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en el suministro y colocación de acero de refuerzo de acuerdo con estas especificaciones y en conformidad sustancial con los planos.

El acero de refuerzo es el conjunto o grupo de varillas de acero, las cuales son utilizadas para tomar los esfuerzos internos de tensión que se generan para la aplicación de cargas, contracción por fraguado y cambios de temperatura, en una estructura de concreto hidráulico.

Los tipos de acero a los que hace mención esta sección son los de grado, 40, 50, 60 y 75, de conformidad a las especificaciones AASHTO M 31, M 42, M 53, M 54, M 55, M 221 y las ASTM A 615, A 705, A 955, A 497.

### 604.2 MATERIALES

El acero de refuerzo llenará los requisitos del Artículo-1009.1.

### **604.3 REQUISITOS DE LA CONSTRUCCIÓN**

#### **604.3.1 Listas para Pedidos del Material.**

Antes de ordenar material, el Contratista someterá a la aprobación del Ingeniero todas las listas de la orden y diagramas de dobladura. Los materiales no podrán ser ordenados mientras el Ingeniero no haya aprobado las listas y diagramas citados; sin embargo, la aprobación de éstas, en modo alguno releva al Contratista de su responsabilidad por su exactitud. Los cambios en los materiales suministrados de acuerdo con dichas listas y diagramas, con el objeto de cumplir con lo requerido en los dibujos de diseño, serán por cuenta del Contratista.

#### **604.3.2 Protección de los Materiales**

##### *(a) Varios*

El acero de refuerzo deberá ser protegido constantemente contra daños resultantes de su almacenaje sobre bloques, rejillas o plataformas. Antes de colar el concreto, el acero de refuerzo que va a quedar embebido en el concreto deberá estar libre de costras de sarro, tierra, lodo, escamas sueltas, pintura, aceite y de toda otra sustancia extraña.

##### *(b) Acero de Refuerzo Recubierto con Epóxico*

Las varillas recubiertas deberán ser soportadas sobre áreas de contacto acolchonadas. Se deberán acolchonar todas las bandas en paquete. Para el izaje se usará un respaldo fuerte con soportes múltiples o un puente de plataforma. Se debe evitar el desgaste de varilla contra varilla. No se deberá dejar caer o arrastrar los paquetes de varillas.

Antes de su colocación, se deberá inspeccionar las varillas recubiertas para ver si no está dañado el recubrimiento. Se parchará todos los defectos en el recubrimiento visibles al ojo desnudo por medio de un material adecuado para parchado y reparación de acuerdo con AASHTO M 284 M. Se limpiarán las áreas a ser parchadas removiendo todos los contaminantes superficiales y recubrimiento dañado. El área a ser parchada deberá ser raspada antes de aplicar el material de parchar. Cuando haya sarro, quitar por medio de chorro de arena o herramienta a motor limpiando inmediatamente antes de aplicar el material de parchar.

Con toda prontitud, reparar la varilla de acuerdo con las recomendaciones del Fabricante de la resina, antes de que ocurra una oxidación perjudicial. El material de parchar deberá ser traslapado con la cobertura original en 50 mm o lo que recomiende el Fabricante. Se debe cubrir con una película seca de no menos de 200 micrones de espesor sobre las áreas parchadas.

Se deberán tomar las medidas necesarias para minimizar los daños al recubrimiento epóxico de las varillas instaladas. Todo daño en el recubrimiento observado posterior a la instalación será limpiado y parchado según la descripción anterior.

Las reparaciones de campo en las varillas cuyo recubrimiento haya sido seriamente dañado no serán permitidas; tales varillas deberán ser reemplazadas. Se considera que un recubrimiento está seriamente dañado cuando el recubrimiento con un área total dañada en cualquier longitud de 50 cm de varilla, excede al 5% del área superficial de esa porción de la varilla. Los empalmes mecánicos se recubrirán después de su instalación de acuerdo con AASHTO M 284 M para el parcheo de recubrimientos epóxicos dañados.

##### *c) Condiciones de la Superficie del Refuerzo*

En el momento que es colocado el concreto, el refuerzo debe estar libre de polvo, aceite u otros recubrimientos no metálicos que reduzcan la adherencia.

Se permiten los recubrimientos epóxicos de barras que cumplan con las normas citadas en el Numeral b) previo.

El refuerzo, excepto el acero de preesforzado, con óxido, escamas o una combinación de ambos, debe considerarse satisfactoria si las dimensiones mínimas (incluyendo la altura de los resaltes del corrugado) y el peso de una muestra

limpiada utilizando un cepillo de alambre de acero, cumple con las especificaciones ASTM aplicables *ASTM A 615M*, *ASTM A 706M*, *ASTM 996M*.

El acero de preesforzado debe estar limpio y libre de óxido excesivo, aceite, mugre, escamas y picaduras. Es permitida una oxidación ligera.

### 604.3.3 Dobladura

Cuando sea requerido el uso de varillas dobladas, las varillas de refuerzo serán dobladas en frío y de acuerdo con los procedimientos recomendados por el CRSI, a menos que los planos y especificaciones lo indicaran de otra manera. Las varillas que vayan a quedar parcialmente embebidas en el concreto no serán dobladas, a menos que lo indiquen los planos o lo autorice el Ingeniero. El corte y dobladura serán encargados a armadores calificados provistos de las herramientas adecuadas para tales trabajos.

Las probetas de varillas con números de designación de 2,5 a 12, se doblarán alrededor de un mandril, sin agrietarse en la parte exterior de la zona doblada, de acuerdo con los requisitos de doblado indicados a continuación:

Números de designación de las varillas	A 180 grados		A 90 grados
	Grado 30	Grado 42	Grado 52
2,5	D = 4d	D = 4d	D = 5d
3	D = 4d	D = 4d	D = 5d
4	D = 4d	D = 4d	D = 5d
5	D = 4d	D = 4d	D = 5d
6	D = 5d	D = 5d	D = 6d
7	D = 5d	D = 6d	D = 7d
8	D = 5d	D = 6d	D = 7d
9	D = 5d	D = 8d	D = 8d
10	D = 5d	D = 8d	D = 8d
11	D = 5d	D = 8d	D = 8d
12	D = 5d	D = 8d	D = 8d

*D = diámetro del mandril; d = diámetro nominal de la varilla*

### 604.3.4 Colocación y Amarre

En losas de puentes y viaductos el acero de refuerzo será amarrado en intersecciones alternas, a menos que con este sistema los amarres queden espaciados a más de 30 centímetros, en cuyo caso, se amarrarán todas las intersecciones. Los dispositivos de apoyo para el acero de refuerzo no quedarán espaciados a más de 1.20 metros, transversal o longitudinalmente. La colocación del acero de refuerzo en calzadas no se apartará más de + 6.35 mm en dirección vertical, de la posición mostrada en los planos. No se podrá colar el concreto en ningún miembro de la estructura hasta que la colocación del refuerzo haya sido aprobada. Para este propósito, el Contratista notificará al Ingeniero al inicio propuesto de las operaciones de colado y cuando la armadura esté lista para inspección (con no menos de 48 horas de anticipación, o más si el tamaño de la estructura fuera muy grande).

No serán permitidos los traslapes a menos que estén mostrados en los planos o los autorice el Ingeniero. Las longitudes de los traslapes serán las indicadas en los planos o en las Especificaciones Especiales.

No se permitirá soldar el acero de refuerzo, a menos que así lo muestren los planos o lo autorice el Ingeniero. Toda soldadura llenará los requisitos de las “Especificaciones Estándar para Puentes de Carreteras” de la AASHTO.

No se usarán soportes de metal que se extiendan hasta la superficie. No será permitida la colocación de varillas en capas de concreto recién colado ni el ajuste de varillas mientras progresan las operaciones de colado.

Las varillas principales del refuerzo, que soportan determinados esfuerzos, serán traslapadas únicamente donde lo muestren los planos o dibujos de taller aprobados.

El mínimo espaciamiento de varillas paralelas de centro a centro, será 2.5 veces el diámetro de dichas varillas, pero en ningún caso la distancia libre entre varillas podrá ser menor de 2.5 veces el tamaño máximo del agregado grueso usado en el concreto.

Los paquetes de varillas serán amarrados a no más de 1.80 metros entre centros. Todo refuerzo tendrá un recubrimiento de 5 centímetros, a menos que los planos indiquen otro.

### **604.3.5 Transporte y almacenamiento**

Con el propósito de evitar el deterioro de las varillas de acero antes de su utilización en la obra, se tendrá cuidado en su transporte y almacenamiento, atendiendo lo siguiente:

- Las varillas de acero serán almacenadas y transportadas de tal manera que no estén en contacto directo con superficies húmedas.
- Las varillas de acero permanecerán libres de polvo, oxido, pintura, aceite u otros materiales contaminantes.
- El acero para refuerzo se almacenará de acuerdo con su diámetro.
- Las varillas de acero estarán claramente etiquetadas, indicando como mínimo su grado de fluencia y diámetro.

### **604.4 MAQUINARIA, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS**

Sera responsabilidad del Contratista de Obra la selección de la maquinaria La Maquinaria, Equipos y Herramientas que deben cumplir con los requisitos de calidad especificada en el proyecto, y debe contar con la cantidad necesaria, para producir el volumen establecido en el plan o programa de ejecución. Dicho equipo será mantenido en óptimas condiciones de operación durante el tiempo que dure la obra y será operado por personal calificado. Si durante la ejecución del trabajo el equipo presenta deficiencias o no produce los resultados esperados, el Ingeniero suspenderá inmediatamente los trabajos y el Contratista de Obra deberá enmendar las deficiencias, o reemplazarlo. Los atrasos en el programa de ejecución por este motivo serán imputables al Contratista.

### **604.5 ACEPTACIÓN**

El acero de refuerzo y el material para recubrimiento epóxico serán evaluados visualmente y mediante certificados de producción y comerciales. Cada embarque de acero de refuerzo deberá ir acompañado de un certificado de producción *Artículo-102.21*.

La colocación del acero de refuerzo será evaluada visualmente y por medio de mediciones y ensayos *Artículo-102.21*.

### **604.6 MÉTODO DE MEDICIÓN**

El acero de refuerzo debidamente colocado de acuerdo con estas especificaciones y aprobado por el Ingeniero será medido en kilogramos de acero real y satisfactoriamente colocado. Esta medición se hará con base en las dimensiones nominales de las barras, sus largos netos (excluyendo empalmes) y de acuerdo con los pesos nominales que aparecen en la designación AASHTO M 31 para barras N°3 a la N°18 inclusive. Para las barras N°2 (1/4”) se utilizará un peso de 0.248 kg/m.

La cantidad de acero de refuerzo a ser pagada será la cantidad que figure en el Pliego de Licitación, a menos que se hagan cambios en el diseño que afecten a esa cantidad, en cuyo caso se ajustará la cantidad del Pliego de Licitación en la cantidad correspondiente al cambio.

Si el Pliego de Licitación considera el pago del acero de refuerzo mediante una Suma Global, no se medirá el acero colocado para los fines de pago. No se medirán ni se hará pago por traslapes introducidos por conveniencia del Contratista.

Si los tamaños de barra son sustituidos a solicitud del Contratista y dan como resultado que sea más el acero utilizado que el especificado, sólo será incluida en la medida del pago la cantidad especificada en planos.

Cuando no existe un renglón específico de acero de refuerzo incluido en el contrato, el acero de refuerzo requerido debe ser considerado como una obligación subsidiaria del Contratista, con su costo incluido en el precio de los renglones de concreto, y no será realizada ninguna medida para el pago por separado.

El acero de refuerzo que se requiera para el pavimento de Concreto Hidráulico, siempre será una obligación subsidiaria del Contratista.

Cuando no se provean renglones separados para el pago de acero de refuerzo y acero de refuerzo con revestimiento epóxico, cualquier acero de refuerzo con revestimiento epóxico requerido en los planos será medido para su pago bajo las mismas condiciones que el acero de refuerzo no revestido.

El acero utilizado para atar, sujetar, sostener, ubicar o separar el acero de las formaletas, de otras barras o de cualquier otra pieza, no será sujeto a pago. El acero de refuerzo con revestimiento epóxico se medirá bajo las disposiciones descritas para el acero de refuerzo.

El acero de refuerzo de preesfuerzo no se medirá para el pago. El costo de este material se incluirá en el costo unitario de las unidades preesforzadas respectivas.

#### **604.7 BASES PARA EL PAGO**

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, precio y pago que serán compensación total por el trabajo prescrito en esta sección.

No se pagará adicionalmente por los traslapes, las grampas, alambre, silletas de apoyo, colgadores u otros materiales o dispositivos usados para amarrar y fijar el refuerzo en su lugar.

Los pagos serán hechos de acuerdo con los siguientes conceptos y unidades:

Item	Concepto de Pago	Unidad de Medida
604.1	Acero de Refuerzo Grado	Kilogramo
604.2	Acero de Refuerzo Grado	Kilogramo
604.3	Acero de Refuerzo Grado	Kilogramo
604.4	Acero de Refuerzo Grado	Kilogramo
604.5	Acero de Refuerzo	Suma Global



## **SECCIÓN 605**

### **ESTRUCTURAS DE ACERO**

#### **605.1 DESCRIPCIÓN**

Este trabajo consiste en la construcción de estructuras de acero de conformidad con las líneas, niveles y dimensiones mostrados en los planos constructivos o establecidos por el Ingeniero.

El trabajo incluirá el suministro, la fabricación, instalación en el sitio, y la pintura de acuerdo a estas Especificaciones o notas Especiales mostradas en los planos.

Las estructuras de acero tales como: perfiles laminado, remaches, pernos de fijación, soldadura, piezas especiales y de aleaciones electrodos, forjadas y piezas de acero fundido.

El Contratista también incluirá toda construcción metálica imprevista que no aparezca considerada en planos de alguna otra forma y sea necesaria para completar la estructura.

El acero estructural es el producto de la aleación de hierro, carbono y pequeñas cantidades de otros elementos tales como; silicio, fosforo, azufre y oxígeno, que le aportan características específicas. El acero laminado en caliente, fabricado con fines estructurales, se denomina como acero estructural al carbono, con límite de fluencia de doscientos (250) MPa (2,549 kg/cm<sup>2</sup>).

#### **605.2 MATERIALES**

##### **605.2.1 Requisitos**

Los materiales deberán satisfacer los requisitos estipulados en los siguientes artículos:

Acero Estructural	Artículo-1016.1
Pernos y Tuercas	Artículo 1016.1d
Pernos de Alta Resistencia a la Tensión	Artículo 1016.2
Piezas Forjadas.	Artículo 1016.3
Pasadores y Rodillos	Artículo 1016.4
Piezas Fundidas	Artículo 1016.5
Pisos de Rejillas de Acero.	Artículo 1016.6.1
Tubería de Acero	Artículo 1016.7
Metal Galvanizado.	Artículo 1016.8
Placas de Plomo	Artículo 1016.9
Conectores de Pernos Soldados para Cortante	Artículo 1016.10
Almohadillas Elastoméricas de Apoyo.	Artículo 1016.11
Aleación de Aluminio Estructura	Artículo 1016.12
Materiales de Aleación de Aluminio para Barandas de Puentes	Artículo 1016.14
Pernos y Tuercas de Aleación de Aluminio.	Artículo 1016.15
Alambre de Soldadura de Aleación de Aluminio	Artículo 1016.13
Pintura para Estructuras de Acero	Artículo 1008.4

### 605.2.2 Inspección en la Fábrica

El Contratista deberá informar al Ingeniero, con suficiente anticipación, cuándo comenzará el trabajo en la fábrica o taller, a fin de efectuar la necesaria inspección. No se deberá iniciar la fabricación de ningún material, ni se hará trabajo alguno en el taller, antes de que el Ingeniero haya sido debidamente notificado y éste haya hecho la inspección correspondiente y autorizado por escrito el inicio. Cuando esta inspección tenga que ser hecha en el extranjero, el Contratante exigirá Certificación de Calidad de una organización de prestigio. (De la ISO, por ejemplo).

Por “Fábrica” se entenderá cualquier taller de laminación o taller de fundición donde se manufacture el material para el trabajo. Ningún material se fabricará ni se hará ningún trabajo en el taller, sin que el Ingeniero haya sido notificado.

El Contratista dará todas las facilidades para la inspección del material y del trabajo en la fábrica o taller y los inspectores tendrán libre acceso a todas las partes necesarias para el trabajo.

El Ingeniero tendrá autoridad para rechazar cualquier material o trabajo que no llene los requisitos de los planos o de estas especificaciones. En caso de desacuerdo el Contratista podrá apelar por escrito a la instancia superior correspondiente, cuya decisión será final.

El Contratista deberá entregar al Ingeniero, antes de la erección de la estructura, una lista completa de todo el material transportado al sitio de la obra. De ser necesario y práctico, el trabajo terminado se pesará en presencia del Ingeniero.

Cada miembro se pintará o marcará con una marca de erección para su identificación y se suministrará un diagrama de erección con las marcas respectivas indicadas en él.

Pernos y remaches de un mismo largo y diámetro, así como tuercas sueltas y arandelas de cada tamaño, se empaquetarán por separado.

Pasadores, partes pequeñas y paquetes de pernos, remaches, arandelas y tuercas se enviarán en cajas, cajones, cubetas o barriles de tamaño conveniente.

La lista y descripción del material que cada bulto contiene debe estar claramente señalada en la *cara exterior de cada uno*.

El Contratista deberá entregar al Ingeniero el número de copias de pedidos a la fábrica que el Ingeniero ordene.

### 605.2.3 Fabricación

Estas especificaciones serán aplicables a construcciones remachadas, empernadas y soldadas. Sin embargo, el Contratista podrá, con la aprobación del Ingeniero, sustituir los remaches indicados en una conexión con pernos de acero de alta resistencia a la tensión.

La ejecución y el acabado deberán estar de acuerdo con la mejor práctica seguida generalmente en los talleres modernos especializados en puentes. Las partes de la obra que vayan a quedar expuestas a la vista deberán ser acabadas nítidamente. El cizallamiento, el cortado a la llama y el cincelado deberán ser realizados con cuidado y exactitud.

El material estructural, sea en bruto o fabricado, deberá ser almacenado sobre plataformas, polines u otros soportes, elevados del terreno natural y deben ser conservados libres de suciedad, grasa o cualquier otra materia extraña. también deben ser protegidos, hasta donde sea posible, contra la erosión.

El material laminado, antes de ser colocado o trabajado, deberá estar recto. Si fuera necesario enderezarlo, se hará por métodos que no dañen el metal. Los lazos y dobleces agudos serán causa de rechazo del material.

El acero podrá ser cortado a la llama, con tal de que se obtenga una superficie lisa, libre de grietas y muescas, y a

condición de obtener un perfil exacto con el empleo de una guía mecánica. El corte a la llama, hecho a mano, será empleado únicamente cuando sea aprobado por el Ingeniero. La llama cortadora deberá ser ajustada y manipulada de modo que se evite cortar más allá de las líneas prescritas. No serán aceptadas las piezas que tengan grietas con profundidades de más de 4.8 mm.

Las superficies cortadas a la llama deberán satisfacer el valor de clasificación de ANSI, relativa a la aspereza de la superficie, de 1,000 para material de 100 mm o menos de espesor, y de 2,000, para material de más de 100 mm de espesor.

Todas las esquinas de los bordes cortados al oxígeno, de miembros que soporten esfuerzos principales, exceptuando los atesadores de apoyos y almas de vigas maestras, deberán tener un radio de 1.6 mm o una superficie plana equivalente a un ángulo apropiado. Todas las esquinas de bordes cortados al oxígeno o cizallados que van a ser pintados, deberán estar recientemente redondeados para que retengan la pintura.

Los cortes entrantes deberán ser achaflanados hasta un radio no menor de 19 mm. Las muescas ocasionales, grietas y asperezas de la superficie que no excedan una profundidad de 4.8 mm y que hayan sido cortadas satisfactoriamente, podrán ser eliminadas por medio de cepillado o esmerilado.

Para muescas o cortes de gubia ocasionales, con profundidades menores de 9.5 mm y en tipos de acero considerados como soldables en la Norma D1.1 del "Código de Soldadura Estructural" de la AWS, los defectos en bordes cortados a la llama no podrán ser reparados con soldadura, a menos que expresamente lo apruebe el Ingeniero.

Esta clase de reparaciones deberán ser hechas preparando debidamente el sector del defecto, soldándolo con electrodos de bajo contenido de hidrógeno que no excedan en diámetro de 4 mm, observando los requisitos aplicables según el Artículo 605.3.4 y esmerilando la soldadura terminada hasta dejarla lisa y al ras con la superficie contigua para conseguir un acabado bien hecho. Las correcciones de los defectos deberán ser perfiladas con las superficies de los cortes según un bisel de 1 a 6 ó menos.

Se deberá hacer, por lo menos, una prueba de doblado en los bordes cortados a la llama, para calificar los procedimientos y la calidad de ejecución, para cada grado de acero usado en los miembros principales, en el mayor espesor de cada grado a ser cortado a la llama en los bordes acabados, en la manufactura, fabricación o montaje considerados en todo contrato.

El espécimen para la prueba de doblado deberá ser cortado a la llama mientras el material esté a la temperatura más baja a la cual el material requerido en el Contrato será cortado a la llama. El material sometido a la prueba de doblado deberá llenar los requisitos de las propiedades de dobladura de las especificaciones que regulan el material al ser doblado con la superficie cortada a la llama al lado externo del doblez.

El ancho y espesor del espécimen sometido a la prueba de doblado deberán ser iguales al espesor del material, excepto que, para material de más de 38.10 mm de grueso o diámetro, el espesor de la muestra podrá ser de 19.05 mm ó más. Las esquinas de la muestra podrán ser redondeadas hasta un radio no mayor de  $l/16$  del ancho del espécimen sometido a la prueba.

Cuando el espécimen no cumpla los requisitos pertinentes de la prueba de doblado, se deberán hacer pruebas adicionales con material cortado mediante un procedimiento diferente, o a temperaturas más altas del material, hasta que se determine una temperatura mínima de precalentamiento a la cual el espécimen cortado a la llama llene los requisitos de la prueba para el procedimiento puesto en práctica. En vez de ser precalentados, los bordes cortados a la llama deberán ser eliminados hasta una profundidad de por lo menos 3.18 mm, por medio de fresado o esmerilado.

En el caso de cortado a la llama a máquina, los bordes podrán ser ablandados a la llama a máquina después del corte, ya sea calentando uniforme y progresivamente el borde cortado, hasta llegar al color rojo, visible a la luz usual del taller (621°C a 677°C.), hasta una profundidad de por lo menos, 1.6 mm o por medio de un soplete de post calentamiento, adherido al soplete cortador y siguiéndolo, con las boquillas, presión de gas, velocidad de recorrido y la distancia del soplete post calentador a la ranura regulada de conformidad con el espesor del acero.

Las pruebas al doblado de especímenes cortados y ablandados a la llama deberán satisfacer los requisitos de las especificaciones básicas para el material del grueso cortado.

#### 605.2.4 Acabado y Perfilado

Las piezas acabadas deberán ser exactas en todas sus líneas y estar exentas de torceduras, dobladuras y juntas abiertas.

##### a) Cepillado de los Bordes

Los bordes cizallados de planchas de espesores mayores de 15.9 mm y que soporten esfuerzos calculados, deberán ser cepillados hasta una profundidad de 6.35 mm.

Los cortes entrantes deberán ser fileteados antes del corte.

##### b) Tratamiento de las Caras de la Superficies de Apoyo

El acabado de las superficies de planchas de apoyo y de la base y de otras superficies de soporte que tengan que entrar en contacto entre sí o con concreto, deberán satisfacer los requisitos sobre aspereza de superficies del ANSI definidos en la Norma ANSI B46.1-47 "Aspereza de superficie, ondulación y torcido", *Parte I*:

Concepto de pago	Especificación
Losas de Acero	ANSI 2000
Planchas Pesadas en Contacto en Zapatas a ser Soldadas.	ANSI 1000
Extremos laminados de miembros a compresión, atiesadores y rellenadores.	ANSI 500
Rodillos y Balancines para Puentes	ANSI 250
Pasadores y Agujeros para Pasadores	ANSI 125
Apoyos deslizantes	ANSI 125

##### c) Juntas a Tope

Las juntas a tope en miembros a compresión y en patines de vigas maestras y miembros en tensión, deberán ser cepilladas cuando esté especificado y las caras en contacto, uniformadas en su apoyo. Cuando las juntas no sean cepilladas, la abertura no deberá exceder de 6.35 mm.

##### d) Angulares de Conexión en los Extremos

Las vigas de piso, vigas longitudinales y vigas maestras que tengan angulares conectores en los extremos, deberán ser construidas a la longitud del plano, considerando los angulares de conexión colocados respaldo con respaldo con una tolerancia permisible de 0 mm, a menos de 1.6 mm. Si las conexiones de los extremos son cepilladas, el espesor acabado de los angulares no deberá ser menor que el mostrado en los dibujos de detalles y en ningún caso, menor de 9.5mm.

##### e) Barras Trenzadas

Los extremos de las barras trenzadas deberán ser nítidamente redondeados, a menos que se haya exigido de otra manera.

##### f) Almas de Vigas (Remachadas o Empernadas)

En vigas maestras que no tengan cubreplacas y que no vayan a quedar embebidas en concreto, el borde superior del alma no deberá extenderse más arriba de las partes traseras de los angulares que forman el patín y no quedarán a más de 3.2 mm por debajo en ningún punto. Cualquier parte del alma que se extienda más allá de los angulares

deberá ser emparejada con los respaldos de los angulares. Las almas de vigas maestras que tengan cubreplacas, no podrán tener un ancho de más de 13 mm menor que la distancia entre los respaldos de los angulares que forman el patín.

Los empalmes en las almas de vigas maestras sin cubreplacas deberán ser sellados en la parte de arriba con pasta de minio antes de aplicarles la pintura. En tales empalmes, el espacio libre entre los extremos de las planchas de alma, no deberá exceder de 9.5mm. El espacio libre entre los extremos de arriba y abajo de las placas de empalme del alma de las vigas, no deberá exceder a 6.4 mm.

*g) Planchas Dobladadas*

Las planchas de acero laminado, dobladas en frío, que soportan cargas, deberán llenar los siguientes requisitos:

Deberán ser tomadas de la plancha madre en tal forma que la línea de dobladura quede en ángulo recto con la dirección del laminado.

El radio de los dobladuras será tal que no ocurran rajaduras en las planchas. Los radios mínimos de dobladura, medidos en la cara cóncava del metal, serán los indicados en el siguiente cuadro:

**CUADRO 605-1**  
**Radios Mínimos para Dobladura**

Grueso de la Plancha - (t) (mm)	Radio del Doblez <sup>(1)</sup>
< 13	2(t)
Más de 13 a 25	2.5(t)
Más de 25 a 38	3(t)
Más de 38 a 64	3.5(t)
Más de 64 a 102	4(t)

(1) Radios para doblar todos los grados de acero estructural en estas especificaciones.

**NOTAS:**

Los aceros de aleación pobre en gruesos de más de 13 mm pueden requerir dobladura en caliente para radios pequeños.

La tolerancia para “salto atrás” de los aceros A 514 y A 517 debería ser de aproximadamente 3 veces la del acero estructural al carbón. Para la formación con prensa de freno, la luz del troquel inferior debería ser, por lo menos, 16 veces el grueso de la plancha. Los golpes múltiples son recomendables.

Si es esencial un radio más corto, las planchas deberán ser dobladas en caliente, a una temperatura no mayor que 649°C, excepto para los aceros A 514/A 517. Si las planchas o perfiles de acero A 514/A 517 se doblaran a una temperatura mayor de 607°C tendrán que ser re apagadas y templadas de acuerdo con la práctica de la fábrica que las produce. Las planchas dobladas en caliente deberán cumplir con el requisito estipulado

Antes de ser dobladas, las esquinas de cada placa deberán ser redondeadas hasta un radio de 1.6 mm en toda aquella parte de la placa que afectará la dobladura.

#### *h) Ajuste de los Atiesadores*

Los atiesadores de los extremos de las vigas maestras y los destinados a soportar cargas concentradas, deberán tener un apoyo completo sobre los patines (en las áreas a compresión de éstos, que hayan sido fresadas, esmeriladas, o sobre acero soldable, soldados en la forma que indiquen los planos o esté especificada), a los cuales transmiten la carga o de los cuales la reciben.

Los atiesadores que no estén diseñados para soportar cargas concentradas deberán, a menos que esté indicado o especificado de otra manera, quedar lo suficientemente ajustados para no dejar penetrar el agua después de haber sido pintados. Los rellenos colocados debajo de los atiesadores deberán quedar ajustados dentro de una tolerancia de 6.35 mm en cada extremo.

Se permitirá la soldadura en vez del fresado o esmerilado si está anotado en los planos o en las CEC. No se permitirá la soldadura de ménsulas, sujetadores, placas de refuerzo, atiesadores y otros accesorios a miembros o partes de la estructura que estén sujetos a esfuerzos de tensión, a menos que el esfuerzo máximo en el punto de vinculación no exceda del 75% de la tensión máxima admisible. Esta restricción no se aplicará a los patines en compresión, en lugares donde solamente se soldarán atiesadores, espárragos o conectores para cortantes soldados a filete.

#### *i) Barras de Ojo*

Los agujeros para los pasadores podrán ser cortados a la llama, con un diámetro por lo menos 50 mm menor que el diámetro terminado del pasador. Todas las barras de ojo que vayan a ser colocadas lado a lado en la estructura deberán ser afianzadas fuertemente unas con otras en el orden en que serán colocadas en el pasador, y taladradas en ambos extremos mientras están así sujetas. Las barras de ojo deberán ser empacadas y contramarcadas para su embarque y montaje.

Las marcas de identificación deberán ser estampadas con plantillas de letras (estarcido o stencil) de acero, a la orilla de una de las cabezas de cada miembro, después de que la fabricación haya quedado completa, en forma tal que sean visibles cuando las barras sean enchufadas en su lugar en la estructura.

Las barras de ojo deberán ser rectas y libres de torceduras, y los agujeros para los pasadores deberán estar situados con exactitud en la línea central de la barra.

La inclinación de las barras con relación al plano de la armadura no deberá exceder de 5.2 mm por metro.

Los bordes de las barras de ojo que quedan entre la línea central transversal de los agujeros de sus pasadores, deberán ser cortados simultáneamente con dos sopletes operados mecánicamente, a la par uno del otro, guiados por una plantilla maciza, con el objeto de evitar la distorsión de las planchas.

#### *j) Destemple y Alivio de Esfuerzos*

A aquellos miembros estructurales que, según el Contrato, haya que recocer o normalizar, se les dará el acabado a máquina, taladrado y enderezado después de haber sido tratados térmicamente. La normalización y recocido (recocido completo) deberán llenar los requisitos de la Norma ASTM E 44. Las temperaturas serán mantenidas uniformemente en todo el horno durante el calentamiento y el enfriamiento, de manera que la temperatura en dos puntos cualquiera de la pieza no difiera en más de 38°C en cualquier momento.

Los miembros hechos de aceros A514/ A517 no deberán ser recocidos ni normalizados y se los someterá al proceso de alivio de esfuerzos únicamente con la aprobación del Ingeniero.

En cada jornada se llevará un registro de la carga con identificación de las piezas incluidas y las temperaturas y secuencias efectivamente usadas. Para este proceso se deberán proveer los instrumentos apropiados, incluyendo pirómetros registradores, con el objeto de poder determinar en todo momento las temperaturas de las piezas que están dentro del horno. Los registros de la operación del tratamiento térmico deberán estar disponibles para revisión del Ingeniero, cuya aprobación será indispensable.

A piezas tales como zapatas de apoyo para puentes, pedestales u otras que son armadas soldando secciones de planchas unas con otras, se les aliviarán los esfuerzos de acuerdo con las disposiciones pertinentes si así lo requieren los planos, especificaciones o CEC que rigen en el Contrato.

k) *Ensayos*

Cuando el Contrato exija ensayos en tamaño natural de piezas estructurales fabricadas o de barras de ojo, los planos o las especificaciones estipularán el número y la naturaleza de los ensayos, los resultados a ser alcanzados y las medidas de resistencia, deformación y otros comportamientos que haya que llevar a cabo.

El Contratista deberá proveer equipos adecuados y el material, supervisión y mano de obra necesarios para llevar a cabo y registrar los resultados de los ensayos. Las piezas ensayadas de acuerdo con el Contrato serán pagadas en la forma que indica el Artículo 605.7. El costo de los ensayos, incluyendo el equipo, manipulación, supervisión, mano de obra e imprevistos para efectuarlas, será considerado como ya incluido en el precio por la fabricación, o fabricación y montaje del acero estructural, de acuerdo con el concepto aplicable del Contrato, a menos que estuviera especificado de otra manera.

### **605.2.5 Pasadores y Rodillos**

Estas piezas deberán ser torneadas exactamente ajustadas a las dimensiones mostradas en los planos y deberán ser rectas, lisas y libres de imperfecciones. Los pasadores y rodillos, de diámetro mayor de 228.6 mm, deberán ser forjados y recocidos. Los pasadores y rodillos con diámetro de 228.6 mm o menos, podrán ser forjados y recocidos, o hechos de ejes de acero al carbón terminado en frío.

En los pasadores mayores de 228.6 mm de diámetro, se deberá taladrar un agujero no menor de 50 mm de diámetro a lo largo del eje, después de que la pieza forjada se haya enfriado a una temperatura inferior al margen crítico de variación, bajo condiciones adecuadas, a fin de prevenir daños causados por un enfriamiento rápido y antes de proceder al recocido.

Los agujeros para pasadores deberán ser taladrados con exactitud del diámetro especificado y quedar lisos y rectos, a ángulo recto con su eje y paralelos entre sí, a menos que se haya requerido de otro modo. La superficie final deberá ser obtenida por medio de un corte de acabado.

La distancia entre lados exteriores de los agujeros en las piezas a tensión, y entre lados interiores de los agujeros en las piezas a compresión, no deberá variar de la especificada en más de 0.8 mm. El taladrado de agujeros en piezas armadas se podrá hacer hasta después de haberse completado el remachado.

El diámetro de los agujeros para pasadores no deberá exceder al de éstos en más de 0.508 mm para pasadores con diámetro de 127 mm o menos, ó 0.794 mm para pasadores más grandes.

Salvo disposición en contrario, se deberán proporcionar dos tuercas guías y dos tuercas de golpeo para cada tamaño de pasador.

### **605.2.6 Agujeros para Fijadores (Para Remaches y Pernos)**

Todos los agujeros para remaches deberán ser punzonados o taladrados. El material que forme parte de un miembro compuesto de no más de cinco espesores de metal podrá ser punzonado 1.6 mm más grande que el diámetro nominal de los fijadores, siempre que el grueso del metal no sea mayor de 19 mm para el acero estructural, ó 15.9 mm, para el acero de aleación.

Cuando haya:

- Más de cinco espesores

- El material principal sea más grueso de 19 mm, en acero al carbón
- Sea 15.9 mm. en acero aleación
- Sea requerido así en otras disposiciones de este Artículo

Todos los agujeros deberán ser subpunzonados o subtaladrados 4.8 mm más pequeños, y después del montaje, ser escoriados (“rimados”) 1.59 mm más grande, o ser taladrados directamente en el metal macizo, 1.6 mm mayor que el diámetro nominal de los fijadores.

Para agujeros punzonados el diámetro del troquel o matriz no deberá exceder al diámetro del punzón en más de 1.6 mm. Si hubiera que ensanchar algunos agujeros para que quepan los fijadores, serán escariados (“rimados”). Los agujeros deberán estar bien definidos, sin bordes rasgados ni rotos.

Será motivo de rechazo el hecho de que los agujeros no ajusten perfectamente con los fijadores respectivos. Los agujeros escariados deberán ser cilíndricos, perpendiculares a la pieza, y su diámetro no será más de 1.6 mm mayor que el diámetro nominal de los fijadores. Cuando sea práctico, los escariados deberán ser dirigidos por dispositivos mecánicos.

Los agujeros taladrados deberán ser 1.6 mm más grandes que el diámetro nominal de los fijadores. Deberán ser eliminadas las rebabas en las superficies exteriores. Será motivo de rechazo la falta de ajuste de los agujeros con sus respectivos fijadores. El escariado y perforado serán hechos con brocas helicoidales.

Cuando lo exija el Ingeniero, las piezas armadas serán desarmadas para quitarles las rebabas producidas por el taladrado. Las partes conectadas que requieran agujeros escariados o perforados deberán ser ensambladas y sujetadas firmemente mientras estén siendo escamadas o taladradas y, antes de ser desensambladas, serán contramarcadas para aparear las partes correspondientes.

Salvo que la especificación particular establezca lo contrario, los agujeros para todas las conexiones y empalmes en obra de cerchas principales o miembros en arco, vigas continuas, torres (en cada cara), caballetes, vigas maestras armadas y marcos rígidos, deberán ser subpunzonados (o subtaladrados, si esto fuese exigido), y posteriormente, escariados, al ser ensamblados en el taller, de acuerdo con el Artículo 605.2.7.

Todos los agujeros para conexiones en los extremos de vigas de piso y largueros a ser hechas en el campo, deberán ser subpunzonados y escariados con una plantilla de acero escariada durante el ensamblaje.

El escariado o taladrado con uso de plantilla con el objeto de dar su tamaño completo a las conexiones hechas en el campo, será hecho después de que las plantillas hayan sido colocadas con el mayor cuidado en su posición y ángulo y firmemente empernadas en su lugar. Las plantillas para el escariado de piezas que van unidas entre sí, o para el escariado de las caras opuestas de una pieza, deberán ser duplicados exactos. Las plantillas para conexiones que se duplican, deberán ser colocadas con tanta exactitud que las piezas iguales resulten duplicadas y no necesiten ser contramarcadas.

En caso de que se necesitara subpunzonar y escariar adicionalmente, se especificará así en las CEC o en los planos.

Todos los agujeros punzonados a tamaño completo, subpunzonados o subperforados, deberán ser tan exactamente punzonados que, después del ensamblaje (antes de efectuar escariado alguno), pueda entrar un pasador cilíndrico 3.18 mm más pequeño en diámetro que el tamaño nominal del agujero punzonado, perpendicularmente a la cara de la pieza, sin causar desalineamiento en, por lo menos, el 75% de los orificios contiguos del mismo plano. Si este requisito no fuese satisfecho, serán rechazadas las piezas mal punzonadas. Si un orificio no dejara pasar un pasador de 4.8 mm más pequeño en diámetro que el tamaño nominal del orificio punzonado, también será rechazado.

El 85% de los orificios escariados o taladrados de grupos contiguos, no deberán acusar excentricidades mayores de 0.8 mm entre espesores adyacentes de metal.



Todas las plantillas de acero deberán tener bujes de acero endurecido en agujeros cuidadosamente dimensionados a partir de las líneas centrales de la conexión, que deben estar trazadas en la plantilla. Las líneas centrales deberán ser utilizadas para colocar exactamente la plantilla a partir de los extremos laminados o trazados de los miembros.

### **605.2.7 Montaje en el Taller**

#### *1. Ajuste Previo al Remachado y Empernado*

Antes de proceder al ensamblaje, hay que limpiar las superficies de metal en contacto. Las partes de cada miembro de la estructura deberán ser ensambladas, luego se colocarán los pasadores en sus agujeros y a continuación, el conjunto será, antes de comenzar el remachado, firmemente asegurado con pernos antes de proceder al escariado o remachado. De ser necesario, las piezas ensambladas deberán ser desarmadas para la eliminación de rebabas y virutas producidas por la operación del escariado. El miembro deberá quedar libre de torceduras, dobladuras y otras deformaciones.

Como trabajo preparatorio al remachado en taller de material punzonado al tamaño normal, los agujeros para los remaches, serán escariados por medio de una fresadora cónica, para la admisión de los remaches. Los agujeros escariados no deberán ser más de 1.6 mm mayores que el diámetro nominal de los remaches.

Los angulares de conexión en los extremos, angulares atiesadores y partes similares, deberán ser cuidadosamente ajustados en sus posiciones correctas, y empernados, prensados o en otras formas asegurados fuertemente en sus lugares, hasta que sean remachados.

Las partes que no sean remachadas completamente en el taller, deberán ser aseguradas por medio de pernos, hasta donde sea posible. Para evitar averías en el embarque y manipulación.

#### *2. Ensamble en el Taller*

Las conexiones en obra de los miembros principales de cerchas, arcos, vigas continuas, caballetes, torres (en cada cara), vigas maestras armadas y marcos rígidos, deberán ser ensamblados en el taller con los extremos laminados de los miembros en compresión, en completo apoyo y los agujeros abiertos a menor tamaño, escariados al tamaño especificado, mientras las conexiones son armadas.

El ensamblaje será hecho por el método de “Ensamble Completo de Cercha o Viga Maestra”, salvo que en las Especificaciones Especiales o en los planos se haya especificado “Ensamble Progresivo de Cercha o Viga Maestra”, “Ensamble Completo de las Cuerdas de una Cercha”, “Ensamble Progresivo de las Cuerdas de una Cercha” o el de “Ensamble Especial de una Estructura Completa”.

Los métodos de ensamblaje enumerados en el párrafo anterior son descritos a continuación:

##### ▶ 2.1. Ensamble Completo de Cercha o de Viga Maestra

Consiste en el ensamble de todos los miembros de cada cercha, nervadura de arco, caballete, cara de torre, viga continua, viga maestra armada o marco rígido, de una sola vez.

##### ▶ 2.2. Ensamble Progresivo de Cercha o Viga Maestra

Consiste en ensamblar inicialmente, para cada cercha, nervadura de arco, caballete, cara de torre, viga continua, viga maestra armada o marco rígido, todos los miembros comprendidos en, cuando menos, tres secciones de taller o paneles contiguos, pero en no menos del número de secciones asociadas a la longitud de tres cuerdas contiguas (o sea, el largo entre empalmes de campo) y en no menos de 45.7 metros, en el caso de estructuras de más de 45.7 metros. Por lo menos una sección de taller, o panel, o tantos paneles como estén asociados a la longitud de una cuerda, deberán ser agregados en el extremo de avance del ensamblaje, antes de quitar miembro alguno del extremo trasero, para conseguir que la longitud de la estructura ensamblada nunca sea menor de lo especificado arriba.

▶ 2.3. Ensamble Completo de las Cuerdas de una Cercha

Consiste en ensamblar el largo total de cada cuerda o arco de enjuta abierta, o cada pata de cada caballete o torre, tomando en cuenta el ángulo con que inciden en cada nudo, y luego, escariar los orificios de las conexiones de campo, mientras las piezas están siendo ensambladas, y el escariado de sus conexiones con las piezas del entramado, usando plantillas de acero que guarden la correcta relación angular (sin considerar contraflechas) con las líneas de la cuerda. Los agujeros para las conexiones de campo en las piezas del entramado deberán ser escariados de acuerdo con plantillas de acero. Por lo menos, uno de los extremos de cada pieza del entramado, deberá ser fresado o trazado en forma normal al eje longitudinal de la pieza, y las plantillas en ambos extremos de la pieza, deberán ser colocadas con exactitud a partir de los extremos laminados o de líneas trazadas.

▶ 2.4. Ensamble Progresivo de las Cuerdas de una Cercha

Consiste en el ensamble de miembros contiguos de la cuerda, de la manera especificada para el “Ensamble Completo de las Cuerdas de una Cercha” (2.3), y en el número y largo especificado para el “Ensamble Progresivo de Cercha o Viga Maestra” (2.2).

▶ 2.5. Ensamble Especial de una Estructura Completa

Consiste en el ensamble de la estructura completa, incluyendo el sistema de piso. (Este procedimiento se necesita solamente en estructuras complicadas, como las que incluyen vigas maestras curvas, o un esviaje muy pronunciado, en combinación con pendientes y contraflechas muy grandes). El ensamble, incluyendo la contraflecha, alineación, exactitud de orificios y ajuste de las juntas fresadas, deberán ser aprobados por el Ingeniero antes de que se comience a escariar.

El Contratista suministrará al Ingeniero un diagrama de la contraflecha, que muestre el valor de ésta en cada punto de intersección de los miembros de cada cercha, nervadura de arco, línea de viga continua, viga maestra armada o marco rígido.

Cuando el ensamble de taller sea de acuerdo con el método “Ensamble Completo de Cercha o Viga Maestra” o el de “Ensamble Especial de una Estructura Completa”, el diagrama de la contraflecha deberá mostrar la contraflecha medida en el ensamblado.

Cuando se use alguno de los otros métodos de ensamblaje en taller, el diagrama de la contraflecha deberá mostrar la contraflecha calculada.

### **605.2.8 Manipulación y Almacenamiento de Materiales**

El material que deba ser almacenado será colocado sobre patines para que no se apoye directamente en el terreno. Este material deberá ser mantenido limpio y bien drenado. Las vigas y viguetas deberán ser colocadas verticalmente y acodadas. Las piezas largas, como columnas y cuerdas, serán apoyadas sobre polines espaciados lo suficientemente cerca para evitar que el acero toque el suelo por deflexión y sufra deterioro. Si el contrato es solamente para el montaje, el Contratista deberá revisar el material que se le entregue, comprobando con las listas de embarque e informar con prontitud y por escrito al Ingeniero sobre cualquier faltante o avería que descubriese, ya que él será responsable del extravío de cualquier material que esté bajo su cuidado, así como por cualquier daño que sufriera después de haberlo recibido. Serán aplicables las disposiciones pertinentes según se establece en la División I de estas especificaciones.

## **605.3 REQUISITOS PARA LA CONSTRUCCIÓN**

### **605.3.1 Remaches y Remachado**

El tamaño de los remaches requerido en los planos será el que tengan antes de calentarlos. Las cabezas de los remaches deberán ser de forma normal, salvo especificación en contrario, y de tamaño uniforme para el mismo diámetro de remache. Deberán estar completos, esmeradamente fabricados, concéntricos con los agujeros, y quedar en contacto completo con la superficie de la pieza. Se deberá suplir suficientes remaches para las conexiones de campo, para que se pueda remachar toda la estructura y reemplazar aquellos que se quemen, se pierdan, o se desremachen.

Los remaches deberán ser calentados de manera uniforme hasta que adquieran un color cereza claro, y deberán ser remachados en caliente. No se deberá colocar un remache cuya punta se caliente más que el resto del mismo. Cuando un remache esté listo para ser remachado deberá estar exento de escorias, escamas y otras materias adherentes. Será rechazado cualquier remache que esté excesivamente cubierto de costra.

Todos los remaches que estén flojos, quemados, mal formados, o de cualquier otra manera defectuosos, deberán ser removidos y repuestos con remaches satisfactorios. Todo remache con cabeza defectuosa en cuanto a tamaño, o cuya cabeza quede descentrada al ser remachado, será considerado defectuoso y deberá ser removido. Los remaches de punto que se aflojen al remachar otros adyacentes, también deberán ser eliminados y repuestos con remaches satisfactorios. No se permitirá calafatear, re estampar ni golpear dos veces las cabezas de los remaches.

Siempre que sea posible, el remachado en taller deberá ser hecho por medio de máquinas remachadoras de acción directa. Se deberán usar juegos de remaches biselados aprobados para formar las cabezas de remaches en superficies inclinadas. Cuando no sea práctico el uso de una máquina remachadora de acción directa, se deberán emplear martillos neumáticos de tamaño aprobado. Cuando el tamaño y el largo de los remaches lo justifiquen, se usarán herramientas neumáticas de contrarremachar.

Los remaches podrán ser hincados en frío, siempre que su diámetro no sobrepase de 9.5mm.

### **605.3.2 Conexiones Empernadas; Pernos en Bruto, Torneados y Nervados**

#### *I. Generalidades*

Los pernos a que se refiere este artículo deberán llenar los requisitos de la “Especificación para Sujetadores Estándar de Acero al Carbón con Roscas Externa e Interna”, ASTM, A 307. Las especificaciones para pernos de alta resistencia están detalladas en el Artículo 605.3.3.

Los pernos podrán ser sin tornear, torneados o de una forma aprobada de perno nervado con tuercas y cabezas hexagonales. Por otra parte, los pernos nervados deberán tener cabeza de hongo. Las conexiones empernadas serán usadas únicamente donde y como lo indiquen los planos o las Especificaciones Especiales. Los pernos que no sean apretados hasta la carga de prueba deberán tener tuercas autotraboradoras sencillas o bien, tuercas dobles. Se usarán arandelas biseladas cuando las caras de apoyo tengan una inclinación de más de 1:20 con respecto a un plano perpendicular al eje del perno. Los pernos deberán ser de tal largo que se extiendan completamente a través de sus tuercas, pero que no sobresalgan más de 6.35 mm de las mismas.

Los pernos deberán ser colocados con exactitud en los agujeros sin causar daños a la rosca. Se usarán protectores en las cabezas para evitarles daños. Las cabezas y tuercas deberán ser apretadas con fuerza contra las piezas que se están conectando, aplicando todo el esfuerzo de un operario por medio de una llave para tuercas menor de 38 mm de largo, para pernos de diámetro nominal de 19 mm y mayores. Las cabezas de los pernos deberán ser golpeadas ligeramente con un martillo mientras se están apretando las tuercas.

## 2. Pernos sin Torneear

A menos que se especifique otro tipo, se usarán pernos sin torneear. La cantidad de pernos suministrados deberá ser un 5% mayor que la cantidad efectiva mostrada en los planos, para cada tamaño y largo.

## 3. Pernos Torneados

La superficie del cuerpo de los pernos torneados deberá tener una aspereza de grado 125, de acuerdo con la clasificación del ANSI. Las cabezas y tuercas deberán ser hexagonales, con dimensiones estándar para pernos del tamaño nominal especificado o el superior inmediato. El diámetro de la rosca deberá ser igual al cuerpo del perno o el diámetro nominal del perno especificado. Los agujeros para los pernos torneados deberán ser cuidadosamente escariados por medio de pernos que los dejen ligeramente ajustados como para que el clavado sea suave. Las roscas deberán quedar por completo fuera de los agujeros. Se deberá utilizar una arandela debajo de la tuerca.

## 4. Pernos Nervados

El cuerpo de los pernos nervados deberá ser de una forma aprobada con nervaduras longitudinales continuas. El diámetro del cuerpo medido en un círculo que pase por las puntas de la nervadura deberá ser 2 mm mayor que el diámetro nominal especificado para los pernos.

Los pernos nervados deberán ser suministrados con cabezas redondas, conforme a la Norma ANSI B 18.5, a menos que se hayan especificado de otra forma. Las tuercas deberán ser hexagonales, en bajo relieve o con una arandela de grosor adecuado. Los pernos nervados deberán ajustarse a los agujeros en forma que puedan ser clavados. La dureza de la nervadura deberá ser tal que no se aplaste e impida que los pernos giren en los orificios cuando se los esté socando.

Si por alguna razón el perno se tuerce antes de quedar apretado, el agujero deberá ser escariado cuidadosamente, y se repondrá con un perno nuevo de mayor tamaño. El Contratista deberá tener en existencia y proveer los pernos y tuercas de mayor tamaño para esas reposiciones, en una cantidad que no sea inferior al 10% de la cantidad de pernos nervados que estén especificados.

### 605.3.3 Conexiones Empernadas con Pernos de Alta Resistencia a la Tensión

#### 1. Pernos

Los pernos deberán llenar los requisitos de la Norma AASHTO M 164. Se podrán usar otros sujetadores que satisfagan los requisitos químicos y mecánicos de la misma especificación, en pruebas a tamaño normal y que tengan el diámetro del cuerpo y áreas de soporte bajo la cabeza y la tuerca, o sus equivalentes no menores a aquellos proporcionados por un perno y tuerca de las mismas dimensiones nominales prescritas anteriormente, si lo aprueba el Ingeniero.

Los largos de los pernos serán determinados sumando los valores de la longitud de agarre que muestra el Cuadro 605-2, al espesor total del material conectado. Los valores de dicho Cuadro compensan la tolerancia de los fabricantes, el empleo de tuercas hexagonales pesadas, semiacabadas y el sobrante necesario en el extremo del perno. Por cada arandela plana y endurecida que sea usada, se agregarán 3.97 mm al valor del Cuadro, y por cada arandela biselada, 7.94 mm. El largo así determinado deberá ser ajustado al tamaño inmediato superior que aparezca en el Cuadro 605-2.

**CUADRO 605-2**  
**LONGITUD DE AGARRE DE LOS PERNOS**

DIÁMETRO DEL PERNO	LONGITUD DE AGARRE
En Milímetros	En Milímetros
12.7	17.5
15.9	22.22
19.1	25.4
22.2	28.6
25.4	31.8
28.6	38.1
31.8	41.3
34.9	44.5
38.1	47.6

\* No incluye el espesor de la arandela.

*LONGITUD DEL PERNO = Espesor Total del Material Conectado + Longitud de Agarre.*

## 2. Piezas Empernadas y su Montaje

Las piezas empernadas deberán ajustarse firmemente entre ellas al ser montadas. Las superficies de contacto, incluyendo aquellas cercanas a las arandelas, deberán ser desescamadas o llevar las costras normales del laminado. Las superficies de contacto deberán estar libres de suciedad, aceite, escamas sueltas, rebabas, picaduras u otros defectos que puedan impedir que haya un apoyo completo entre las piezas.

Las superficies de contacto de las juntas deberán estar libres de pintura, laca, galván o antioxidante, a menos que esté indicado de otra manera en los planos o en las Especificaciones Especiales.

Las conexiones deberán ser ensambladas poniendo una arandela endurecida debajo del elemento usado para apretar (tuerca o cabeza del perno). Cuando una cara exterior de las piezas empernadas tenga una inclinación de más de 1:20, en relación con un plano normal al eje del perno, se deberá emplear una arandela lisa biselada, para compensar la falta de paralelismo. En todos los casos en que exista una sola superficie, sin inclinación, el elemento usado para apretar deberá estar contiguo a esta superficie. Cuando sea necesario un espacio libre, se podrán recortar las arandelas en un costado hasta un punto que no está a menos de siete octavos del diámetro del perno, medido desde el centro de la arandela.

### 2.1. Instalación

Cada sujetador deberá ser apretado hasta producir, por lo menos, el mínimo de tensión que se muestra en el Cuadro 605-3, cuando estén apretados todos los pernos de la junta, para el tamaño y grado de sujetador usado.

**CUADRO 605-3**  
**TENSION MINIMA DEL PERNO**

DIÁMETRO DEL PERNO	TENSIÓN MÍNIMA DEL PERNO (a)
En Milímetros	En Toneladas Métricas (Pernos AASHTO M 164)
12.7	5.466
15.9	8.709
19.1	12.882
22.2	17.804
25.4	23.360
28.6	25.605
31.8	32.523
34.9	38.759
38.1	47.174

(a) Igual a la carga de prueba (Método de Medida por Longitud) dada en la Norma AASHTO M 164.

Los pernos roscados deberán ser apretados por medio de llaves de tuerca debidamente calibradas girando la tuerca, un indicador directo de tensión u otro método aprobado. Cuando el espacio disponible para manipular el perno o la llave así lo requieran, el apretamiento por uno u otro procedimiento podrá ser efectuado haciendo girar el perno mientras se impide la rotación de la tuerca.

En caso de emplearse llaves de impacto, deberán tener la capacidad adecuada y estar suficientemente alimentadas de aire para llevar a cabo el apretamiento requerido en cada perno en aproximadamente diez segundos.

Cuando sean utilizadas llaves calibradas para aplicar en cada perno la tensión especificada en el Cuadro 605-3, sus ajustes deberán ser tales que produzcan una tensión de 5 a 10% mayor que el valor mostrado en el Cuadro. Estas llaves deberán ser calibradas, cuando menos, una vez cada día de trabajo, apretándolas sobre un dispositivo que marque la tensión efectiva del perno, en no menos de tres pernos típicos de cada diámetro que vaya a ser instalado.

Las llaves a potencia deberán estar ajustadas para detenerse o desconectarse al alcanzar la tensión escogida. Si se emplean llaves de torsión manuales, se anotará el valor de la torsión correspondiente a la tensión del calibrado y se usará la misma en la colocación de todos los pernos del lote bajo prueba. Cuando se mida la torsión, las tuercas deberán estar en movimiento de apretar. Cuando se estén empleando llaves calibradas para colocar varios pernos en una misma junta o unión, las llaves deberán dar otra pasada a los pernos previamente apretados, ya que podrían haberse aflojado al ser apretados los pernos subsiguientes, hasta que todos estén apretados hasta el grado prescrito.

Cuando se use el método de "giro de tuerca" para dar la tensión especificada en el Cuadro 605-3, tiene que haber primero suficientes pernos en condición de "apretado inicial", para asegurar que las partes de las juntas han sido puestas en pleno contacto unas con otras. Se definirá como "apretado inicial" de un perno, el obtenido por medio de varios impactos de una llave de impacto, o mediante todas las fuerzas de un hombre utilizando una llave de cola ordinaria. Después de esta operación inicial, se colocarán los pernos en los demás agujeros de la conexión, y se les llevará a la condición de "Apretado Inicial". A continuación, se les aplicará tensión adicional a todos los pernos de la

junta, hasta que alcancen el total aplicable de rotación de la tuerca especificado en el Cuadro 605-4, avanzando sistemáticamente ese apretado desde las partes más rígidas de la unión hasta sus bordes libres. Durante esta operación no deberá haber ninguna rotación de la parte que la llave no esté haciendo girar.

**CUADRO 605-4 (1)**

**ROTACIÓN DE TUERCAS A PARTIR DE LA CONDICIÓN DE APRETADO INICIAL (2)**

	Geometría de las Caras Externas de Partes Empernadas		
Longitud del Perno medida del lado inferior de la cabeza al extremo del perno.	Ambas caras normales al eje del perno.	Una cara normal al eje del perno y la otra cara, inclinada no más de 1:20 (sin usar arandelas biseladas).	Ambas caras inclinadas no más de 1:20 de la normal del eje del perno (sin usar arandelas biseladas).
Hasta e incluyendo 4 diámetros.	1/3 de vuelta	1/2 de vuelta	2/3 de vuelta
Más de 4 diámetros pero sin exceder 8 diámetros.	1/2 de vuelta	2/3 de vuelta	5/6 de vuelta
Más de 8 diámetros pero sin exceder 12 diámetros (3)	2/3 de vuelta	5/6 de vuelta	1 vuelta

(1) Aplicable solo a conexiones donde todo el material dentro del agarre del perno sea de acero.

(2) La rotación de la tuerca es relativa al perno independientemente del elemento (tuerca o perno) al que se da vuelta. La tolerancia es de + 30° para pernos instalados con ½ vueltas o menos. La tolerancia es de + 45° para pernos instalados con 1 de vuelta o más.

(3) Determinar la rotación requerida por medio de una prueba real en un dispositivo adecuado de tensión simulando las condiciones reales.

### 3. Asientos y Anclaje

No se permitirán placas de apoyo sobre los asientos del puente cuyas superficies estén rugosas, deformadas o irregulares. Las placas de apoyo se pondrán a nivel, en la posición exacta y tendrán un asiento total y uniforme sobre el Concreto.

Si se usan placas o empaques de asientos elastoméricos, deben instalarse directamente sobre el concreto.

El Contratista dejará en el Concreto, en posición correcta, los huecos del tamaño especificado, para introducir, cuando se indique, los pernos de anclaje. Los pernos se localizarán con exactitud y se fijaran mediante material epóxico conveniente o similar (resina, químicos, etc.) rellenando completamente los huecos.

La localización de pernos de anclaje en relación con los huecos oblongos en las zapatas de expansión dependerá de la temperatura atmosférica en el momento de erección. Las tuercas y los pernos de anclaje, en los extremos de expansión de los tramos, se ajustarán para permitir el libre movimiento del tramo.

### 4. Inspección

4.1. El Ingeniero determinará si la obra cumple con los requisitos de estas especificaciones. Cuando se haga uso del método de apretado por medio de llaves calibradas, se le deberá dar al Ingeniero amplia oportunidad para presenciar las pruebas de calibración prescritas;

4.2. El Ingeniero observará la colocación y apretado de los pernos con objeto de decidir si el procedimiento escogido está siendo debidamente aplicado y determinará si todos los pernos están bien apretados.

4.3. A menos que estuviera especificado un procedimiento de inspección más amplio o diferente, se aplicará el siguiente:

- El Contratista deberá usar una llave de inspección que podrá ser del tipo de torsión o mecánica, ajustable con exactitud, de acuerdo con los requisitos del Artículo 605.3.3 (2.1) que antecede, en presencia del Ingeniero.
- Se colocarán tres pernos del mismo grado, tamaño y condición de los que se estén inspeccionando, cada uno en un dispositivo de calibración con capacidad para indicar la tensión en el perno. El largo podrá ser cualquier largo representativo de los pernos usados en la estructura. Se colocará una arandela debajo de la parte que esté girando al apretar cada perno.
- Cuando la llave de inspección sea del tipo de torsión, cada uno de los tres pernos especificados anteriormente deberán ser apretados en el dispositivo de calibración por cualquier medio conveniente, hasta alcanzar la tensión mínima especificada para su tamaño en el Cuadro 605-4. Entonces se aplicará la llave de inspección al perno que ha sido apretado, a su tensión inicial y se determinará la torsión necesaria para hacer que la tuerca o cabeza gire 5 grados (aproximadamente, 25.4 mm con radio de 305 mm) en la dirección del apretado. La torsión promedio medida en las pruebas de tres pernos será considerada como la torsión de inspección en obra, que será empleada en la forma especificada más adelante.
- Cuando la llave de inspección sea una llave mecánica (o de impacto) deberá estar ajustada de manera que apriete cada uno de los tres pernos especificados hasta una tensión entre 5 y 10% mayor que la tensión mínima especificada para su tamaño en el Cuadro 605-4. Este ajuste de la llave deberá ser considerado como la torsión de inspección en obra, para su uso en la forma especificada a continuación.
- Los pernos, representados por las tres muestras prescritas en los párrafos que anteceden, que hayan sido apretados en la estructura, serán inspeccionados aplicando, en la dirección de apretar, con la llave de inspección, la torsión de inspección en obra, al 10% de los pernos, pero no a menos de dos pernos tomados al azar en cada unión. Si no gira ninguna tuerca o cabeza de perno durante esta aplicación de la torsión de inspección, la unión será aceptada como debidamente apretada. Si alguna tuerca o cabeza de perno gira al aplicar la torsión de inspección en obra, esa misma torsión deberá ser aplicada a todos los pernos de esa unión y todos los pernos cuyas tuercas o cabezas giren debido a la aplicación de la torsión de inspección en obra, deberán ser apretados y reinspeccionados, o bien, el Fabricante o el armador, a su opción, podrá volver a apretar todos los pernos de la unión y volver a someter ésta a la inspección especificada.

#### **605.3.4 Soldadura**

La soldadura se hará de acuerdo con las mejores prácticas modernas y los requisitos aplicables de la Norma AWS D 1.1, con las modificaciones introducidas por las "Especificaciones Estándar para la Soldadura de Puentes de Acero Estructural para Carreteras" de la AASHTO.

#### **605.3.5 Obra Falsa**

La obra falsa deberá ser adecuadamente diseñada y sólidamente construida y conservada para las cargas que tendrá que soportar. De acuerdo con la Sección-100, el Contratista deberá preparar y someter al Ingeniero los dibujos de construcción de la obra falsa y los requeridos para hacer los cambios necesarios en alguna estructura existente, para mantener el tráfico sin interrupción, de acuerdo con según se establece en la División I. El costo de la obra falsa está incluido en los precios unitarios de la estructura.



### **605.3.6 Enderezado de Materiales Doblados**

El enderezado de planchas, angulares u otros perfiles, deberá hacerse por métodos que no presenten el riesgo de fracturación u otros daños. El metal no deberá ser calentado, a menos que lo permita el Ingeniero, en cuyo caso el calentamiento no deberá alcanzar temperaturas mayores que la que produce un color de “cereza rojo oscuro”. Después de su calentamiento el metal deberá ser enfriado tan lentamente como sea posible.

Después del enderezamiento de una combadura o pandeo, la superficie del metal será cuidadosamente revisada para comprobar que no muestre ninguna señal de fractura. Todo material fracturado será rechazado.

### **605.3.7 Ensamble del Acero**

Las partes deberán ser ensambladas con exactitud, tal como esté indicado en los dibujos de trabajo y las marcas de coincidencia que tengan las piezas, considerando lo siguiente de manera enunciativa, pero no limitativa:

El material deberá ser manipulado cuidadosamente, de manera que ninguna parte resulte doblada, rota o en otra forma dañada.

Las piezas no deberán ser martilladas al grado de que resulten dañadas o distorsionadas.

Las superficies de apoyo y las superficies que vayan a estar en contacto permanente, deberán ser limpiadas antes de que las piezas sean ensambladas.

A menos que se haya adoptado el método de “lanzamiento” o “en voladizo”, las cerchas deberán ser montadas sobre obra falsa armada de tal manera que la cercha quede con su contraflecha correcta.

La obra falsa será dejada en su lugar hasta que los empalmes de las cuerdas en tensión estén plenamente conectados con sujetadores permanentes y todas las demás uniones de la cercha estén fijadas con sus pasadores y pernos.

Los empalmes de uniones a tope en miembros a compresión que hayan sido fresados para dar apoyo, así como los de las barandas o pasamanos, no serán fijados permanentemente hasta que la estructura haya sido colocada en su lugar final, aunque se permitirá la fijación permanente de los miembros de la cercha en cualquier momento en que los agujeros de las uniones estén alineados.

Los empalmes y conexiones hechos en el campo deberán tener la mitad de los agujeros ocupados con pernos de montaje y pasadores cilíndricos de montaje (la mitad con pernos y la otra mitad con pasadores), antes de colocar los sujetadores permanentes.

Los empalmes y conexiones que deban soportar tráfico durante el montaje, deberán tener las tres cuartas partes de los agujeros ocupados en esta forma, a menos que el Ingeniero lo permita de otra manera.

Los pernos de montaje deberán ser del mismo diámetro nominal que los sujetadores permanentes, y los pasadores cilíndricos de montaje deberán ser 1.6 mm más grandes.

### **605.3.8 Remachado**

Para el remachado se deberán usar martillos neumáticos, excepto cuando el Ingeniero permita el de herramientas manuales. Se deberá considerar lo siguiente:

- Los remaches mayores de 1.6 mm de diámetro, no deberán ser remachados a mano.
- Se deberá usar contra-remaches en forma de copa, que se ajusten bien a la cabeza, para asegurar un buen asiento.
- Las conexiones deberán estar montadas con exactitud y firmeza, antes de proceder a remacharlas.

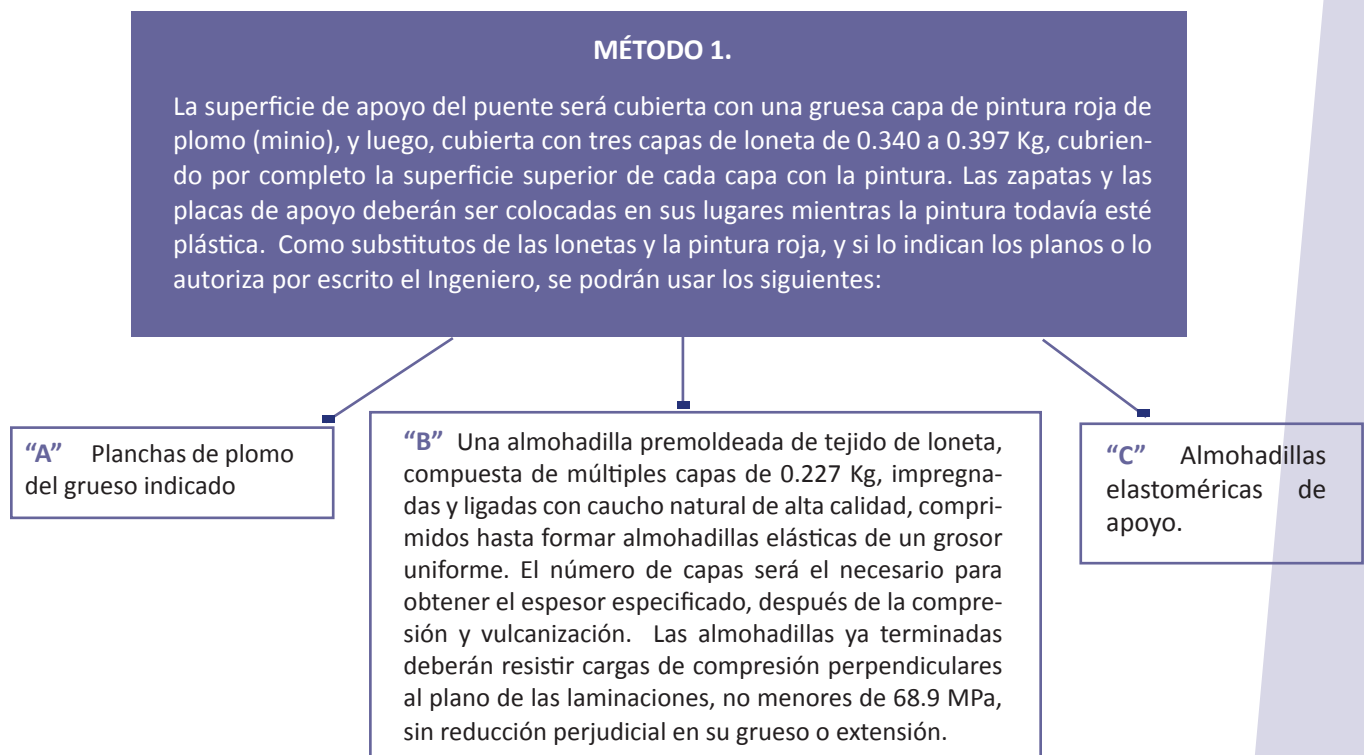
- La desviación permisible entre los agujeros de los remaches será tal que las partes puedan ser jaladas a su posición, sin necesidad de ensanchar los agujeros o distorsionar el metal.
- Los agujeros desalineados deberán ser escariados o perforados.
- Los remaches deberán ser calentados uniformemente hasta que tengan un color “cereza rojo claro”, hincados mientras están calientes. No deberán estar sobrecalentados ni quemados.
- Las cabezas de los remaches deberán ser completas y simétricas, concéntricas con el vástago, y estar asentadas plenamente en todo su alrededor. No deberán ser más pequeñas que las cabezas de los remaches de taller.
- Los remaches deberán quedar apretados y mantener fuertemente unidas a las partes. No será permitido rellenar o reestampar las cabezas de los remaches. Al quitar remaches no deberá dañarse el metal que los rodea; en caso necesario, se sacarán por medio de taladro.

### 605.3.9 Juntas con Pasadores

Para clavar los pasadores se deberán usar tuercas guías y de clavar, las que serán provistas por el Contratista sin costo adicional para el Contratante. Los pasadores serán hincados en tal forma que las piezas se apoyen completamente en ellos. Las tuercas de los pasadores deberán ser enroscadas fuertemente y la rosca, aplanada en la cara de la tuerca con una herramienta puntiaguda.

### 605.3.10 Colocación de Zapatas de Asiento y Placas de Apoyo

Las zapatas y placas de apoyo no deberán ser colocadas en áreas de apoyo del puente que se encuentren indebidamente acabadas, deformadas o irregulares. Deberán colocarse a nivel en la posición exacta y tener apoyo pleno y parejo. Las zapatas y las placas de asiento podrán ser colocadas por uno de los dos métodos siguientes:



## MÉTODO 2.

Las zapatas y placas de soporte deberán estar debidamente apoyadas y fijadas con mortero de cemento puro. No se deberá colocar ninguna carga sobre ellas hasta que el mortero haya fraguado, por lo menos, durante 96 horas, mientras permanece bien humedecido todo ese tiempo. El mortero consistirá en una parte de cemento hidráulico para una parte de arena de grano fino.

La posición de los pernos de anclaje en relación con los agujeros oblongos de las zapatas de expansión, deberá corresponder a la temperatura existente en el momento del montaje. Las tuercas en los pernos de anclaje que van en los extremos de expansión en claros de puentes y viaductos, deberán ser ajustadas para permitir el libre movimiento del tramo.

### 605.3.11 Limpieza.

Al terminar, y antes de la aceptación final, el Contratista deberá retirar:

- Toda la obra falsa,
- Pilotes para soporte de obra falsa, hasta una profundidad de, por lo menos, 60 centímetros por debajo del nivel final del terreno,
- Materiales excavados o no utilizados,
- Cascote,
- Basura,
- Construcciones provisionales.

Deberá reponer o renovar cercas dañadas, restaurar en forma aceptable toda propiedad, pública o privada, que haya sido perjudicada en alguna forma, durante el desarrollo de la obra y dejar el lugar de ésta y toda vía contigua en un estado nítidamente limpio y presentable, a satisfacción del Ingeniero. En el caso de puentes, previamente a la aceptación final, el Contratista deberá retirar todo el material excavado u obra falsa que hayan sido colocados en el cauce del río durante la construcción.

### 605.4 MAQUINARIA, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

El Contratista proveerá la obra falsa y todas las herramientas, maquinaria y dispositivos, incluyendo mandriles de ensanchar y pernos de ajuste, que sean necesarios para la ejecución expedita del trabajo, y deberá erigir la estructura de metal, remover toda construcción provisional y hacer todo el trabajo necesario para completar la estructura de acuerdo con el Contrato, los planos y estas especificaciones.

Si fuese requerido por los planos o estipulado en las Especificaciones Especiales, el Contratista dismantelará las viejas estructuras que existiesen en el sitio de la obra, de acuerdo con el Artículo-202.3.2 de estas especificaciones.

Antes de comenzar el trabajo de montaje, el Contratista deberá informar ampliamente al Ingeniero sobre el método que se propone seguir y la cantidad y clase de equipo que se propone usar en dicha tarea, todo lo cual quedará sujeto a la aprobación del Ingeniero. Esta aprobación no descargará la responsabilidad del Contratista por la seguridad de su

método de trabajo o equipo ni de llevar a cabo el trabajo en completa conformidad con los planos y especificaciones.

No se podrá iniciar ningún trabajo sin la previa autorización del Ingeniero

### 605.5 ACEPTACIÓN

Los materiales (exceptuando los dispositivos de apoyo y la pintura) para las estructuras de acero, serán evaluados visualmente y mediante certificados de producción y comerciales suministrados por el Contratista de parte del Fabricante según se establece en la *División I*. Se deberá suministrar certificados de producción para cada embarque de los siguientes artículos:

- (a) Acero estructural.
- (b) Forjaduras de acero.
- (c) Pernos, tuercas y arandelas de alta resistencia.

La construcción de estructuras de acero será evaluada visualmente y mediante mediciones y ensayos de conformidad con los planos y especificaciones según se establece en la *División I*.

Los dispositivos de apoyo serán evaluados según la *Sección-611*.

La pintura será evaluada según la *Sección-610*.

### 605.6 MÉTODO DE MEDICIÓN

El acero estructural será medido en kilogramos calculados de acuerdo con las “Especificaciones Estándar para Puentes de Carreteras” de la AASHTO. Se incluirán todos los rubros metálicos incidentales de la estructura y requeridos por el Contrato tales como piezas moldeadas, planchas de acero, pernos de anclaje y sus respectivas tuercas, apoyos, balancines, rodillos, pasadores y sus respectivas tuercas, damas de expansión, drenes y aliviaderos (imbornales) de la vía, metal para soldadura, pernos embebidos en el concreto, cunas y ménsulas, postes, conductos incorporados en la estructura de acero y ductos y perfiles estructurales.

Los pesos de los perfiles laminados se computarán con base en sus pesos nominales por metro, tal como se indica en los planos, o aparezca en los cuadros de los manuales.

Los pesos de las placas se calcularán con base en el peso nominal según su ancho y espesor mostrados en los planos, más un excedente estimado que se calculará como la mitad de la “Variación Permisible en Espesor y Peso” que aparece tabulado en las especificaciones de los “Requisitos Generales para Suministro de Placas de Acero Laminado, perfiles, Pilotes de Acero y Barras para uso Estructural” AASHTO M 160 (ASTM A 6).

El peso de las piezas fundidas se calculará según las dimensiones indicadas en los planos de taller aprobados, descontando las aberturas de los huecos. A este peso se le añadirá 5% como compensación por excedentes y cordones de soldadura. Los pesos registrados en las balanzas podrán sustituir a los pesos calculados en el caso de piezas fundidas o de componentes pequeños y complejos para los cuales el cómputo preciso de sus pesos resulta difícil.

El peso de los pernos para erección provisional, el de la pintura de taller y de campo, las cajas y los bultos contenedores usados para embarcarlos y otros materiales usados para mantener las piezas en su lugar durante su transporte y erección, no serán incluidos para los efectos de medida.

Las estructuras de acero se medirán tomando como unidad el kilogramo. Como base se tomará el peso neto de los componentes de acero indicados en los planos, haciendo las modificaciones necesarias de acuerdo con las indicacio-

nes que se señalan adelante y/o los cambios aprobados por el Ingeniero. Para los fines de medida, los componentes metálicos de las estructuras que no sean de acero, se considerarán como si fueran de acero estructural.

Si la cantidad mostrada en el Pliego de Licitación es una cantidad contractual los cambios en las cantidades resultantes de detalles alternativos propuestos por el Contratista y aceptados como parte de los planos, no estarán sujetos a ajuste.

### 605.7 BASES PARA EL PAGO

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 aparezcan en el Pliego de Licitación, precio y pago que serán compensación total por el trabajo prescrito en esta Sección. Ver División I.

Los pagos serán efectuados bajo los siguientes conceptos:

Ítem	Concepto de Pago	Unidad de Medida
605.1	Suministro Fabricación y Montaje de Acero Estructural.	Kilogramo
605.2	Suministro Fabricación y Montaje de Acero (_____)	Kilogramo
605.3	Suministro y Fabricación de Acero Estructural.	Kilogramo
605.4	Suministro y Fabricación de Acero Estructural, _____.	Kilogramo
605.5	Montaje de Acero Estructural. Grado .....	Kilogramo
605.6	Montaje de Acero Estructural. Grado .....	Kilogramo

Cuando se tenga que hacer pago por separado de ciertos metales o de determinados componentes especiales, distintos a los considerados dentro de las estipulaciones generales correspondientes al acero estructural, la designación de estos casos especiales será insertada en los paréntesis provistos en los nombres de los conceptos de pago para 605.2, 605.4, ó 605.6, según sea el caso.

## SECCIÓN 606

### BARANDAS DE PUENTES Y VIADUCTOS

#### 606.1 DESCRIPCIÓN

Este trabajo consistirá en la colocación de barandas o parapetos en puentes y viaductos, suministro del material o combinación de materiales que indiquen los planos, en conformidad razonable con estas especificaciones, con las líneas, pendientes, dimensiones y diseños que figuren en los planos o fueren ordenados por el Ingeniero.

Las barandas para puentes incluirán las guarniciones construidas encima de la acera, de la cara superior de bordillos de más de 15 centímetros de ancho o encima de la calzada, cuando no hubiere acera, y bordillo.

Las barandas para puentes y viaductos serán clasificadas como: barandas de concreto, barandas de acero, barandas de aluminio y barandas de madera, de acuerdo con el material predominante que contenga cada una. El tipo de baranda a construirse se especificará en las CEC, o se mostrará en los planos.

**606.2 MATERIALES**

Los materiales deberán cumplir con los requisitos de las secciones y artículos siguientes:

Cabezas de Pernos y Tuercas de Aleación de Aluminio	Artículo-1016.15
Aleación de Aluminio para Barandas de Puentes	Artículo-1016.14
Alambre para SoAluminio	Artículo-1016.13
Concreto	Sección-602
Pintura	Sección-.610
Acero de Refuerzo	Artículo-1009.1
Acero Estructural	Sección-605
Madera	Sección-607

**606.3 REQUISITOS PARA LA CONSTRUCCIÓN****606.3.1 Barandas**

Las barandas para puentes y viaductos deberán ser construidas de acuerdo con el alineamiento y niveles que muestren los planos, y no deberán reflejar ningún desnivel que tuviese la estructura. A no ser que fuese especificado de otro modo, todos los postes de la baranda deberán ser verticales. La baranda no deberá ser instalada en un claro hasta que la cimbra y obra falsa provisionales hayan sido retiradas y el tramo esté sostenido por sí solo.

*606.3.1.1 Barandas de Concreto*

Todo el concreto deberá ser de la clase o clases indicadas en los planos, y toda construcción de concreto deberá satisfacer los requisitos aplicables de las Sección-602 y Sección-604.

Cuando el Ingeniero lo ordene, las alturas o elevaciones de la baranda de concreto, deberán ser ajustadas para compensar contraflechas producidas por la carga permanente de la superestructura.

*606.3.1.2. Barandas Precoladas*

Los miembros o elementos precolados serán colados preferiblemente en moldes metálicos. Los elementos precolados serán removidos de los moldes o formaletas tan pronto como sea posible, y serán mojados por un período de diez días. El almacenamiento y manipulación de estos elementos estructurales deberá hacerse con cuidado para preservar los bordes y esquinas exactamente; cualquier elemento precolado que resulte dañado antes o durante su instalación, deberá ser reemplazado. El mortero usado en la instalación será de una parte de cemento y 2.5 partes de arena; la arena que se usará será la parte que pase el Tamiz de 3 milímetros.

*606.3.1.3. Barandas de Acero*

El montaje de barandas de acero deberá satisfacer los requisitos aplicables de las Sección-902 y Sección-605. Las barandas de acero para puentes se construirán de perfiles de acero estructural, de secciones tubulares, de platinas y barras según lo indique el tipo de baranda mostrado en los planos. El montaje de las barandas de acero debe llenar los requisitos de la Sección-605.

Los perfiles, platinas, placas, pernos y tuercas, serán de acero de grado estructural. Las secciones tubulares serán del tipo comercial estándar de acero estructural.

Las secciones forjadas serán exactas en sus dimensiones, libres de torceduras y pandeos, y de una apariencia uniforme.

Toda la soldadura cumplirá con las especificaciones de la AWS D.2.0. La soldadura de las superficies expuestas será enrasada con las superficies adyacentes; cuando haya costura en los postes, éstas deberán ser localizadas en las caras de los postes normales al plano de la baranda.

Los elementos galvanizados dañados deberán ser regalvanizados, excepto cuando el Ingeniero permita reparar las superficies dañadas limpiándolas y pintándolas; la regalvanización deberá cumplir con los requisitos del Artículo-1016.8; la pintura deberá ser rica en zinc.

La tubería de acero para barandas de tubo, será del tipo comercial de acero estructural de calidad estándar; las piezas serán fabricadas de tubos de una sola pieza o de platinas forjadas a media caña soldadas con juntas longitudinales.

Las barandas serán alistadas en el lugar de fábrica o taller, y revisados sus alineamientos y pendientes; los paneles de la baranda serán alineados unos con otros con una tolerancia de 1.75 milímetros.

Los postes serán instalados verticales con una tolerancia de desplome que no exceda 6 centímetros en una longitud de poste de 3 metros.

Los postes serán colocados o empotrados en receptáculos sobre una base de mortero y hormigonados a su alrededor, o bien anclados en elementos de concreto o acero. Los anclajes de acero se incrustarán en concreto hasta la profundidad de empotramiento mostrada en los planos; estos anclajes deberán resistir por 100 horas una carga de tensión de al menos 3,600 Kg para pernos de 16 a 19 milímetros; 1,360Kg para pernos de 9.5 a 12.5 milímetros de diámetro, y 340 Kg para pernos de diámetro de 6.3 milímetros.

#### *606.3.1.4 Barandas de Aluminio*

La fabricación y montaje de barandas de aluminio, deberá satisfacer los requisitos de la Sección-605, sujeta a las siguientes modificaciones y agregados:

##### A) CORTES

El material que tenga un grueso de 13 milímetros o menos, puede ser cortado mediante cizallamiento, aserradura o fresado. El material que tenga más de 13 milímetros de grueso, deberá ser aserrado o fresado.

Los bordes de los cortes deberán ser exactos y lisos, libres de una cantidad excesiva de rebabas o de fracturas melladas. Los cortes entrantes deberán ser achaflanados por medio de barrenos antes de hacer los cortes. La cortadura por llama de gas no será permitida.

##### B) DOBLADURA

El material se podrá calentar hasta una temperatura que no exceda de 204°C durante un período que no exceda de 30 minutos para facilitar la dobladura, excepto cuando se exija la dobladura en frío para conservar las propiedades mecánicas originales del material que se provea.

##### C) AGUJEROS PARA REMACHES Y PERNOS

Los agujeros para los remaches y los pernos deberán ser taladrados hasta el tamaño acabado, o subpunzonados más pequeños que el diámetro nominal del afianzador, y escariados al tamaño adecuado. El agujero subpunzonado deberá tener por lo menos un diámetro menor en un cuarto del diámetro de la pieza. El diámetro acabado de los agujeros no deberá ser mayor del 7% del diámetro nominal del afianzador, excepto que:

- Los agujeros oblongos u ovalados para pernos, que faciliten la expansión, deberán ser suministrados según lo indicado en los planos
- Los agujeros para los pernos de anclaje pueden ser hasta un 25 por ciento más grandes que el diámetro nominal de los pernos, con un máximo de 13 milímetros más grandes que el diámetro nominal del perno.

#### D) CONTACTO CON OTROS MATERIALES

Donde las aleaciones de aluminio estén en contacto con otros metales, las superficies de contacto deberán ser completamente revestidas con una capa de compuesto para aislar o calafatear, impregnado de aluminio, o también se podrá colocar un empaque de neopreno entre las dos superficies. Las aleaciones de aluminio no deberán ser colocadas en contacto con el cobre, aleaciones a base de cobre, plomo o níquel.

Cuando las aleaciones de aluminio entren en contacto con concreto o con piedra, las superficies de contacto deberán ser cubiertas completamente con un compuesto de calafateo impregnado de aluminio. Cuando sea necesaria la adherencia entre el aluminio y el concreto se le dará una capa de pintura de cromato de zinc al aluminio, la que se dejará secar antes de su instalación.

Donde las aleaciones de aluminio entren en contacto con madera, la superficie de ésta que haga contacto deberá recibir tres manos de pintura, como se indica en las disposiciones aplicables de la Sección 610. La superficie de aluminio que haga contacto deberá ser recubierta con un compuesto aprobado de calafateo impregnado de aluminio.

##### 606.3.1.5 Barandas de Madera

La instalación de las barandas de madera deberá llevarse a cabo de conformidad con los requisitos de la Sección-607.

#### 606.3.2 Pintura

Cuando sea requerida por el Contrato, se deberá proceder de acuerdo con la Sección-610.

##### a) Concreto

Antes de pintar la superficie de concreto, se deberá remover toda rebaba y componente de curado. Toda la superficie de concreto estará totalmente seca y libre de polvo, al momento de aplicarse la pintura. A la superficie de concreto se le aplicará dos manos de emulsión acrílica, conforme a la Especificación Federal TT-P-19 y según colores que especifique el Ingeniero.

##### b) Acero Estructural Galvanizado

Toda la superficie galvanizada antes de ser pintada deberá limpiarse con un solvente mineral concentrado suficiente para remover cualquier aceite, grasa u otro material extraño al galvanizado.

Después de la limpieza, se le aplicará una primera capa de pintura con base vinílica, de acuerdo a la Especificación DOD-P-15328D.

El espesor de la película seca estará entre 0.3 y 0.5 milésima de pulgada.

La capa final será pintura de aluminio, de acuerdo a la Especificación AASHTO M 69, tipo II.

El Contratista debe suministrar al Ingeniero, un calibrador magnético, para medir el espesor de película seca de pintura. También debe calibrar el equipo y suministrar los factores de corrección apropiados.

##### c) Pintura del Acero Estructural No Galvanizado

Todo el sistema de pintura y mano de obra, será conforme a las Especificaciones AASHTO, División II, Capítulo 13.



- a. Primera mano de zinc orgánico, de acuerdo a la Especificación DOD-P-21035 A.
- b. Segunda y tercera mano de pintura epóxica, de acuerdo a la Especificación SSPC-22.
- c. La última mano será pintura de aluminio, de acuerdo a la Especificación AASHTO M 69, tipo II.

#### **606.4 MAQUINARIA, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS**

La maquinaria, equipo y herramientas empleados debe cumplir con los requisitos de calidad especificada en el proyecto, y se debe contar con los equipos y cantidad necesaria, para producir el volumen establecido en el plan o programa de ejecución. Siendo responsabilidad del Contratista de Obra la selección de la maquinaria, dicho equipo será mantenido en óptimas condiciones de operación durante el tiempo que dure la obra y será operado por personal calificado. Si durante la ejecución del trabajo el equipo presenta deficiencias o no produce los resultados esperados, el Ingeniero suspenderá inmediatamente los trabajos y el Contratista de Obra deberá enmendar las deficiencias, o reemplazarlo. Los atrasos en el programa de ejecución por este motivo serán imputables al Contratista.

#### **606.5 ACEPTACIÓN**

Los materiales (exceptuando el concreto, la pintura, el acero de refuerzo, el acero estructural y la madera) para barandas de puentes y viaductos, serán evaluados mediante certificados de producción suministrado por el Contratista de parte del Fabricante o por parte de laboratorios independientes de control de calidad según se establece en la División I. Se deberá entregar un certificado de producción con cada embarque de barandas para puentes y viaducto.

- El concreto será evaluado según la *Sección-602*. La pintura será evaluada bajo la *Sección-610*.
- El acero de refuerzo será evaluado según la *Sección-604*. El acero estructural será evaluado según la *Sección-605*.
- La madera será evaluada según la *Sección-607*.
  - La construcción de barandas de puentes y viaductos será evaluada visualmente y mediante mediciones y ensayos para determinar el cumplimiento con los planos y especificaciones.

#### **606.6 MÉTODO DE MEDICIÓN**

La cantidad por la cual se pagará bajo este concepto, será el número de metros lineales de baranda de puente o viaducto de los diversos tipos, colocados completos en su lugar y aceptados, medidos a lo largo del alineamiento y de extremo a extremo de los postes al nivel de la elevación final de la baranda. Incluirá todas las obras construidas arriba de la parte superior del bordillo, o de la acera, y todos los fijadores y anclajes requeridos para fijar la baranda a la estructura. Incluirá la parte de acero de refuerzo para la baranda que se extiende dentro del bordillo. La medición en Suma Global, si así se fijó en el Pliego de Licitación, se procesará según se establece en la División I.

#### **606.7 BASES PARA EL PAGO**

Las cantidades aceptadas, medidas de acuerdo con lo dispuesto 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.

Cuando las CEC o los planos requieran la construcción de puente o viaducto con barandas, pero en el Pliego de

Licitación no figure un concepto de pago, dicha baranda será considerada como parte integrante de la estructura y será pagada de acuerdo con lo estipulado en la sección aplicable que comprenda a la construcción el puente o viaducto.

Los pagos serán efectuados bajo los siguientes conceptos:

Ítem	Concepto de Pago	Unidad de Medida
606.1	Barandas de Concreto para Puentes y Viaductos	Metro Lineal
606.2	Barandas Precoladas para Puentes y Viaductos	Metro Lineal
606.3	Barandas de Acero para Puentes y Viaductos	Metro Lineal
606.4	Barandas de Aluminio para Puentes y Viaductos	Metro Lineal
606.5	Barandas de Madera para Puentes y Viaductos	Metro Lineal

## SECCIÓN 607 ESTRUCTURAS DE MADERA

### 607.1 DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en el suministro, preparación, erección o montaje y pintura de estructuras de madera. También incluye todo el maderamen y herraje necesarios para la construcción e incorporación en la estructura.

### 607.2 MATERIALES

Los materiales deberán cumplir con los requisitos estipulados en los siguientes artículos y secciones:

Herraje.	Artículo-1015.2
Pintura.	Sección-610
Madera Estructural Tratada Aserrada y en Bruto.	Artículo-1015.3
Madera Estructural no Tratada Aserrada y en Bruto.	Artículo-1015.1

### 607.3 REQUISITOS PARA LA CONSTRUCCIÓN

#### 607.3.1 Generalidades

El Contratista deberá llevar a cabo los trabajos de excavación y terraplenado estructurales de acuerdo con la Sección 208. El Contratista deberá suministrar la madera estructural de acuerdo con el esfuerzo admisible requerido.

El Contratista deberá limpiar y retirar los escombros del terreno sobre el cual va a almacenar la madera. La capa inferior de la pila de madera deberá quedar, por lo menos, 200 mm encima del nivel del terreno y se deberán colocar suficientes soportes para evitar la combadura de la madera.

La madera no tratada deberá ser colocada en montones abiertos que permitan el drenaje del agua. La madera deberá ser almacenada en capas apoyadas sobre listones separadores que se extiendan totalmente a través del ancho total de la pila de madera que permitan la libre circulación del aire. Se deberán alinear los listones espaciadores verticalmente y espaciarlos a intervalos regulares.

La madera tratada deberá ser almacenada en pilas cerradas para drenar el agua.

La madera deberá ser protegida de la intemperie. Para cubrir la madera se debe usar material en hojas tales como papel resistente al agua o una película de polietileno opaco. No se la deberá cubrir con membranas impermeables tales como películas de polietileno durante el tiempo seco. No se debe rajarse las envolturas individuales en toda su longitud o punzar el lado más bajo para drenaje del agua.

### **607.3.2 Madera Tratada**

Fabricar las piezas de madera antes del tratamiento. Manejar la madera tratada de acuerdo con la “Hoja de Información para el Consumidor” publicada por la AWPA. La madera tratada se debe manipular con mucho cuidado y no se la debe dejar caer, ni que se dañen las fibras externas, ni que su superficie sea penetrada por herramientas.

No se deberán usar palancas de ganchos, ganchos o picas. En aguas costeras, no se deberá cortar o perforar madera por debajo del nivel de aguas máximas.

Los cortes y raspaduras en la madera deberán ser tratadas con 3 manos a brocha del mismo tipo de preservativo usado en el tratamiento original. Todos los agujeros perforados después del tratamiento deberán ser impregnados con el mismo preservativo, usando equipo apropiado. Todos los agujeros no utilizados deberán ser taponeados usando tapones tratados con el preservativo

### **607.3.3 Madera no Tratada**

Se deberán recubrir las siguientes superficies de madera no tratada de acuerdo con la norma AWPA Estándar M4:

- a) Extremos, coronas y todas las superficies de contacto de postes, soleras y cabeceros.
- b) Extremos, juntas y superficies de contacto de tirantes y miembros de cerchas.
- c) Superficies de piezas de amortiguación y las caras traseras de entablonados de contención de madera.
- d) Toda madera que vaya a estar en contacto con tierra.

### **607.3.4 Pernos y Arandelas**

Se deberán usar arandelas debajo de la cabeza o tuercas de todos los pernos en contacto con madera. Se usarán arandelas de hierro fundido cuando la madera esté en contacto con el terreno. Para quitar las rebabas del hilo de pernos o de tuercas de seguridad se debe usar una herramienta puntiaguda.

### **607.3.5 Avellanado**

Si lo exigen los planos o Especificaciones Especiales, se deberán avellanar las tuercas y cabezas de pernos. Se debe pintar las depresiones formadas por el avellamiento, excepto en las barandas, con un preservativo aprobado. Después de que los pernos y tornillos estén colocados en su lugar, se deberán rellenar los agujeros con brea caliente u otro relleno aprobado.

### **607.3.6 Tirantería**

No se deberán colocar placas o desbastar pilotes tratados para fijar arriostres contra el cimbreo o largueros provi-

sionales. Rellenar los espacios vacíos que haya entre las riostras y los pilotes con bloques tratados de manera que la riostra o tirante quede fijado con seguridad a los pilotes.

#### **607.3.7 Arriostramiento de Caballetes**

Se deberán asentar las soleras en forma firme y pareja a apoyo sólido y apisonense en su sitio. Cuando se cuele el concreto se debe colocar varillas de anclaje a fin de fijar soleras y postes, las que sobresaldrán, por lo menos, 150 mm sobre la parte superior de los pedestales. Debe darse un acabado cuidadoso a los pedestales de concreto para que soporten los caballetes armados, de manera que las soleras y postes descarguen en forma pareja sobre los pedestales.

Se deberán proveer lechos firmes y parejos a las soleras. Hacer que las soleras se apoyen firme y exactamente sobre muertos pilotes o pedestales. Perforar agujeros para pernos de solera y colocar pernos que se extiendan dentro de la solera o pilotes, por lo menos, 150 mm. Donde sea posible, quitar toda la tierra que esté en contacto con los muertos para que haya circulación de aire alrededor de ellos.

#### **607.3.8 Cabeceros para todos los Caballetes**

Hacer que los cabeceros de madera descansen de manera pareja y uniforme sobre las partes superiores de los postes o pilotes de apoyo, con sus extremos alineados. Asegurar todos los cabeceros con pernos lisos y colocar aproximadamente en el centro de los postes o pilotes y extender dentro de ellos, por lo menos, 230 mm.

#### **607.3.9 Arriostramiento**

Empernar los extremos a través del pilote, poste, cabecero o muerto. Las intersecciones intermedias deben ser arriostradas con los postes o pilotes con pernos o clavos con alambre o clavos para embarcaciones, según sea requerido. En todos los casos se deberán usar clavos galvanizados además de pernos.

Hay que hacer que todo el arriostramiento se apoye firmemente contra el pilote o cabecero al cual esté empernado.

Proveer y colocar laminetas de relleno según sean necesarias para evitar el flexionamiento de las riostras más de 25 mm fuera de su alineación cuando se aprieten los pernos de arriostramiento.

- Donde el espacio entre las riostras y el cabecero o el pilote sea de menos de 25 mm, no será necesario el uso de laminetas de relleno.
- Donde el espacio entre la riostra y el cabecero o pilote sea de 40 + 15 mm, colóquense 2 arandelas de cimacio con sus caras angostas juntas u otras arandelas aprobadas en cada perno que pase a través del espacio.
- Donde el espacio entre la riostra y el cabecero o pilote sea de más de 55 mm, úsese laminetas de relleno de madera del espesor apropiado.

Fabricar las laminetas de relleno de roble blanco o de la misma madera tratada usada en la estructura. No se deberán usar laminetas de madera engruesada. Las laminetas de relleno deberán ser hechas de una sola pieza de madera con el ancho no menor de 100 mm y la longitud no menor que el ancho de la riostra medida a lo largo del cabecero o pilote. No se deberá labrar, desbastar o cortar ningún miembro de madera tratada para evitar el uso de laminetas de relleno.

#### **607.3.10 Largueros o Vigas Longitudinales**

Los largueros o vigas longitudinales deberán ser dimensionados de acuerdo con los apoyos y deben ser colocados en tal posición que los nudos cercanos a las orillas queden en la parte superior de los largueros.

Los largueros exteriores podrán tener juntas a tope con los extremos cortados en forma cónica o ahusada, pero los largueros interiores deberán ser traslapadas para apoyarse sobre el ancho total de la viga de piso o cabecero en cada

extremo. Los extremos traslapados de largueros no tratados deberán ser separados, por lo menos, 15 mm para permitir la circulación del aire. Se deberán fijar con toda seguridad los extremos traslapados, con pernos lisos, según sea requerido. Cuando los largueros tengan una longitud de 2 tramos, los traslapes deberán quedar alternados.

Los arriostres cruzados (cruceteado) entre los largueros de madera, deberán ser cuidadosa y exactamente reticulados y firmemente asegurados con clavos oblicuos, por lo menos, con 2 clavos en cada extremo. Todas las piezas del cruceteado deberán ser recortadas de manera que tengan pleno apoyo en cada extremo contra los lados de los largueros. Se deberá crucetear el centro de cada claro de la estructura. Si se usa el bloqueado, deberá ser ajustado en forma apretada y mantenerse en su lugar según sea requerido.

#### **607.3.11 Pisos de Tablones**

Los tablones deberán ser de la calidad especificada y ser cepillados o labrados en sus cuatro caras (L4L).

Los pisos de tablones de una sola capa consisten en un solo espesor de tablones soportados por largueros. Colocar los tablones con el lado del corazón de la madera hacia abajo, con un espacio de 5 mm entre ellas, para madera secada y, con juntas apretadas, para madera no secada. Cada tablón deberá ser firmemente fijado en cada larguero con clavos o escarpas y cuidadosamente enrasado en cuanto a su espesor y colocado de manera que 2 tablones adyacentes no varíen en espesor en más de 2m.

Los pisos de madera de doble capa consisten en dos capas de tablones apoyadas sobre largueros. La capa inferior deberá ser tratada con aceite de creosota a presión. La capa superior podrá ser colocada ya sea diagonalmente o paralelamente a la línea central de la vía, según sea requerido. Fijar firmemente cada pieza del piso a la capa inferior. Las juntas deberán quedar alternadas, por lo menos, un metro. Donde la capa superior sea colocada paralelamente a la línea central de la vía, se deberá tener sumo cuidado de asegurar los extremos del piso. Se deberán achaflanar los miembros extremos de la capa superior en cada extremo de la estructura.

#### **607.3.12 Pisos de Madera Sólida de Tablones de Canto**

Las piezas para pisos de tablones sólidos colocados de canto, deberán tener un grueso nominal de 50 mm y ser cepilladas en uno de sus cantos, rebajándolas, más o menos, 3 mm escasos y, cuando sea requerido, cepilladas en una de sus caras, rebajándolas, más o menos, 3 mm escasos.

Las piezas deberán ser colocadas de canto, en ángulo recto con respecto a la línea central del piso de la vía. Cada pieza deberá ser enclavijada en cada extremo con la que le precede, dejando espacios de aproximadamente, 450 mm, con las clavijas galvanizadas clavadas alternadamente cerca de los bordes superior e inferior. Las clavijas o pernos, lisos y con cabezas, deberán tener un largo suficiente para atravesar dos piezas y alcanzar hasta la mitad de la tercera pieza.

Cuando se utilicen largueros de madera, uno sí y otro no de los tablones de canto, deberán ser sujetados con clavos oblicuos o clavos lanceros, a cada uno sí y otro no de los largueros. Los planos mostrarán los tamaños de las clavijas o pernos lisos. Cuando se usen largueros de acero, se fijarán con toda seguridad las piezas usando abrazaderas de metal galvanizado aprobadas colocadas en sentido vertical y apretadas contra la pieza precedente, apoyadas a nivel en todos los largueros.

Las piezas deberán tener una longitud suficiente para quedar apoyadas sobre 4 largueros, por lo menos. No serán permitirá el uso de piezas empalmadas entre los largueros. Los empalmes extremos en cualquiera de los largueros, no deberán quedar más cercanos entre sí que a cada tercera pieza. Las juntas de los extremos en piezas contiguas deberán quedar espaciadas no más cercanas que cada segundo larguero.

#### **607.3.13 Guarniciones y Barandas**

Las guarniciones y barandas deberán ser armados con exactitud, de acuerdo con los planos y montados siguiendo las líneas y niveles correspondientes.

A menos que estuviese especificado de otra manera, las guarniciones, barandas y postes deberán ser cepillados en las 4 caras (L4L). Las guarniciones deberán ser colocadas en secciones no menores de 4 metros de longitud. Las barandas deberán ser unidas a tope, a escuadra con los postes, y en las barandas se deberán alternar las juntas.

#### **607.3.14 Cerchas o Vigas Armadas**

Al quedar armadas, las cerchas no deberán mostrar ninguna irregularidad en su alineamiento. Las cuerdas deberán quedar rectas y exactas de extremo a extremo en su proyección horizontal. En su proyección vertical deberán mostrar una curva suave a través de las juntas de los entrepaños, de conformidad con la contraflecha correcta. Todas las superficies de apoyo y las juntas deberán ajustarse con exactitud. No se deberán hacer cortes disparejos o ásperos en los puntos de apoyo.

#### **607.3.15 Desagües**

Los drenes deberán ser galvanizados por inmersión en caliente, incluyendo los anclajes, después de su fabricación.

#### **607.3.16 Pintura**

Cuando en los planos se indique el uso de pintura, ésta se aplicará de acuerdo con la Sección-610.

#### **607.3.17 Limpieza**

Al terminar la obra y antes de su aceptación final, el Contratista deberá retirar:

- La obra falsa y pilotes de obra falsa hasta, por lo menos 60 cm debajo del nivel del terreno terminado,
- materiales excavados o no utilizados,
- escombros,
- construcciones provisionales.

Se deberá reponer o renovar cualquier cerca dañada y reparar de manera aceptable toda propiedad pública o privada que pueda haber sido dañada durante el proceso de construcción y dejar el sitio de las obras y vías adyacentes en una condición nítida y presentable satisfactoria para el Ingeniero. Todo material excavado u obra falsa colocada en el cauce de la corriente durante la construcción, deberá ser removida por el Contratista antes de la aceptación final.

### **607.4 MAQUINARIA, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS**

La maquinaria, equipo y herramientas empleados debe cumplir con los requisitos de calidad especificada en el proyecto, y se debe contar con los equipos y cantidad necesaria, para producir el volumen establecido en el plan o programa de ejecución. Siendo responsabilidad del Contratista de Obra la selección de la maquinaria, dicho equipo será mantenido en óptimas condiciones de operación durante el tiempo que dure la obra y será operado por personal calificado. Si durante la ejecución del trabajo el equipo presenta deficiencias o no produce los resultados esperados, el Ingeniero suspenderá inmediatamente los trabajos y el Contratista de Obra deberá enmendar las deficiencias, o reemplazarlo. Los atrasos en el programa de ejecución por este motivo serán imputables al Contratista.

### **607.5 ACEPTACIÓN**

Los materiales, exceptuando la pintura para estructuras de madera, serán evaluados visualmente y mediante certificados de producción entregados por el Contratista de parte del Fabricante. El Contratista deberá entregar un certificado de producción con cada embarque de madera estructural.

La construcción de estructuras de madera será evaluada visualmente y mediante mediciones y ensayos de calidad. La pintura será evaluada de acuerdo con la *Sección-610*.

### **607.6 MÉTODO DE MEDICIÓN**

La cantidad de madera tratada o madera no tratada a pagar, será el número de metros cúbicos colocados en la estructura.

Se calcularán las cantidades con base en las dimensiones nominales y longitudes efectivas, exceptuando los pisos de madera sólida de tablones de canto; éstos serán medidos en su lugar después de darles el acabado.

Todo el herraje (pernos, arandelas, clavos, etc.) será incluido en los precios unitarios de la estructura de madera.

Los pilotes de madera serán medidos de acuerdo con la *Sección-601*.

La baranda de puentes de madera serán medidas de acuerdo con la *Sección-606*.

### **607.7 BASES PARA EL PAGO**

Las cantidades aceptadas, medidas según 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 aparezcan en el Pliego de Licitación, precio y pago que serán compensación total por el trabajo prescrito en esta Sección.

Los pagos serán realizados bajo los siguientes conceptos:

<b>Ítem</b>	<b>Concepto de Pago</b>	<b>Unidad de Medida</b>
607.1	Madera Estructural Tratada	Metro Cúbico
607.2	Madera Estructural no Tratada	Metro Cúbico

## **SECCIÓN 608**

### **ESTRUCTURAS DE MAMPOSTERÍA DE PIEDRA**

#### **608.1 DESCRIPCIÓN**

Esta sección presenta los aspectos de la construcción de estructuras de mampostería de piedra para carretas y puentes, de acuerdo con las siguientes especificaciones, y en conformidad razonable con los alineamientos, niveles, diseño y dimensiones que figuran en los planos o que sean establecidos por el Ingeniero.

La mampostería es un elemento estructural construido con fragmentos de roca acomodados, unidos con o sin mortero. Las clases de mampostería para la construcción de las estructuras viales son designadas de acuerdo con el Artículo-1003.23.3 y las menciones siguientes:

##### *(a) Mampostería Dimensionada*

Las piedras suelen llevar un trabajo de mecanización, típicas de taller de cantería o minería que son cortadas en dos o más dimensiones y colocadas sobre mortero de cemento, en forma traslapada con respecto al plano horizontal, capaz de obtener una forma geométrica regular con acabados a dos caras.

##### *(b) Mampostería Clase A*

Las piedras son talladas, y se ajustarán a una tolerancia de 5 mm con respecto al eje horizontal, y unidas con mortero de cemento.

(c) *Mampostería Clase B*

Las piedras son talladas, y se ajustarán a una tolerancia de 20 mm con respecto al eje horizontal, y unidas con mortero de cemento o de cal.

(d) *Mampostería de Piedra Bruta con Cemento*

Las piedras varían en tamaño y forma, tienen un acabado áspero, y son colocadas sobre cemento en hiladas variables al azar y se ajustaran a una tolerancia máxima de 40 mm.

(e) *Mampostería seca*

Se utilizan y construyen con piedras sin labrar, debidamente acomodada para dejar el menor volumen de vacíos, sin la implementación de morteros.

Para cada una de las mamposterías enunciadas anteriormente el acabado de las caras expuestas es designado según lo estipulado en el *Artículo-1003.22.3 (f)*.

## 608.2 MATERIALES

Se ajustarán a los requisitos estipulados en las siguientes secciones y artículos:

Concreto	Sección-901
Mortero	Artículo-1005.5
Roca para estructuras de mampostería	Artículo-1003.22.3

**Nota:**

*Todos los materiales que se utilicen en la construcción de mampostería de piedra deben de cumplir estrictamente las especificaciones indicadas en cada uno de los artículos que citan los materiales, salvo que el proyecto indique otra cosa o bajo la aprobación del Ingeniero, Si se suministra y utilizan materiales que no cumplan con lo indicado en los artículos citados, ni en el caso supuesto que serán mejorados posteriormente en el lugar por el contratista estos no serán aprobados.*

*Si en la ejecución del trabajo y a juicio del Ingeniero, los materiales presentan deficiencias respecto a las características especificada en el artículo 1003.23.3, se suspenderán inmediatamente los trabajos, en tanto el contratista corrija por su cuenta y costo.*

## 608.3 REQUISITOS PARA LA CONSTRUCCIÓN

### 608.3.1 Generalidades

El Contratista deberá transportar y suministrar piedra que coincida con las características de la roca nativa existente en el Proyecto. En un periodo de 14 días antes de iniciar los trabajos se someterá a la aprobación del Ingeniero muestras de piedra que representen el rango de colores y tamaños a ser usados en la obra de acuerdo con las consideraciones del Artículo 1003.23.

El Contratista deberá mantener un adecuado inventario de la piedra en el sitio a fin de proveer una amplia variedad de piedras para los albañiles. Cuando se lleve piedra adicional, deberá mezclar la piedra nueva con la existente en un patrón y color uniforme.



Es importante garantizar que los fragmentos de roca se almacenarán sobre una superficie seca en un sitio específicamente destinado para tal propósito, además estos deben ser cargados y transportados cuidadosamente para evitar rajaduras y desportilladuras.

El trabajo de excavación y relleno será realizado de acuerdo con la Sección-208. Se debe preparar el terreno de cimentación en dirección normal a la cara o en escalones normales al mismo. Donde se use mampostería de fundación, se deberá limpiar muy bien la superficie de apoyo y humedecer inmediatamente antes de esparcir la mezcla de mortero.

En el caso que el área de emplazamiento de las fundaciones este compuesta por suelos orgánicos, inestables, material extraño, baja capacidad portante y suelos plásticos no compactables, se deberá retirar hasta alcanzar una profundidad adecuada y se colocarán suelos de reemplazo con características físico mecánicas mejoradas; el material de remplazo se ajustará a lo dispuesto en la sección 208.3, además de quedar totalmente terminada y nivelada.

### **608.3.2 Colocación de la Piedra**

La piedra deberá ser colocada de manera que se obtenga un patrón y color uniforme. Se limpiarán muy bien todas las piedras, asegurándose de que sea una roca sana, durable, sólida y resistente. También se deberá garantizar que el área de cimentación debe estar limpia de toda maleza o materia orgánica. Se debe humedecer el lecho de colocación antes de esparcir el mortero, debidamente aprobado por el ingeniero.

En el caso de utilización de mampostería Dimensionada, Clase A, Clase B y Piedra bruta, las piedras se saturarán con agua previamente a su colocación y se unirán con mezcla de mortero en la proporción que establezca el proyecto, llenando completamente los huecos entre las piedras contiguas.

Para los diferentes tipos de mampostería los espesores de lechos y juntas serán los indicados en el Cuadro 608.1. Las juntas de dovelas en la cara de bóvedas en cañón y en el intradós, no deberán ser menor de 6 mm ni mayor de 38 mm de espesor; sin embargo, se deberá hacer el lecho de cada hilada de espesor uniforme en su totalidad.

Las juntas en mampostería dimensionada deberán ser construidas verticales; en todas las otras clases de mampostería, las juntas podrán ser en ángulos de 0 a 45 grados, con respecto a la vertical.

Los lechos en cruz para muros verticales deberán ser a nivel. Los lechos para muros inclinados pueden variar desde a nivel a normales a la línea de inclinación de la cara del muro.

Colocar las piedras con la cara más larga en dirección horizontal y la cara corta en el eje vertical de la mampostería. Las juntas deberán ser rellanadas o enrasadas con mortero, no debiendo quedar vacíos en ninguna de las partes.

En caso de que implementara piedra de origen sedimentario, se colocarán de modo que los planos de estratificación queden normales a la dirección de la resultante de las fuerzas.

La parte de la mampostería clase B, en el caso que pudiera quedar cubierta por agua, invariablemente será unido con mortero de cemento, por lo que no se admitirá mezcla con cal o cementante para mortero.

Para la construcción de mampostería seca, se escogerán piedras que presenten caras planas y en lo posible de forma prismática, a fin de dar un buen asiento, seleccionado para las esquinas y extremos de los muros las que mejor se adapten a esos lugares. Las caras menos irregulares de las piedras se aprovecharán para los paramentos. Cada pieza se apoyará sólidamente cuando menos en tres puntos en su sitio de asiento, acuñaéndolas con lajas para afirmar los apoyos de unas con otras.

No se debe permitir rodar o dar vuelta a las piedras sobre el muro, ni golpear, desplazar o martillar las piedras una vez colocada. Si alguna piedra es aflojada después de que el mortero ha alcanzado el fraguado inicial, se deberá remover, limpiar el mortero y volverse a colocar la piedra con mortero nuevo.

**CUADRO 608-1**  
**Espesores de Lechos y Juntas**

Clase	Lechos (mm)	Juntas (mm)
Bruta	13 - 64	13 - 64
Clase B	13 - 50	13 - 50
Clase A	13 - 50	13 - 38
Dimensionada	10 - 25	19 - 25

### 608.3.3 Rejuntado/acabado de caras

Se rejuntarán o acabarán todas las juntas. Para el mortero de juntas en las caras externas se les constituirá una pequeña corona en el centro de la mampostería para facilitar el drenaje en el área superficial.

Cuando sean requeridas juntas rastrilladas, se realizarán sisas en forma cruzada en las juntas y lechos de las caras expuestas, a la profundidad requerida. Donde se requieran juntas de intemperie se deberán rastrillar ligeramente las juntas. No se deberá dejar el mortero enrasado con las caras de piedra.

Para toda piedra de vista frontal o cara expuesta a la intemperie se deberán limpiar las manchas o material en exceso de mortero mientras la mezcla se encuentre fresco. Después de fraguado el mortero se debe limpiar de nuevo usando cepillo de alambre y limpiadores a base de una mezcla de ácidos.

La mampostería deberá ser protegida en tiempo caliente o seco y debe mantenerse húmeda, por lo menos, 3 días después de terminado el trabajo. Cualquier daño o defecto producido a la obra por efectos de precipitaciones u otras condiciones climáticas adversas, deberán ser reparados por cuenta del contratista bajo la aprobación u órdenes del Ingeniero.

### 608.3.4 Construcción de Muros

El Contratista deberá construir una sección de muestra de muro en forma de L, de no menos de 1.5 m de altura y 2.5 m de largo, mostrando ejemplos de la cara del muro, muro de corona, método de redondeo en las esquinas y métodos de formar las juntas. No se deberá construir mampostería, fuera de la mampostería para fundaciones, antes de ser aprobada la muestra.

Las piedras de cara serán colocadas trabadas en formas diversas a fin de producir el efecto mostrado en los planos y que corresponda a la sección de muestra aprobada. Los lechos no deberán ser extendidos en una línea no quebrada a través de más de 5 piedras y las juntas, a través de más de 2 piedras. Se deberá amarrar cada piedra de cara a cara, por lo menos, 150 mm longitudinalmente y 50 mm, verticalmente. Se deberá construir de manera tal que las esquinas de 4 piedras no queden adyacentes unas a otras.

No se deberán agrupar piedras pequeñas o piedras del mismo tamaño o textura. En general, los tamaños de piedras deberán decrecer en sentido de abajo a arriba con la altura del muro. Las piedras grandes se las debe usar en las hiladas del fondo y, en las esquinas. No se deberán aplicar ningún tipo de carga sobre o contra la mampostería de piedra, por lo menos durante 15 días, después de haber terminado el trabajo.

#### (a) Cabeceros (Piedras "a tazón")

Donde sean requeridos, se distribuirán los cabeceros uniformemente en todos los muros de las estructuras formando, por lo menos, el 20% de las caras.

*(b) Respaldos*

Los respaldos deberán ser contruidos con piedras grandes. Se deberán trabar las piedras individuales que componen el respaldo y el núcleo con las piedras del muro de cara, unas con otras. Todas las aberturas o espacios en el respaldo deberán ser rellenados completamente con mortero o con ripios totalmente embebidos en mortero.

*(c) Coronamiento*

Los coronamientos deberán ser contruidos tal como los muestren los planos. Cuando no estén requeridos los coronamientos, se terminará la parte superior de los muros con piedras suficientemente anchas para cubrir la parte superior del muro de 0.5 a 1.5 m de longitud y de alturas diversas, con una altura mínima de 150 mm. Colocar las piedras de tal manera que la hilada superior sea una parte integral del muro. Escuadrar las coronas de las hileras de piedra de la parte superior en ambos planos, vertical y horizontal.

A menos que el diseño del proyecto indique otra cosa y con la debida aprobación del Ingeniero, el coronamiento o enrase de toda mampostería que quede expuesto a la intemperie, se cubrirá con leve espesor de mortero de cemento.

*(d) Muros de Parapetos*

Se deberán usar piedras selectas, escuadradas y puestas en un plano horizontal, con cabezas acabadas en los extremos de los muros de parapeto, en todos los ángulos y esquinas expuestas. Trabar cabeceros unos con otros tanto como sea posible extendiéndose enteramente a través del muro. Se deberán trabar cabeceros y largueros (piedras "a soga") en las dos caras del muro. Los cabeceros y largueros deberán comprender prácticamente el volumen total del muro. Se deberán rellenar completamente todos los espacios, rajaduras o astilladuras con mortero.

*(e) Drenes*

Se deberán proveer aliviaderos para todos los muros de contención, estribos o bóvedas. Los aliviaderos deberán quedar ubicados en los puntos más bajos donde se pueda obtener salida libre del agua de drenaje y serán espaciados a no más de 3 metros de centro a centro, a menos que se establezca en planos de proyectos o aprobación del Ingeniero.

### **608.3.5 Revestimiento de Piedra para Concreto**

*(a) Piedra Colocada antes del Concreto*

Se deberá dejar irregular la parte trasera de la mampostería para mejorar la trabazón con el respaldo de concreto.

Se usará acero de refuerzo No. 04 doblado formando una letra S alargada para anclar la piedra. Cada ancla será empotrada en un lecho de mortero a una profundidad dentro de 50 mm de la cara de las piedras; el otro extremo del ancha quedará empotrado + 250 mm dentro del respaldo de concreto.

Los anclajes utilizados en la mampostería deberán quedar espaciados a 50 mm a través de un plano horizontal y vertical.

Después de que el mortero haya alcanzado máxima resistencia, se deberán limpiar las superficies traseras de la mampostería de toda suciedad, material suelto y chorreaduras de mortero. Las superficies deberán ser lavadas inmediatamente antes de colar el concreto usando chorros de agua a alta presión.

Al colar el concreto, colocar una lechada de cemento puro de una consistencia cremosa por encima del concreto y contra la mampostería en todo momento. Recubrir todos los espacios de la parte trasera de la mampostería con lechada de acuerdo con las indicaciones del Artículo 1012.14.

(b) *Concreto Colocado antes que las Piedras*

Procedimiento a seguir:

- Mantener el espesor, las características mecánicas y especificaciones del concreto a usarse en los planos.
- Fijar ranuras de metal galvanizado con anclas en la cara de concreto.
- Fijar las anclas verticalmente a un espaciamiento horizontal no mayor de 600 mm.
- Colocar un relleno temporal de fieltro u otro material en las ranuras para impedir que se rellenen con concreto.
- Fijar el recubrimiento de piedra en la cara.
- Acomodar ajustadamente las anclas de metal en las ranuras a un espaciamiento vertical promedio de 600 mm. Doblar por lo menos, el 25% formando un ángulo recto ( $90^\circ$ ) corto para encajar en el receso cortado en la piedra. Extender los anclajes a una profundidad dentro de 75 mm de la cara expuesta de la obra de piedra. Y ante todo se deberá cumplir las especificaciones de la Sección 604.

Cuando la forma de la cara de concreto sea inadecuada para el uso de ranuras de metal, utilizar amarras de alambre de hierro galvanizado de 3.8 mm a una tasa de 7 amarras por cada metro cuadrado de superficie expuesta. Las amarras deberán ser instaladas usando una pistola, después de que el concreto ha alcanzado el fraguado adecuado, bajo la aprobación u órdenes del ingeniero.

Al colocar las piedras, la cara de concreto deberá conservarse constantemente húmeda por las 2 horas anteriores a la colocación de la piedra y rellénense con mortero los espacios entre las piedras y el concreto.

### **608.3.6 Construcción de Arcos**

El Contratista deberá preparar y someter a la aprobación del Ingeniero los dibujos de la cimbra u obra falsa para la colocación de la estructura. Las dovelas del arco deberán ser estratificadas paralelas a la junta radial y todas las otras piedras, paralelamente a los lechos.

El Contratista deberá replantear una plantilla del anillo del arco, a escala natural, en la cercanía de la pedrera, mostrando las dimensiones de cada dovela y el espesor de las juntas. No se iniciará la construcción de las dovelas antes de recibir la aprobación del Ingeniero ni se colocará ninguna dovela en la estructura hasta que todas las dovelas hayan sido formadas y acabadas.

El Contratista deberá construir la cimbra del arco de acuerdo con los planos taller, aprobados por el Ingeniero. Se deberán proveer cuñas adecuadas para ajustar la elevación de las formaletas.

Las dovelas deberán ser colocadas en su posición exacta y mantenidas en su lugar mediante cuñas de madera resistente hasta que el mortero colocado en las juntas haya alcanzado la resistencia máxima solicitada. Cuando sea requerido, se soportará la cimbra con gatas para corregir los asentamientos producidos después de que la colocación de la mampostería. La cimbra deberá ser bajada gradual y simétricamente para evitar sobreesfuerzos en el arco. El arco deberá ser autoportante antes de colocar las barandas o el coronamiento.

Para arcos de enjuta rellena, se deberá quitar la cimbra antes de construir los muros de la enjuta para evitar el acuñamiento de las juntas de expansión. Se colocará el relleno de tal manera que el anillo del arco sea cargado uniforme y simétricamente.

### 608.3.7 Baranda

Se deberá usar mampostería de piedra bruta con cemento. Los muros de núcleo de concreto para muros de guarda podrán ser colados en el sitio o usar unidades prefabricadas de acuerdo con la Sección-901, excepto que el concreto deberá tener una resistencia mínima a la compresión de 25 MPa, a los 28 días.

El Contratista deberá construir una sección de muestra de 8 metros de muro de guarda y no podrá construir muro de guarda adicional antes de que la muestra haya sido aprobada.

El muro de guarda deberá ser construido bien escuadrado y uniforme en toda su longitud sin que ninguna piedra sobresalga más de 38 mm de su línea neta. Los lechos y juntas de mortero deberán ser hechos de acuerdo con el Cuadro 608-1. Las juntas y lechos serán rastrillados a una profundidad de 50 mm al lado del frente y superior, y a 38 mm, en la parte de atrás.

El coronamiento debe ser de una pieza por todo el ancho del muro de guarda en, por lo menos, el 25% de la longitud total. En el resto de la longitud se usará un coronamiento de 2 piezas con la junta dentro de 100 mm del centro del muro de guarda.

Colocar todas las piedras, incluyendo las del coronamiento o albardilla, irregularmente para evitar un patrón. Las piedras serán colocadas en forma que reflejen el ancho de las juntas de expansión. No se deberá dejar un vacío o borde de mortero en la junta de expansión. Para acuñar o trabar las esquinas del muro de guarda se deben usar varios tamaños de piedra.

### 608.4 MAQUINARIA, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

La maquinaria, equipo y herramientas empleados debe cumplir con los requisitos de calidad especificada en el proyecto, y se debe contar con los equipos y cantidad necesaria, para producir el volumen establecido en el plan o programa de ejecución. Siendo responsabilidad del Contratista de Obra la selección de la maquinaria, dicho equipo será mantenido en óptimas condiciones de operación durante el tiempo que dure la obra y será operado por personal calificado. Si durante la ejecución del trabajo el equipo presenta deficiencias o no produce los resultados esperados, el Ingeniero suspenderá inmediatamente los trabajos y el Contratista de Obra deberá enmendar las deficiencias, o reemplazarlo. Los atrasos en el programa de ejecución por este motivo serán imputables al Contratista.

### 608.5 ACEPTACIÓN

El material para el mortero será evaluado visualmente, mediante mediciones y ensayos, y de acuerdo a las especificaciones en las secciones 1001 y 1003. El mortero será evaluado visualmente, mediante mediciones y ensayos según se establece en la División I. Véase en el Cuadro 608-2.

**CUADRO 608-2**  
**Muestreo y Ensayes**

Material o producto	Propiedad o característica	Método de Ensaye o Especificaciones	Frecuencia	Lugar del Muestreo
Mortero	Hechura de los Especímenes de Ensaye	AASHTO T23	1 Muestra por instalación <sup>(1)</sup>	Sitio de la Obra
	Resistencia a la Compresión <sup>(2)</sup>	AASHTO T23		

(1) La muestra consiste en dos especímenes de ensaye.

(2) La resistencia a la compresión será el promedio de dos especímenes.

Además de lo establecido anteriormente en esta normativa, para que las obras de mampostería de piedra se consideren terminada y sea aceptada por el Ingeniero, con base en el control de calidad que ejecute el contratista de obra, mismo que podrá ser verificado por el contratante cuando lo crea conveniente y necesario.

Que los materiales utilizados para la construcción o rehabilitación de la mampostería cumplan con las características establecidas en los artículos citados previamente, además serán evaluados visualmente mediante mediciones y ensayos según se establece en la División I.

El mortero utilizado deberá cumplir con las proporciones establecidas en los planos de proyecto y aprobación por el Ingeniero, a menos que el Contratante indique lo contrario.

Las estructuras deberán cumplir con todos los lineamientos geométricos establecidos previamente en el diseño aprobados por el Contratante, si existiera alguna modificación deberá estar bajo la aprobación del Ingeniero.

Todos los procesos de excavación y relleno estructural para cualquiera de las clases mampostería de piedra, deberán ser aprobado por el Ingeniero y cumplirán con las indicaciones de la sección – 208.

Todas las estructuras menores de concreto (estructuras masivas o ligeramente reforzadas como cabezales, revestimiento de cauces, bordillos, etc.) deben de cumplir con las especificaciones de la sección 901. Además, debidamente aprobación del Ingeniero.

#### **608.6 MÉTODO DE MEDICIÓN**

La mampostería de piedra será medida en metros cúbicos de mampostería colocada y terminada en la Obra. No serán medidas con fines de pago, las secciones de muro de muestra que no hayan quedado incorporadas en el emplazamiento de la estructura, como base se considera el volumen que se fija en el proyecto, haciendo las modificaciones necesarias por cambios autorizados por el contratante.

Los muros de guarda de mampostería de piedra se medirán como unidad de metro a lo largo de la cara frontal del muro incluyendo las secciones terminales. La mampostería de piedra removida y vuelta a colocar, en unidad metros cúbicos después de su recolocación.

El rejunto o acabado de mampostería de piedra será medido por metro de junta.

Los tubos para drenes en los muros de contención, estribos y bóvedas, se tomará como unidad el metro de tubos instalado y terminado, según su tipo y diámetro interior.

#### **608.7 BASES PARA EL PAGO**

Las cantidades aceptadas, medidas de acuerdo con lo estipulado en el artículo precedente, serán medidas al precio de contrato por unidad de medida para los conceptos de pago listados más adelante que aparezcan en el Pliego de Licitación, precio y pago que serán compensación total por el trabajo prescrito en esta sección.

Según el párrafo precedente la mampostería de piedra se pagará en unidad de medida en metro cúbico donde la ejecución de la obra incluye lo que corresponde por valor de adquisición de todos los materiales que componen al elemento (piedra, el cemento, la cal, la arena y agua), además de todos los trabajos complementarios para la ejecución de todas las estructuras de mampostería.

Los tubos para drenes en muros de contención, estribos y bóvedas se pagarán al precio fijado en el contrato para el metro de tubo terminado e instalado, según su tipo y diámetro interior.

Además, se deberá cumplir lo estipulado según se establece en la *División I*.

Los pagos serán efectuados según los conceptos siguientes:

Ítem	Concepto de Pago	Unidad de Medida
608.1	Mampostería Clase	Metro Cúbico
608.2	Muros de Guarda de Mampostería de Piedra.	Metro
608.3	Remoción y Colocación de Mampostería de Piedra.	Metro Cúbico
606.1	Rejuntado de Mampostería de Piedra.	Metro Cuadrado
606.1	Drenes.	Metro

## **SECCIÓN 609** **PUENTES PROVISIONALES**

### **609.1 DESCRIPCIÓN**

Este trabajo consistirá en la construcción, mantenimiento y remoción de puentes provisionales, su subestructura y sus accesos, con señales de prevención reflectivas, barricadas y luces que fueran necesarias para la seguridad y conveniencia del tráfico, en los lugares designados en los planos u ordenados o autorizados por el Ingeniero.

### **609.2 MATERIALES**

El Contratista podrá escoger cualquier material o combinación de materiales que cuente con la aprobación del Ingeniero.

### **609.3 REQUISITOS PARA LA CONSTRUCCIÓN**

#### **609.3.1 Capacidad de Carga**

Los puentes provisionales deberán ser diseñados por un Ingeniero Especialista Estructural.

La carga de diseño deberá corresponder al tipo de camión indicado en las CEC de acuerdo con la Ley y a las “Especificaciones Estándar para Puentes de Carreteras” vigentes de la AASHTO. El diseño deberá ser aprobado por el Ingeniero. Esta aprobación no relevará al Contratista de su responsabilidad por la seguridad del tráfico. Los puentes peatonales deberán ser diseñados para una carga viva de 300 kilogramos por metro cuadrado de piso, y la capacidad combinada de puentes vehiculares y peatonales será una combinación de las cargas antes mencionadas.

La capacidad hidráulica del puente deberá ser adecuada para permitir el máximo caudal previsto para el período de uso del puente provisional.

#### **609.3.2 Estructuras**

Cuando se haya especificado un puente de una vía, el ancho entre las caras de las cunetas o guardavías, será de un mínimo de 4.2 metros; para puentes de dos vías, el ancho mínimo será de 7.50 metros, a menos que los planos muestren otras dimensiones. Los puentes peatonales tendrán un ancho mínimo de 1.25 metros. Los puentes combinados, vehiculares y peatonales, llenarán los anchos mínimos citados anteriormente en este Artículo.

Las cunetas y los guardavías o guarniciones tendrán una altura mínima de 30 cm. Estas serán debidamente fijadas a cada lado de la estructura que soporta el tráfico vehicular.

A cada lado del puente se construirán barandas de diseño aprobado y, en caso de puentes combinados, para vehículos y peatones, se construirán, además, barandas entre la acera y la vía vehicular.

### **609.3.3 Accesos**

Los accesos del puente serán construidos con materiales de terracería y revestimientos adecuados, debidamente compactados para que resistan las cargas vehiculares para las cuales haya sido diseñado el puente. La rasante y alineamiento de los accesos deberán acomodar el tráfico en forma segura, según lo apruebe el Ingeniero.

Para puentes provisionales de una vía se deberá construir un apartadero adecuado en cada extremo para vehículos en espera.

### **609.3.4 Mantenimiento**

El Contratista mantendrá a satisfacción del Ingeniero, cada puente provisional y sus accesos, luces preventivas, semáforos y demás dispositivos de seguridad.

### **609.3.5 Responsabilidad Civil**

El Contratista asumirá toda la responsabilidad por la seguridad de la estructura y dispositivos de prevención para uso del público.

## **609.4 MAQUINARIA, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS**

La maquinaria, equipo y herramientas empleados debe cumplir con los requisitos de calidad especificada en el proyecto, y se debe contar con los equipos y cantidad necesaria, para producir el volumen establecido en el plan o programa de ejecución. Siendo responsabilidad del Contratista de Obra la selección de la maquinaria, dicho equipo será mantenido en óptimas condiciones de operación durante el tiempo que dure la obra y será operado por personal calificado. Si durante la ejecución del trabajo el equipo presenta deficiencias o no produce los resultados esperados, el Ingeniero suspenderá inmediatamente los trabajos y el Contratista de Obra deberá enmendar las deficiencias, o reemplazarlo. Los atrasos en el programa de ejecución por este motivo serán imputables al Contratista.

## **609.5 ACEPTACIÓN**

Los materiales (exceptuando el concreto, la pintura, el acero de refuerzo, el acero estructural y la madera) para barandas de puentes y viaductos, serán evaluados mediante certificados de producción suministrado por el Contratista de parte del Fabricante o por parte de laboratorios independientes de control de calidad según se establece en la *División I*.

El concreto, acero de refuerzo, barandas y otros componentes de la obra serán evaluados según lo estipulado en esta sección.

La construcción de barandas de puentes y viaductos será evaluada visualmente y mediante mediciones y ensayos para determinar el cumplimiento con los planos y especificaciones. *Ver División I*

## **609.6 MÉTODO DE MEDICIÓN**

La cantidad a medir para fines de pago será el número de puentes provisionales del tipo especificado, construidos y aceptados en el Proyecto.



### **609.7 BASES PARA EL PAGO**

Las cantidades aceptadas, medidas de acuerdo con lo estipulado en el artículo precedente, serán pagadas al precio de contrato por unidad de medida para el concepto de pago listado más adelante, que aparezca en el Pliego de Licitación, precio y pago que serán compensación total por el trabajo prescrito en esta sección y según se establece en la División I.

Los pagos serán efectuados de acuerdo con los siguientes conceptos:

<b>Ítem</b>	<b>Concepto de Pago</b>	<b>Unidad de Medida</b>
609.1	Puente Provisional	Unidad

## **SECCIÓN 610** **PINTURA**

### **610.1 DESCRIPCIÓN**

Este trabajo consiste en el suministro y aplicación de cubiertas protectoras a superficies de metal, madera o concreto para controlar la corrosión y el deterioro.

### **610.2 MATERIALES**

#### **610.2.1. Generalidades**

Los materiales deberán cumplir con lo estipulado en las siguientes secciones y artículos:

Aceite de Linaza	Artículo 1012.9
Esencias Minerales	Artículo 1012.13
Pintura	Sección 1008
Agua	Artículo 1012.1

#### **610.2.2 Transporte y almacenamiento**

Todas las pinturas, cualquiera que sea su presentación o tipo, se transportarán y manejarán, desde las instalaciones del fabricante o proveedor hasta el lugar que indique el Ingeniero, en recipientes nuevos y con cierre hermético, evitando que éstos sean golpeados, se expongan a lluvia o temperaturas mayores a 25 grados Celsius.

Los recipientes estarán claramente etiquetados, indicando como mínimo nombre y dirección del fabricante, fecha y número del lote, así como las recomendaciones para el manejo, almacenamiento y aplicación de la pintura.

Los recipientes con pintura se almacenarán siempre en sitios techados y bien ventilados, con acceso restringido al personal operativo y adoptando las medidas de seguridad e higiene correspondiente al manejo de productos tóxicos e inflamables.

**610.3 REQUISITOS PARA LA CONSTRUCCIÓN****610.3.1. Protección del Público, de la Propiedad y de los Trabajadores**

El Contratista deberá cumplir con lo estipulado en la “Guía 3-Guía de Seguridad en la Aplicación de Pintura (SSPC-PA)” y los requisitos de la OSHA. Al remover pintura existente y se trata de un material peligroso que contenga plomo o cromo, deberá cumplir con todo lo siguiente:

<b>1</b>	SSPC	Guía 6 I (CON)- Guía para el Envase de Residuos Generados Durante las Operaciones de Remoción de Pintura.
<b>2</b>	SSPC	Guía 7 I (DIS)- Guía para la Disposición de Residuos Contaminados con Plomo Resultantes de la Preparación de Superficies.
<b>3</b>	OSHA	29 CFR 1926.62- Normas de la Industria de la Construcción para el Plomo.
<b>4</b>	EPA	40 CFR 50.6 - Normas Nacionales Primarias y Secundarias de Calidad del Aire Ambiental para Material Particulado.
<b>5</b>	EPA	40 CFR 50.12 - Normas Nacionales Primarias y Secundarias de Calidad del Aire Ambiental para el Plomo.
<b>6</b>	40 CFR	Partes 260-268- Ley de Conservación y Recuperación de Recursos (RCRA).

Por lo menos 28 días antes de preparar la superficie, el Contratista someterá por escrito a la aprobación del Ingeniero, un plan que detalle las medidas que tomará para proteger el ambiente, al público, a la propiedad adyacente y a los trabajadores. Dicho plan deberá incluir lo siguiente:

- Hojas de datos de seguridad sobre el material que suplirá el Fabricante, así como hojas de datos para los productos que serán utilizados en la limpieza y pintura de superficies.
- Un plan detallado de cómo guardar en recipientes el material removido, de los productos para limpiar pintura y residuos de pintura.
- Incluir el detalle de cómo serán fijados estos recipientes a la estructura durante los trabajos.
- Un plan detallado de disposición del material removido y de los residuos de productos de limpieza y de pintura.
- Medidas de seguridad específicas de protección para los trabajadores contra los peligros en el sitio, incluyendo caídas, vapores y gases, incendios o explosiones.
- Si la pintura que será removida es un material peligroso, especificar las medidas de seguridad que cumplan con las normas citadas anteriormente en este Artículo. A solicitud del Ingeniero, el Contratista documentará tal cumplimiento.
- Procedimientos a seguir en emergencia de derrames.
- La disponibilidad en el sitio de una persona competente, responsable de asegurar que son establecidas y mantenidas todas las medidas necesarias de salud, seguridad y manipulación de los recipientes de desperdicios.

Una vez aprobado el plan por el Ingeniero, el Contratista procederá con el trabajo de acuerdo con el mismo. Si las medidas fallaran en cuanto a los resultados perseguidos, se suspenderá inmediatamente el trabajo y se emprenderán acciones correctivas. Se recogerá todo material y se dispondrá adecuadamente del mismo, incluyendo el agua de desperdicio usada en la preparación, limpieza y pintura de superficies.

### **610.3.2 Protección de la Obra**

El Contratista deberá proteger las superficies adyacentes que no vayan a ser pintadas, usando carpas, pantallas, papel, tela u otros medios apropiados. Se impedirá que las superficies recién pintadas sean contaminadas por el polvo, aceite, grasa u otros materiales perjudiciales.

### **610.3.3 Generalidades Sobre la Preparación de la Superficie. -**

El Contratista deberá notificar por escrito al Ingeniero, con no menos de 7 días de anticipación, del comienzo de las operaciones. Inmediatamente antes de pintar, deberá preparar la superficie de conformidad con las siguientes disposiciones:

- Limpiar la superficie al grado de limpieza especificado.
- Quitar la tierra, polvo y otros contaminantes de la superficie, usando métodos recomendados por el Fabricante de la pintura.
- Secar muy bien la superficie.
- Determinar si la temperatura de la superficie está entre 10 y 40°C.
- Determinar si la temperatura de la superficie es de 3°C ó más arriba del punto de condensación, de acuerdo con ASTM E 337.
- Determinar si la humedad es 85 por ciento menos, a menos que esté especificado de otra manera en la hoja de datos del producto suplida por el Fabricante.

El Contratista podrá usar controles de ingeniería tales como el uso de cubiertas y de humidificación con el objeto de obtener las condiciones requeridas en el listado precedente.

### **610.3.4 Generalidades Sobre la Aplicación de la Pintura**

El Contratista deberá usar prácticas de manipulación seguras, de acuerdo con la hoja de datos de seguridad e instrucciones del Fabricante. Deberá mezclar y aplicar la pintura de acuerdo con las instrucciones para el producto. Mezclará la pintura con mezcladores mecánicos por un tiempo suficiente para mezclar plenamente el pigmento con el vehículo. Continuará revolviendo durante la aplicación. No deberá arralar pintura que haya sido formulada para solo aplicar.

Deberá pintar en forma nítida y de manera experta, que no produzca excesiva acumulación de pintura en “bodoques”, corridas, áreas sin pintura, rajaduras o áreas con película muy delgada. Medirá el espesor de la película de pintura fresca durante la aplicación y ajustará la tasa de aplicación de manera que, después de curada, obtenga el espesor requerido de la película de pintura seca. Aplicará la pintura con brocha, rociada, con rodillo o una combinación de estos métodos, si está permitido en la hoja de datos del producto suplida por el Fabricante.

Deberá usar brochas con masa de cerdas de longitud suficiente para esparcir la pintura en una película uniforme. Usará brochas de forma redonda u ovalada o brochas planas de un ancho no mayor de 120 mm. Esparcirá la pintura en forma pareja y luego, completamente hacia afuera con la brocha, a medida que es aplicada.

Podrá usar equipo rociador sin aire o del tipo convencional con trampas, filtros y separadores adecuados para excluir el agua y el aceite del aire comprimido. Usará aire comprimido que no presente manchas negras o húmedas al ser ensayado de acuerdo con ASTM D 4285.

Deberá usar los tamaños de punta de la pistola de rociar y las presiones recomendadas por el Fabricante de la pintura. Usará rodillos solamente sobre superficies planas y parejas. No deberá usar rodillos que dejen una textura franjeada en la película de pintura. Podrán usar brochas gordas de cuero de carnero, brochas de botella u otros métodos aceptables para pintar superficies que sean inaccesibles para ser pintadas por los métodos regulares.

Deberá curar cada mano de pintura de acuerdo con las recomendaciones del Fabricante. Deberán corregir todas las áreas con película rala o sin pintura, corridas, grumosas y otras deficiencias antes de aplicar la siguiente mano de pintura. Colorear las aplicaciones sucesivas de pintura para contrastar con la pintura que está siendo cubierta.

El Ingeniero aprobará el color de la mano de acabado antes de su aplicación. El Contratista cubrirá las superficies que estarán inaccesibles después de la erección, con el número completo de manos interiores requeridas, antes de la erección.

Después de la erección o montaje, limpiará bien todas las áreas donde hayan sido dañadas o deterioradas las manos inferiores y aplicará en forma localizada las manos inferiores especificadas hasta alcanzar el espesor requerido, antes de aplicar la mano de acabado.

### 610.3.5 Requisitos de calidad

Las pinturas para recubrimiento de estructuras metálicas, cumplirán con los siguientes requisitos de calidad:

- (1) *Apariencia:* La pintura presentará un aspecto uniforme y estará exenta de natas, productos de oxidación, polvo, grumos que requieran incorporación u otras materias contaminantes, y tendrá el color que se indique en el proyecto o apruebe el Ingeniero.
- (2) *Estabilidad:* La pintura conservará su apariencia y consistencia durante 24 horas después de haber sido homogenizada, sin formar sedimentos duros o natas. Se tendrá cuidado de no confundir la falta de estabilidad con un asentamiento normal del pigmento, ya que no se considera la falta de estabilidad cuando el pigmento sedimentado se puede incorporar al vehículo con una agitación manual durante no más de 5 minutos.
- (3) *Contenido de pigmento:* El contenido de pigmento total, de acuerdo con el tipo de pintura de que se trate, cumplirá con el valor señalado en el siguiente cuadro 610-1:

**CUADRO 610-1**

**REQUISITOS DE LAS PINTURAS PARA RECUBRIMIENTO DE ESTRUCTURAS, EN ESTADO FLUIDO**

Tipo de pintura	A base de:	Estado fluido antes de su aplicación				
		Finura (unidades Hegman)	Contenido %		Tiempo de secado duro (horas)	Viscosidad <sup>1</sup>
			Pigmento total	Sólidos totales		
Primario	Cemento de zinc	3 – 5	32 mín	50 – 57	8 máx	0.6 – 1.5 Pa*s (600 – 1500 cP)
	Inorgánico de zinc postcurado	1 – 3	70 mín	86 mín	4 máx	30 – 100 s
	Inorgánico de zinc autocurante	1 – 3	70 mín	86 mín	4 máx	30 – 100 s
	Epóxico catalizado, de altos sólidos	3 mín	47 mín	67 mín	4 máx	0.65 Pa*s mín (650 cP)
	Epóxico catalizado, rico en zinc	3 mín	53 máx	73 mín	3 máx	0.40 – 0.50 Pa*s (400 – 500 cP)
Acabado	Esmalte alquidálico	6 – 7	26 mín	43 – 55	24 máx	0.30 – 0.90 (Pa*s) (300 – 500 cP)
	Epóxico catalizado	5 – 7	30 mín	55 – 62	24 máx	0.30 – 1.00 (Pa*s) (300 – 1000 cP)
	Epóxico catalizado de altos sólidos	5 – 6.5	24 máx	67 – 75	42 mín	0.30 – 3.00 (Pa*s) (300 – 3000 cP)
	Poliuretano catalizado	6 – 7	24 máx	44 mín	30 mín	0.88 – 0.95 Pa*s (880 – 950 cP)

Viscosidad Brookfield, en pascales segundo (Pa\*s) o centipoises (cP); Viscosidad Copa Ford, en segundos (s)

(4) *Adherencia:* La adherencia de la pintura cumplirá con el valor señalado en el siguiente cuadro:

Tipo de pintura	A base de:	Adherencia mínima	
		Mediante raspadura (1), kg	Mediante cuadrícula (2), %
Primario	Cromato de zinc	8	95
	Inorgánico de zinc postcurado	5	80
	Inorgánico de zinc autocurante	5	80
	Epóxico catalizado, de altos sólidos	8	80
	Epóxico catalizado, rico en zinc	8	80
Acabado	Esmalte alquidálico	6	80
	Expóxico catalizado	8	95
	Expóxico catalizado de altos sólidos	8	95
	Poliuretano catalizado	8	95

1. Se determinará la masa con la que se logra levantar o remover la película de pintura del sustrato empleando el aparato Garner.

2. Se evaluará la adherencia de la película de pintura sobre el sustrato, revisando minuciosamente su permanencia en los bordes, zonas de intersección de las líneas de corte y sobre las líneas que forman la cuadrícula.

### 610.3.6 Hierro y Acero Estructurales

#### (a) Sistemas de Pintura

- Superficies Nuevas o Superficies de las que se ha removido toda la pintura existente :  
El Contratista deberá usar un sistema de pintura de los mostrados en el Cuadro 610-1.
- Superficies con pintura sana existente: Usará un sistema de pintura compatible con la pintura existente.  
Usará uno de los sistemas que aparecen en el Cuadro 610-2 ó un sistema aprobado por el MTI para uso en estructuras de acero. Por lo menos, 14 días antes de ordenar la pintura, el Contratista deberá verificar la compatibilidad del sistema propuesto con el sistema existente, en la forma siguiente:
  - Seleccionar un área de prueba de, por lo menos, 3 metros cuadrados, en una condición representativa del estado de la estructura.
  - Realizar el grado especificado de preparación de la superficie y aplicar el sistema propuesto a la capa superior de pintura y a la capa de imprimación existentes. Observar si hay desprendimientos, sangrado, ampollas, arrugas, grietas, flecos u otra evidencia de incompatibilidad.
  - Verificar si no hay indicaciones de incompatibilidad, por lo menos, 14 días después de la aplicación de cada producto. Realizar pruebas de adherencia de acuerdo con ASTM D 3359 método A.
  - El Contratista deberá notificar inmediatamente al Ingeniero, si el ensayo de adherencia falla en la interfase del sistema existente y el sustrato o entre la mano de acabado existente y la imprimación. Una falla de adherencia indica que hay incompatibilidad. Deberá escoger entonces un sistema de pintura más compatible.

#### (B) Preparación de la Superficie

No deberá quitar pintura sana a menos que esté específicamente requerido en las CEC o en las Especificaciones Especiales.

- (1) Superficies Nuevas o Superficies de las que se ha removido toda la pintura existente

El Contratista quitará la suciedad, escamas del fresado, sarro, pintura y otros materiales extraños de las superficies expuestas, por medio de un chorro de arena hasta obtener una superficie metálica nítida de color casi blanco, de acuerdo con la norma SSPC-SP 10.

Usará aire comprimido que esté libre de aceite o humedad y no muestre manchas negras o húmedas cuando se ensaye de acuerdo con la Norma ASTM D4285. No se deberá usar arena sin lavar o abrasivos que contengan sales, suciedades, aceite u otros materiales extraños. Antes de limpiar a chorro de arena en la cercanía de maquinaria, se deberán sellar los cojinetes, muñones, motores y partes móviles para evitar la entrada de polvo abrasivo.

Se limpiará a chorro usando escoria seca y sana, arenilla mineral, balines o viruta de acero. Se deberá usar una graduación adecuada para producir un patrón de ancla uniforme y denso. Se deberá producir una altura de perfil de ancla de 25 a 50 micrones, pero no menos de la recomendada en la hoja de datos del producto suplida por el Fabricante para el sistema de pintura. La altura del perfil de ancla deberá ser medida usando el método de cinta de acuerdo con ASTM D 4417.

**CUADRO 610-2**

**Sistemas de Recubrimiento para Hierro y Acero Estructurales Aplicables a Superficies con Pinturas Sana Existente**

	Sistema de Pintura <sup>(1)</sup>		
	6	7	8
MANO	Medio Ambiente Agresivos (sal)	Medio Ambiente menos agresivo (sin sal)	Medio Ambiente menos agresivo (sin sal)
Imprimación	Uretano curado a la Humedad 50-75 µm seco	Alkid de Bajo	Sellador Epóxico de Baja viscosidad 25-50 µm seco
Intermedia	Uretano curado a la Humedad 50-75 µm seco	Alkid de Bajo	Epóxico 75-100 µm seco
Superior o de Acabado	Uretano curado a la Humedad o Uretano Alifático 50-75 µm seco	Silicón - Alkid de Bajo COV* 50-75 µm seco	Uretano Alifático 50-75 µm seco
Espesor Total	150-225 µm seco	150-225 µm seco	150-225 µm seco

(1) El sistema 6 es para la protección contra la corrosión de hierro y el acero en ambientes atmosféricos agresivamente corrosivos tales como el marítimo, industrial o de alta humedad. El sistema 7 u 8 es para uso en ambientes libres de altas concentraciones de sales o contaminantes que causan ambientes agresivamente corrosivos.

\* COV = Compuesto Orgánico Volátil.

El mismo día en que realice la limpieza a chorro, deberá quitar la suciedad, polvo y otros residuos de la superficie por medio de cepillos, soplando con aire seco limpio o al vacío y aplicar la primera mano de pintura a las superficies limpiadas a chorro. Si las superficies ya limpiadas se ensarran o contaminan antes de aplicar la pintura, deberá repetir la limpieza a chorro.

(2) Superficies con Pintura Sana Existente

El Contratista deberá lavar todas las áreas a ser pintadas con agua a presión para quitar la suciedad, marcas de la superficie, sarro suelto y contaminantes tales como los cloruros. Se deberá mantener una presión del agua de lavar de, por lo menos, 3.5 MPa. Se deberá capturar toda el agua de lavado y los desperdicios removidos de conformidad con las regulaciones pertinentes.

La limpieza deberá ser realizada de acuerdo con una de las siguientes Normas:

- SSPC-SP 2 - Limpieza con herramientas manuales,
- SSPC-SP 3 - Limpieza con herramientas a potencia,
- ó SSPC-SP-6- Limpieza comercial a chorro, para quitar la suciedad, escamas sueltas del fresado, sarro suelto, pintura que no esté firmemente adherida a la superficie subyacente.

También, limpiar las pequeñas áreas que muestren corrosión en los agujeros de pernos, daños causados por piedras lanzadas por el tráfico o rasguños menores. Deberá limpiar, por lo menos, 50 mm más allá del área dañada y achaflanar los bordes de la vieja pintura que queda, para obtener una superficie razonablemente lisa.

El mismo día en que realice la limpieza con herramientas manuales o a potencia se deberá quitar la suciedad, el polvo y otros contaminantes de la superficie limpiando con el método de solventes de acuerdo con la norma SSPC-SP 1 y se debe pintar todas las áreas de acero pelado con la primera mano de pintura. Si las superficies limpiadas se ensarran o se contaminan antes de aplicarles la pintura, se deberá repetir la limpieza a base de solvente. Se reparará todos los daños resultantes en la pintura sana aplicando el sistema entero.

(C) *Aplicación de las Pinturas*

El Contratista aplicará cada mano al espesor de película húmeda recomendado por el Fabricante de la pintura, a fin de obtener el espesor requerido de película seca. Verificará la tasa de aplicación de cada mano por medio de un calibrador de espesores de pintura fresca inmediatamente después de aplicar la pintura a la superficie. Confirmará la tasa de aplicación midiendo el espesor de película seca después de que el solvente se haya evaporado de la superficie.

**610.3.7 Pintura de Superficies Galvanizadas**

El Contratista quitará todo aceite, grasa y otros contaminantes de la superficie lavando con un solvente de esencia mineral de acuerdo con la norma SSPC-SP1. Se aplicará el sistema de recubrimiento indicado en el Cuadro 610-3 para otros metales.

**610.3.8 Pintura de Estructuras de Madera**

Secar la madera hasta un contenido de humedad de 20% o menos. Eliminar toda pintura agrietada o desprendida, pintura pálida suelta, suciedad y otro material extraño de la madera pintada previamente, por medio de cepillo de alambre, raspador y otro método aprobado. En madera tratada con creosota o preservativo de pentaclorofenol

mezclado con aceite, lavar y cepillar cristales de sal visibles en la superficie de la madera y dejar secar. Quitar todo polvo u otro material extraño de la superficie a ser pintada.

Aplicar el sistema de recubrimiento indicado en el Cuadro 610-3. El imprimador podrá ser aplicado antes de la erección. Después de secado el imprimador y que la madera esté en su lugar, rellenar todas las grietas, rajaduras, agujeros de clavo y otras depresiones, enrasarlos con la superficie usando una masilla aprobada. Esparcir en forma pareja y trabajar la pintura en todas las esquinas y recovecos. Dejar secar el espesor total de la mano de pintura aplicada antes de aplicar la siguiente mano.

### 610.3.9 Pintura de Estructuras de Concreto

Eliminar toda lechada de cemento, polvo, material extraño, compuesto para curar, aceite de formaletas, grasa u otros materiales perjudiciales de la superficie de concreto. Eliminar el aceite de formaletas, la grasa o compuesto usado en la curación del concreto, lavando con una solución al 5% de fosfato trisódico y enjuagando con agua limpia. Dejar secar la superficie completamente.

Dar a la superficie limpiada una ligera barrida con abrasivo para eliminar el lavado de mortero u otros contaminantes. Quitar todo residuo y polvo a mano, escoba, aire comprimido u otro método aprobado por el Ingeniero.

**CUADRO 610-3**

### Sistemas de Recubrimiento para Otras Estructuras

Substrato	Recubrimientos de Pintura			
	Imprimación	Intermedio	Acabado	Total
<b>Madera Lisa</b>	Imprimación de Exteriores de Madera <sup>(1)</sup> 60-70 µm seco	Látex o alquid para exteriores 35-50 µm seco	Látex o alquid para exteriores 35-50 µm seco	130-170 µm seco
<b>Madera Áspera</b>	Látex o alquid para exteriores <sup>(1)</sup> 35-50 µm seco	Látex o alquid para exteriores 35-50 µm seco	Látex o alquid para exteriores 35-50 µm seco	105-150 µm seco
<b>Concreto</b>	Mano sencilla de epóxico 80-100 µm seco. Para acabado brillante acábese con poliuretano alifático (50 µm seco).			80-150 µm seco
<b>Bloques de Mampostería</b>	Rellenador para Bloques de Mampostería 50-60 µm seco	Látex o alquid para exteriores 35-50 µm seco	Látex o Alquid para exteriores 35-50 µm seco	120-160 µm seco
<b>Aluminio</b>	Imprimador para Metal 30-40 µm seco	Látex o Alquid para exteriores 35-50 µm seco	Látex o Alquid para exteriores 35-50 µm seco	100-140 µm seco
<b>Otros Metales</b>	Imprimador para <sup>(2)</sup> Metal 35-45 µm seco	Látex o Alquid para exteriores 35-50 µm seco	Látex o Alquid para exteriores 35-50 µm seco	105-145 µm seco



(1) Para madera no tratada, arrálese el imprimador con hasta 0.1 de litro de trementina y 0.1 de litro de aceite de linaza por litro de pintura.

(2) Para superficies galvanizadas, úsese un imprimador epóxico (35-45  $\mu\text{m}$  de espesor seco) o un imprimador de lavado de vinil (7-13  $\mu\text{m}$  de espesor seco).

Aplicar las manos del sistema de recubrimiento indicado en el Cuadro 610-3. Esparcir en forma pareja y trabajar cuidadosamente la pintura en todas las esquinas y recovecos. Dejar secar el espesor total de la mano de pintura antes de aplicar la siguiente mano.

#### **610.4 MAQUINARIA, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS**

La maquinaria, equipo y herramientas empleados debe cumplir con los requisitos de calidad especificada en el proyecto, y se debe contar con los equipos y cantidad necesaria, para producir el volumen establecido en el plan o programa de ejecución. Siendo responsabilidad del Contratista de Obra la selección de la maquinaria, dicho equipo será mantenido en óptimas condiciones de operación durante el tiempo que dure la obra y será operado por personal calificado. Si durante la ejecución del trabajo el equipo presenta deficiencias o no produce los resultados esperados, el Ingeniero suspenderá inmediatamente los trabajos y el Contratista de Obra deberá enmendar las deficiencias, o reemplazarlo. Los atrasos en el programa de ejecución por este motivo serán imputables al Contratista.

#### **610.5 ACEPTACIÓN**

El material de pintura será evaluado visualmente y mediante certificados de producción y comerciales suplidos por el Fabricante del producto según se establece en la División I. Si fuese requerido el muestreo y ensayo de los componentes de la pintura, el muestreo será realizado según la norma FSS 141, método 1021 y el ensayo de las propiedades de la pintura, mediante los procedimientos y métodos listados en la norma FSS 141.

La aplicación de la pintura será evaluada visualmente y mediante mediciones y ensayos de laboratorio para determinar su conformidad con los requisitos de calidad especificados según se establece en la División I. El espesor de la película de pintura seca en las estructuras metálicas será determinado usando un calibrador magnético de espesores de pintura seca tipo 1 de acuerdo con la norma ASTM D 4138. Si se usaran métodos destructivos, el Contratista deberá reparar los lugares de prueba de una manera aprobada por el Ingeniero.

#### **610.6 MÉTODO DE MEDICIÓN**

Las superficies pintadas serán medidas en metros cuadrados o como Suma Global. Cuando la medida sea en metros cuadrados mídase el área visible de la superficie pintada.

#### **610.7 BASES PARA EL PAGO**

Las cantidades aceptadas, medidas de acuerdo con lo dispuesto en el artículo precedente, serán pagadas al precio de contrato por unidad de medida para los conceptos de pago listados más adelante que aparezcan en el Pliego de Licitación, precio y pago que serán compensación total por el trabajo prescrito en esta Sección. (Ver *División I*).

Los pagos serán efectuados según los conceptos siguientes:

Ítem	Concepto de Pago	Unidad de Medida
610.1	Pintura de Estructura de (descripción)	Metro Cuadrado
610.2	Pintura de Estructura de (descripción)	Suma Global

## SECCIÓN 611 DISPOSITIVOS DE APOYO

### 611.1 DESCRIPCIÓN

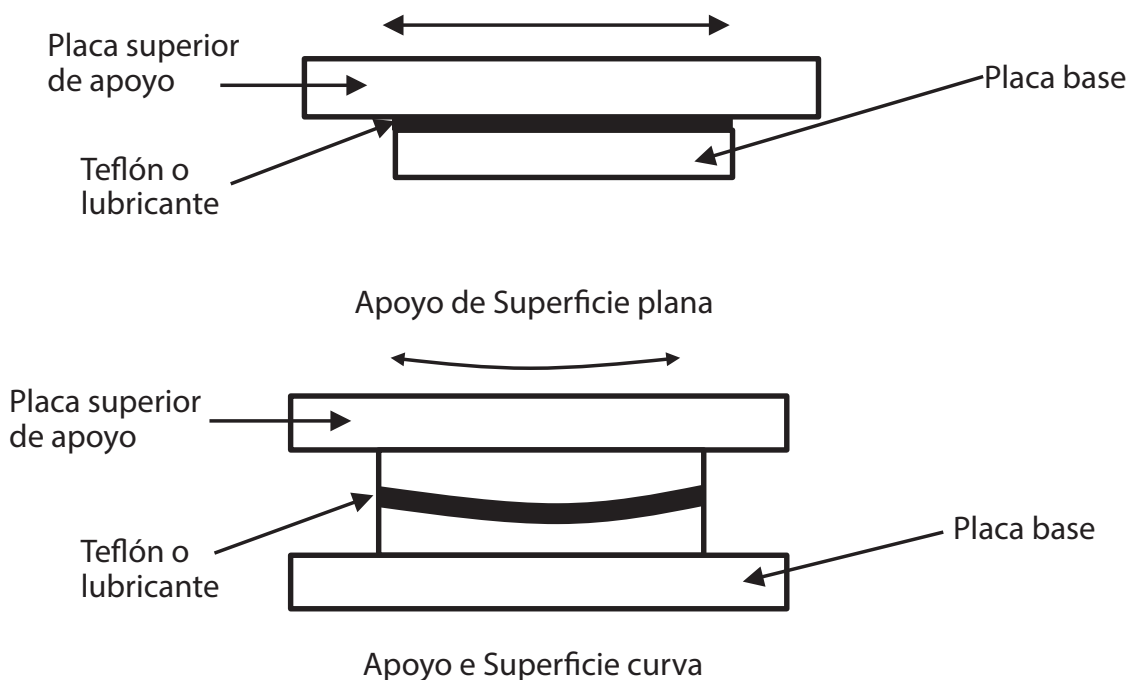
Este trabajo consiste en el suministro e instalación de dispositivos de apoyo para puentes.

Los apoyos para puentes y estructuras similares, son elementos estructurales que se colocan entre un elemento transmisor de carga (viga) y otro que lo soporta (estribos o pila), para controlar los desplazamientos y giros producidos por las cargas de los vehículos, sismo, vientos o por cambios de temperatura en la estructura, y se clasifican en:

#### a) Apoyos Deslizantes

Están formados por una placa superior de apoyo, generalmente de bronce, cobre o de acero con una lámina de acero inoxidable, que se desliza sobre otra placa de base de acero, con ayuda de algún lubricante. Las superficies de contacto entre las placas pueden ser planas o curvas y en caso que se requiera una mayor capacidad de deslizamiento, se coloca una capa de teflón o politetrafluoretileno (PTFE) en las superficies.

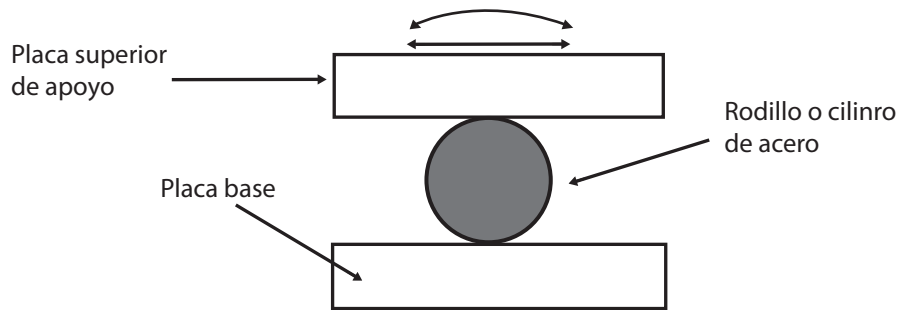
**FIGURA 1**



#### b) Apoyos de Rodillos

Están formados por uno o más cilindros de acero, los cuales se colocan entre dos placas paralelas también de acero. Los apoyos se colocan con un tipo de guía, de tal forma que, durante su vida útil, el eje del rodillo siempre se mantenga en la orientación deseada.

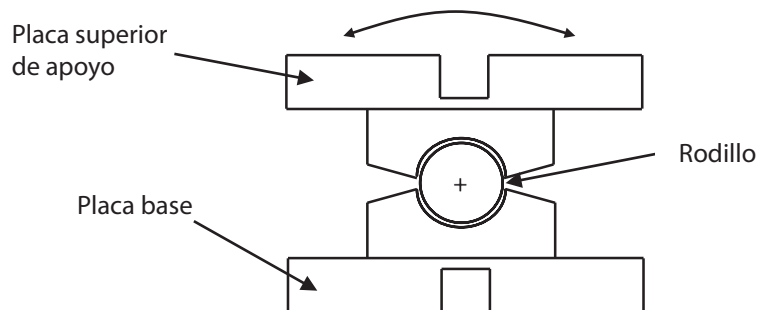
**FIGURA 2**



*c) Apoyos de Rodillos Articulados*

Están formados por un rodillo de acero que se coloca entre dos mordazas también de acero, con superficies cóncavas que permiten embonar el rodillo y adosados a las placas superior de apoyo y de base.

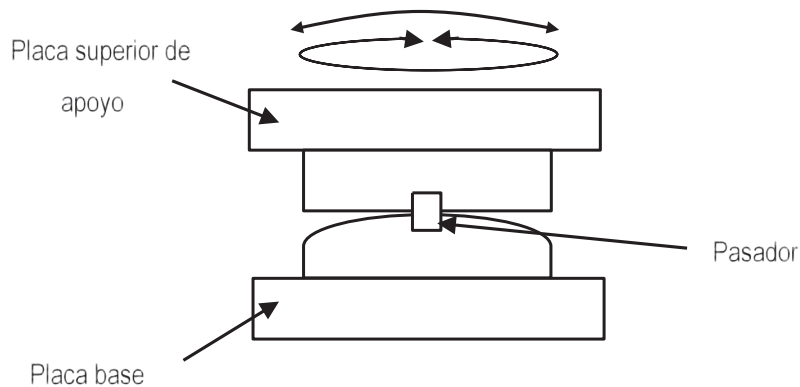
**FIGURA 3**



*d) Apoyos Esféricos*

Están formados por una placa de acero con una superficie convexa, la cual se pone en contacto con otra placa del mismo material, con una superficie convexa o plana, unidas mediante un pasador que evite el movimiento lateral relativo entre ellas y adosadas a la placa superior de apoyo y de base. La superficie convexa del apoyo puede ser una proporción de un semicilindro o de una semiesfera, siempre y cuando se permita la rotación alrededor de uno más ejes.

**FIGURA 4**



e) *Planchas Elastoméricas o Apoyos Integrales.*

- Placas de Neopreno

Son elementos generalmente en forma de prisma rectangular o de forma circular, constituidos por una capa de elastómero vulcanizado en moldes bajo presión y calor.

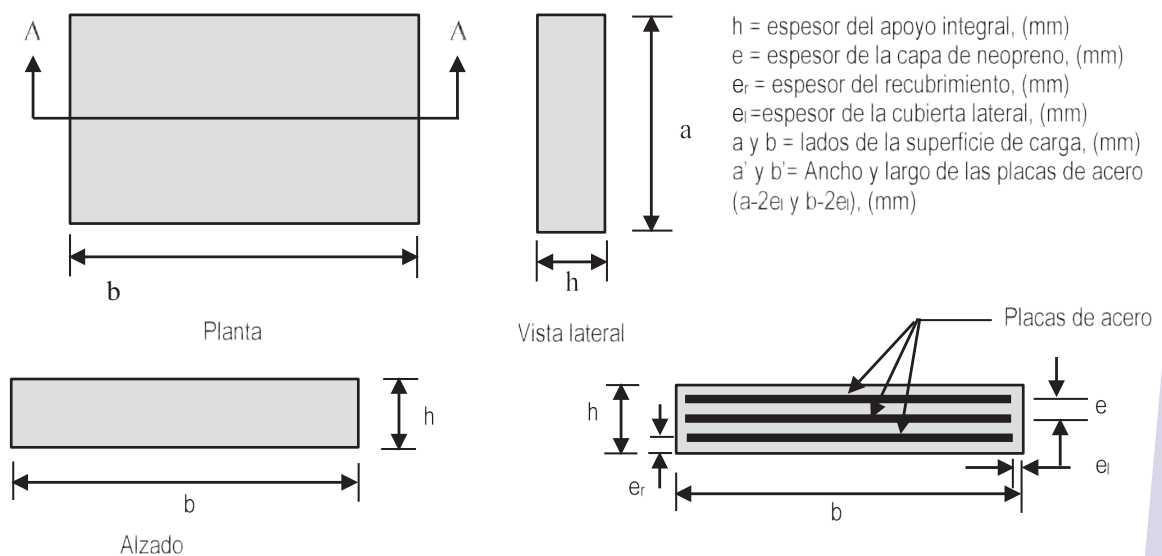
- Apoyos Integrales de Neopreno

Son elementos en forma de prisma rectangular o de forma circular, fabricados con varias capas de elastómero, vulcanizados de una sola pieza, con placas de acero estructural intercaladas como refuerzo. Dichos elementos, se colocan entre un elemento transmisor de carga (viga) y otro que lo soporta (estribo o pila), son empleados para absorber las deformaciones verticales y horizontales, producidas por las cargas de los vehículos, sismos o por cambios de temperatura en la zona de apoyo.

El componente elastomérico usado en la fabricación de placas y apoyos integrales de neopreno, será policloropreno (neopreno virgen), resistente a la cristalización o polisopreno natural virgen (hule natural) como el polímero crudo. Todos los materiales serán nuevos y no se aceptará material reciclado incorporado en la fabricación de las placas y apoyos integrales.

La flama que genera la combustión del neopreno, en su punto de ignición, será autoextinguible en un tiempo máximo de 5 segundos. La ignición del neopreno, se produce aplicando la flama de un mechero a un tramo de neopreno de 5 centímetros de largo con un área de 0,06 centímetros cuadrados como mínimo.

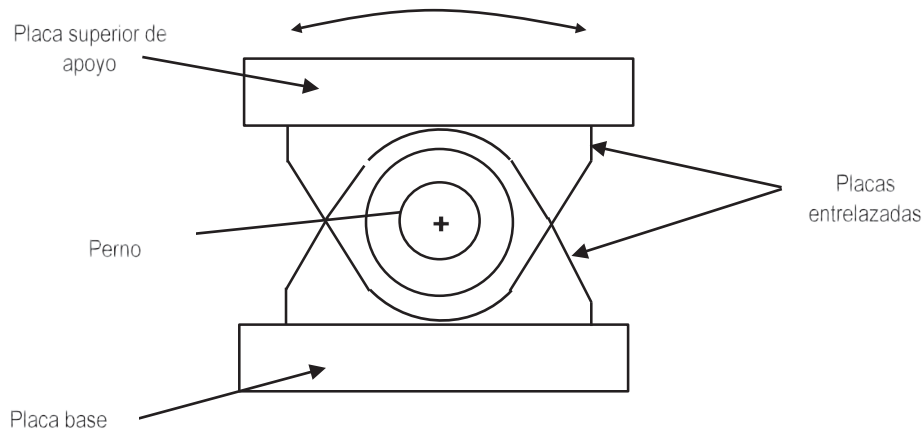
FIGURA 5



f) *Apoyos Articulados*

Son los que se ensamblan con un pasador o perno que atraviesan un determinado número de placas de acero entrelazadas, perforadas y adosadas alternativamente a la placa superior de apoyo y de base. Estos apoyos solo permiten movimientos rotacionales verticalmente, sin embargo, se pueden utilizar en conjunto con apoyos de rodillos para controlar también movimientos de traslación.

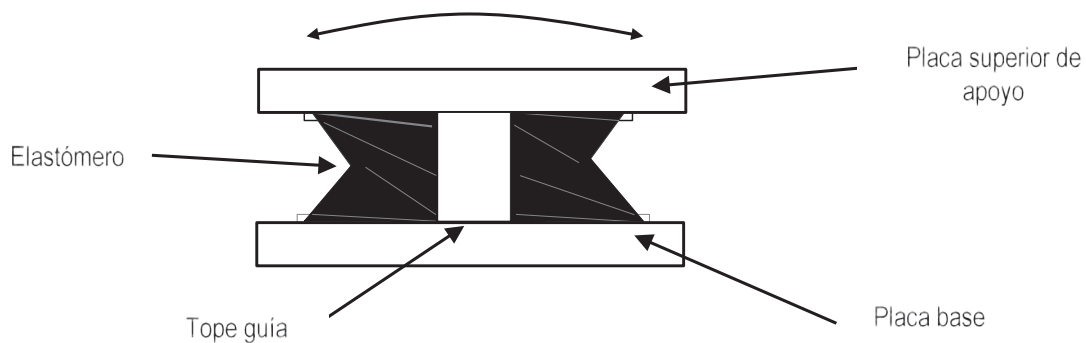
**FIGURA 6.**



*g) Apoyos de Disco*

Están formados por un disco de material elastómero, que puede o no estar confinado contra movimientos laterales, que se coloca entre dos placas metálicas. Al centro del disco se coloca un mecanismo de pasador (tope guía) el cual permite transmitir las fuerzas de cortante entre las dos placas.

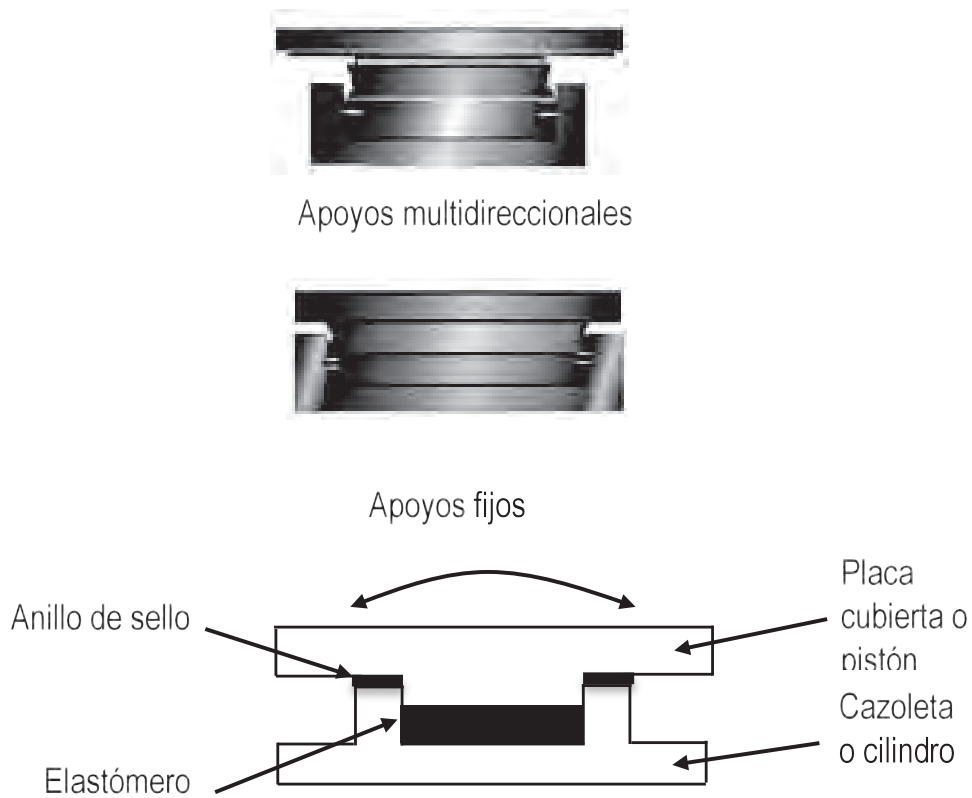
**FIGURA 7**



*h) Apoyos tipo Cazoleta o POT*

Están formados con cuatro elementos: una cazoleta o cilindro de acero, un pistón o cubierta, un disco de material elastomérico y unos anillos para sello, como se muestra en la figura 8. La carga vertical se transmite al apoyo por compresión del elastómero confinado dentro del cilindro o cazoleta. Al deformarse el elastómero se permite la rotación de la cubierta o pistón. Se pueden utilizar en conjunto con apoyos deslizantes para controlar también movimientos de traslación.

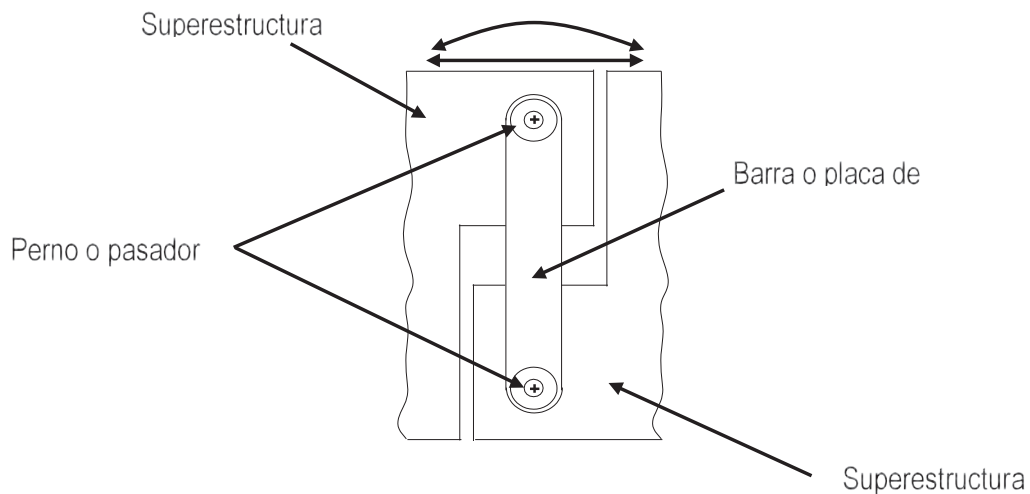
**FIGURA 8**



i) *Apoyos de Liga*

Están formados por una placa, barra o un elemento tubular de acero, que se conecta en sus extremos, con pernos o pasadores, a dos elementos de la superestructura, como se muestra en la figura 9. Esto permite el giro y un movimiento longitudinal, mediante oscilaciones respecto al eje vertical.

**FIGURA 9**



## 611.2 MATERIALES

Los materiales deberán cumplir con lo estipulado en los siguientes artículos:

Materiales Metálicos	Artículo 1016.19
Acero estructura	Sección 605
Acero Inoxidable	Artículo 1016.19.2
Bronce	Artículo 1016.19.3
Cobre	Artículo 1016.19.4
Latón	Artículo 1016.19.5
Materiales Elastoméricos	Artículo 1016.11
Poliuretano	Artículo 1016.11 (a)
Neopreno (Policloropreno)	Artículo 1016.11 (b)
Goma Natural (Polisopreno)	Artículo 1016.11 (c)
Teflón o Politetrafluoretileno (PTFE)	Artículo 1016.18
Lubricantes	Artículo 1016.20

## 611.3 REQUISITOS PARA LA CONSTRUCCIÓN

### 611.3.1 Generalidades

#### (a) Dibujos de Taller

El Contratista deberá preparar y someter a la aprobación del Ingeniero los dibujos para los apoyos de acuerdo según se establece en la División I y la Sección-18 de las "Especificaciones Estándar para Puentes de Carreteras" de la AASHTO, División II, Volumen II. En ellos deberá mostrar todos los detalles de los apoyos incluso el material que se propone usar. Antes de iniciar la fabricación, el Contratista deberá obtener por escrito la aprobación del Ingeniero.

#### (b) Fabricación

Los apoyos deberán ser fabricados de acuerdo con las especificaciones indicadas en el párrafo precedente. El acabado superficial de los componentes de los apoyos en contacto uno con el otro o con el concreto, pero no embebidos en el concreto, se ajustarán a lo estipulado en el Artículo-605.2.4 (b), y tolerancias permitidas en los cuadros 611-1 y 611-2 de esta Especificación.

El conjunto de los apoyos deberá ser armado previamente en el taller, donde se deberá comprobar si está completo y si su geometría está correcta. Los componentes de los apoyos y pernos de anclaje de acero deberán ser galvanizados de acuerdo con lo estipulado en el Artículo-1016.8. No se deberán galvanizar los componentes de apoyos y pernos de anclaje de acero inoxidable.

#### (c) Empaque, manipulación y almacenaje

El tipo de empaque y embalaje de los apoyos especiales para puentes será determinado por el fabricante, de forma que se asegure que todas las partes del apoyo se mantengan limpias y protegidas contra golpes y daños durante su transporte y almacenamiento, así como contra los efectos del calor, humedad, polvo, además de la contaminación y otros efectos perjudiciales.

Antes de embarcar en la fábrica, se deberá identificar claramente cada componente del apoyo y marcar en su parte superior su lugar y orientación en la estructura. Se deberán empernar, amarrar o fijar de cualquier otra manera los apoyos para evitar cualquier movimiento relativo. No se deberá desarmar el conjunto de los apoyos en el sitio de la obra, excepto para inspección e instalación.

Se almacenarán todos los dispositivos de apoyo y sus componentes en el sitio de la obra en un lugar que ofrezca protección contra los daños ambientales y físicos.

*(d) Construcción e Instalación*

Se deberán limpiar los apoyos de todas las sustancias perjudiciales. Se deberá instalar en las posiciones mostradas en los dibujos. Ajustense los apoyos y sus componentes a las dimensiones mostradas en los dibujos o prescritas por el Fabricante. Deberán ser ajustados de acuerdo con las instrucciones del Fabricante para compensar por la temperatura de instalación y los futuros movimientos del puente.

Fijar el nivel de los apoyos del puente en la elevación y posición exactas. Se deberá proveer apoyo completo y parejo en todas las superficies exteriores de contacto del apoyo. Si las superficies del apoyo están a elevaciones inapropiadas, no a nivel, o si los apoyos no pueden por cualquier otra causa ser fijados apropiadamente, el Contratista deberá notificar el hecho al Ingeniero y someter una propuesta por escrito para modificar la instalación en forma aceptable.

Los conjuntos de apoyos metálicos deberán ser asentados, no embebidos en el concreto, sobre el concreto con un relleno o material de tela aprobado. Los apoyos de almohadillas elastoméricas deberán ser asentados directamente sobre superficies de concreto debidamente preparadas, sin material de lecho. Se deberán fresar las superficies de los apoyos asentados directamente sobre acero para proveer una superficie plana y a nivel sobre la cual colocar el apoyo.

### **611.3.2 Apoyos Elastoméricos**

Los apoyos incluyen almohadillas no reforzadas (constituidas solamente por el elastómero) y apoyos reforzados con laminados de acero o de tela.

Se deberán reforzar los apoyos elastoméricos de más de 15 mm de espesor, con laminados a cada 15 mm a través de todo el espesor. Si no está especificado el tipo de apoyo, usar un elastómero de 50 al durómetro, capaz de sostener un esfuerzo compresivo promedio de 7 MPa.

Los apoyos elastoméricos deberán ser fabricados de acuerdo con AASHTO M 251. Se deberá usar material que llene los requisitos de tolerancia a la inflamación, acabado y apariencia del "Manual sobre el Hule" ("Rubber Handbook") publicado por la Asociación de Manufactureros de Hule Inc., RMA F 3 y T.063 para apoyos moldeados y, RMA F 2, para apoyos extruidos. Se determinará el cumplimiento con los criterios de aceptación de AASHTO M 251, nivel I.

Cada apoyo reforzado deberá ser marcado con tinta indeleble o pintura flexible. Las marcas de información deberán incluir el número de la orden, número del lote, número de identificación del apoyo, el tipo del elastómero y número del grado. A menos que fuera especificado de otra manera, las marcas se pondrán en una cara que sea visible después del montaje del puente. Además, el Contratista deberá suministrar todos los números de los apoyos individuales.

Se deberán colocar los apoyos sobre una superficie a nivel. Se corregirá cualquier mala alineación en el apoyo hasta formar una superficie a nivel. No se deberán soldar vigas armadas o planchas de base de acero a las planchas exteriores del apoyo, a menos que hubiera más de 40 mm de acero entre la soldadura y el elastómero. No se deberá exponer el elastómero o el pegamento del elastómero a temperaturas instantáneas de más de 200°C.

### **611.3.3 Tolerancias Dimensionales**

Las dimensiones de los diferentes elementos de apoyos para puentes, deberán cumplir con lo especificado en planos constructivos y/o aprobados por el Ingeniero con las tolerancias que se muestran en el cuadro 611-1, considerando además lo siguiente:



**CUADRO 611-1**  
**TOLERANCIAS**

Tipo de apoyo / elemento		Tolerancias					Acabado Superficial $\mu\text{m}$ , máximo	
		Espesor mm	Largo y ancho mm	Diámetro mm	Otras dimensiones	Desviación respecto a la superficie mm		
Apoyos deslizantes	Placas de cobre, bronce o acero (planas)	-0,0 + 3,175	-0,0 + 3,175	--	--	Clase A <sup>[1]</sup>	0,81 MCR <sup>[2]</sup>	
	Lamina de acero inoxidable	Plana	-0,0 + 1,60	-0,0 + 3,175	--	--	Clase A <sup>[1]</sup>	Tipo espejo (#8)
		Convexa	--	--	-0,51 +0,0	--	-0,051 +0,051	Tipo espejo (#8)
		Cóncava	--	--	-0,0 +0,51	--	-0,051 +0,051	3,18 MCR <sup>[2]</sup>
Hoja de teflón		-0,0 + 1,60	-0,0 +0,762	--	--	Clase A <sup>[1]</sup>	--	
Apoyos de rodillos	Un rodillo	--	-0,0 +0,5	-1,6 +1,6	--	-0,025 +0,025	0,80 Ra <sup>[3]</sup>	
	Más de un rodillo	--	-0,0 +0,08	-0,508 +0,508	--	-0,025 +0,025	0,80 Ra <sup>[3]</sup>	
Apoyos de rodillos articulados	Rodillo de hasta 250 mm de diámetro	Rodillo	--	--	De -0,25 a -0,40	--	-0,025 +0,025	0,5 Ra <sup>[3]</sup>
		Mordaza	--	--	De -0,0 a +0,15	--		
	Rodillo de más de 250 mm de diámetro	Rodillo	--	--	La diferencia entre diámetros será de 0,4 a 0,75 mm	--		
		Mordaza	--	--				
Apoyos esféricos	Placa convexa	--	--	-3,175 +3,175	--	-0,025 +0,025	0,80 Ra <sup>[3]</sup>	
	Pasador	--	--	-0,127 +0,0	--	-0,051 +0,051	0,81 MCR <sup>[2]</sup>	
Apoyos articulados	Pernos de hasta 250 mm de diámetro	Perno	--	--	De -0,25 a -0,40	--	-0,025 +0,025	0,5 Ra <sup>[3]</sup>
		Perforación de la placa	--	--	0,0 +0,15	--		
	Pernos de más de 250 mm de diámetro	Perno	--	--	La diferencia entre diámetros será de 0,4 a 0,75 mm	--		
		Perforación de la placa	--	--				
Apoyos de disco	Apoyo ensamblado	-0,0 +6,35	-0,0 +3,175	--	--	--	--	
	Pasador (tope guía)	--	-0,0 +0,127	--	--	Clase A <sup>[1]</sup>	0,81 MCR <sup>[2]</sup>	
	Otros elementos maquinados	-0,0 +1,6	-0,0 +1,6	--	--	Clase B <sup>[4]</sup>	0,16 MCR <sup>[2]</sup>	
	Disco elastomérico	-0,0 +1,6	-0,0 +3,175	--	--	Clase B <sup>[4]</sup>	--	
Apoyos tipo cazoleta	Apoyo ensamblado	-0,0 +6,35	-0,0 +3,175	--	--	--	--	
	Calzoneta (Dimensiones interiores)	Pared	-0,0 +3,175	--	-0,07 +0,07	Altura de -0,0 a +0,635	-0,025 +0,025	0,81 MCR <sup>[2]</sup>
		Base (superficies inferior y superior)	-0,0 +0,635	--	--	--	Clase C <sup>[5]</sup>	0,16 MCR <sup>[2]</sup>

**CUADRO 611-2**  
**TOLERANCIA EN LOS ESPEORES DE LOS APOYOS INTEGRALES DE NEOPRENO**

Espesor nominal (h)	Tolerancia (mm)
$H \leq 13$	+ 0,8
$13 < h \leq 25$	+ 1,5
$25 < h < 70$	+ 2,0
$70 < h$	+ 3,0

#### 611.3.4 Apoyos de Balancín, de Rodillos y Deslizantes

Cuando sean requeridos, los recubrimientos de TFE, deberán cumplir con el Artículo 611.3.6.

Los apoyos de balancín, de rodillos y deslizantes deberán ser fabricados de acuerdo con los detalles mostrados en los planos y la Sección-605.

La fabricación deberá ser realizada siguiendo la práctica estándar en los talleres comerciales modernos. Se deberán quitar las rebabas y los bordes ásperos y angulosos y cualquier otra imperfección. Se deberán aliviar los esfuerzos de los apoyos de balancín, de rodillos, deslizantes y otros tipos que sean engruesados soldando secciones de platinas unas con otras antes de perforarlas, estirarlas o acabarlas con fresadora.

Recubrir todas las superficies de contacto con aceite y grafito inmediatamente antes de colocar los apoyos de rodillos. Instalar los apoyos de balancín, de rodillos y deslizantes, de manera que queden verticales a la temperatura media especificada, antes de aflojar la obra falsa y después de cualquier acortamiento debido a las fuerzas del presforzado. Se deberá tomar en cuenta cualquier variación con respecto a la temperatura media del claro soportado en el momento de la instalación y cualesquiera otros cambios previstos en la longitud del claro soportado.

El Contratista deberá asegurarse de que la superestructura tenga libre y pleno movimiento en los apoyos móviles. Los apoyos cilíndricos deberán ser colocados en tal posición que sus ejes de rotación queden alineados y coincidan con el eje de rotación de la superestructura.

#### 611.3.5 Mampostería, Suela y Planchas de Relleno para Apoyos

Se deberán proveer planchas de metal para uso en mampostería, suelas y planchas de relleno que cumplan con AASHTO M 270 M, Grado 250.

El acero deberá ser fabricado y acabado de acuerdo con la Sección-605. Se debe hacer los agujeros en las planchas para apoyos perforando, punzonando o cortando exactamente por medio de oxígeno controlado. Se quitarán todas las rebabas con esmeril.

Las planchas de apoyo deberán ser exactamente fijadas en posición nivelada en la forma mostrada en los dibujos, procurando un asiento uniforme sobre el área de contacto del apoyo. Cuando las planchas vayan embebidas en el concreto, se deberán tomar todas las precauciones para mantenerlas en su posición correcta cuando se esté colando el concreto.

### 611.3.6 Superficies Recubiertas con Tetrafluoretileno (TFE) para Apoyos

Se deberá suministrar material de TFE que sea adherido en la fábrica, conectado mecánicamente o encajuelado en el material de respaldo, según lo muestren los planos.

Adherir o fijar mecánicamente la tela que contiene las fibras de TFE a un sustrato rígido. Se usará tela capaz de resistir cargas unitarias de 70 MPa, sin flujo frío. Para el sustrato de la tela, se usará un pegamento capaz de resistir sin delaminación, una fuerza cortante igual al 10% de la carga aplicada vertical u otras fuerzas cortantes de apoyo.

Se determinará el cumplimiento usando métodos y procedimientos de ensayo indicados en la Sección-18, Artículo-18.8.3 de las "Especificaciones Estándar para Puentes de Carreteras" de la AASHTO, División II, Volumen II. Si el dispositivo para los ensayos no permitiera el ensayo de apoyos completos, se fabricarán apoyos extra y se prepararán muestras de por los menos 45 KN de capacidad a esfuerzos de trabajo normales.

Se determinarán los coeficientes de fricción estático y dinámico al primer movimiento del apoyo bajo ensayo, a una velocidad de deslizamiento de por lo menos, 25 mm por minuto. El coeficiente de fricción no deberá exceder al coeficiente de fricción especificado en el Cuadro 611-3 o el establecido por el Fabricante. El Contratista deberá suministrar una lista de los números de identificación de todos los apoyos individuales.

**CUADRO 611-3**  
**Coefficiente de Fricción**

Material	Presión sobre el Apoyo (MPa)	Coefficiente de Fricción
TFE no relleno, tela conteniendo fibras de TFE o compuesto de TFE y metal perforado.	3.5	0.08
	14	0.06
	24	0.04
TFE relleno	3.5	0.12
	14	0.10
	24	0.08
Estructuras trabadas de bronce y TFE relleno.	3.5	0.10
	14	0.07
	24	0.05

### 611.3.7 Pernos de anclaje

- Se deben usar pernos arponados o de rosca que cumplan con ASTM A 307 o los que se indique en los planos o en las Especificaciones Especiales.
- Se deberán taladrar los agujeros para los pernos de anclaje y luego fijar los pernos en lechada de cemento hidráulico no contráctil o fijeseles antes de colar el concreto.

- Se deberán ajustar las posiciones de los pernos de acuerdo con la temperatura de la superestructura, según sea requerido. No se deberá restringir el movimiento de la superestructura en los apoyos móviles por medio de pernos o tuercas de anclaje.

### **611.3.8 Lecho de Mampostería o Concreto**

Se colocará material de relleno o tela como material de asiento o lecho debajo de las planchas de mampostería, si está requerido en los planos o Especificaciones Especiales. Se debe usar el tipo de material de relleno o tela especificada e instalar en forma tal, que se provea un soporte pleno sobre las áreas de contacto. Las superficies de contacto del concreto y del acero se deben limpiar inmediatamente antes de colocar el material de lecho y de instalar las planchas de apoyo o de mampostería.

### **611.4 MAQUINARIA, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS**

La maquinaria, equipo y herramientas empleados debe cumplir con los requisitos de calidad especificada en el proyecto, y se debe contar con los equipos y cantidad necesaria, para producir el volumen establecido en el plan o programa de ejecución. Siendo responsabilidad del Contratista de Obra la selección de la maquinaria, dicho equipo será mantenido en óptimas condiciones de operación durante el tiempo que dure la obra y será operado por personal calificado. Si durante la ejecución del trabajo el equipo presenta deficiencias o no produce los resultados esperados, el Ingeniero suspenderá inmediatamente los trabajos y el Contratista de Obra deberá enmendar las deficiencias, o reemplazarlo. Los atrasos en el programa de ejecución por este motivo serán imputables al Contratista.

### **611.5 ACEPTACIÓN**

Los dispositivos de apoyo serán evaluados visualmente y mediante certificados de producción (según se establece en la División I).

El Contratista deberá suministrar un certificado de producción por cada embarque de dispositivos de apoyo. La instalación de los dispositivos de apoyo será evaluada visualmente y mediante mediciones y ensayos. Ver (División I). La aceptación de los apoyos especiales para puentes por parte del ingeniero, se hará considerando lo siguiente:

- Para que los apoyos especiales para puentes, sean aceptados por el ingeniero, antes de ser utilizados en la obra, el Contratista o el proveedor, cuando se trate de obras por administración directa, entregará al representante del dueño un certificado de calidad por cada apoyo especial, según su tipo, que garantice el cumplimiento de todos los requisitos establecidos en esta especificación o en el proyecto, expedido por su laboratorio o por un laboratorio externo, aprobados por el ingeniero.
- Con el objeto de controlar la calidad de los apoyos especiales, antes de su ensamblaje en la obra, el Contratista inspeccionará cada elemento del apoyo especial por ensamblar, para comprobar que estén limpios; que no muestren grietas, fisuras, deformaciones o algún otro defecto, y que cumplan con la geometría y acabado establecidos en el proyecto o aprobados por el ingeniero, con las tolerancias que se indican en los cuadros 611-1 y 611-2 de esta especificación, entregando al ingeniero los resultados de dichas inspecciones.
- El Contratista o proveedor proporcionará las facilidades necesarias para la prueba e inspección de los apoyos especiales ya ensamblados, ya sea en su planta de producción o en algún laboratorio especializado y aprobado por el Ingeniero.
- El Ingeniero puede verificar que los apoyos suministrados, cumplan con cualquiera de los requisitos de calidad establecidos en esta especificación o los establecidos especialmente en el proyecto, siendo motivo de rechazo el incumplimiento de cualquiera de ellos. Esta verificación se puede efectuar a discreción del Ingeniero.

### **611.6 MÉTODO DE MEDICIÓN**

Los dispositivos de apoyo serán medidos por unidad (unidad).

### **611.7 BASES PARA EL PAGO**

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 aparezcan en el Pliego de Licitación, precio y pago que serán compensación total por el trabajo prescrito en esta sección (según se establece en la División I).

Los pagos serán efectuados bajo los siguientes conceptos:

<b>Código</b>	<b>Concepto de Pago</b>	<b>Unidad de Medida</b>
611(1)	Dispositivo de Apoyo	Unidad

## **SECCIÓN 612**

### **PEGAMENTOS EN CONCRETO ESTRUCTURAL**

#### **612.1 DESCRIPCIÓN**

Este trabajo consiste en reparar grietas en estructuras de concreto, inyectando resinas epóxicas a presión. Para realizar los trabajos de reparación de la grieta por medio de inyección de resina epóxica, antes se deberá determinar la causa de la misma y la necesidad de su reparación estructural.

Si la grieta no compromete la integridad estructural de la obra, es posible que la inyección con grouts de poliuretano u otros materiales no estructurales sean una opción más adecuada para rellenar la grieta.

Cuando se requiere una reparación estructural, deberá corregirse la causa de la grieta antes de proceder con la inyección de la resina epóxica. Si la grieta está húmeda y no puede secarse, deberá considerarse el uso de una resina epóxica tolerante a la humedad. Las grietas que son causadas por corrosión del acero de refuerzo, no deben repararse por inyección de resina epóxica ya que la corrosión continúa causando la aparición de nuevas grietas.

La reparación de fisura se debe hacer teniendo en cuenta las causas de la figuración, evaluado por métodos no destructivos y autorizados por el Ingeniero.

#### **612.2 MATERIALES**

Los materiales deberán cumplir con lo establecido en los siguientes artículos:

- **Resinas Epóxicas:** Las resinas epóxicas deberán satisfacer los requisitos de ASTM C 881 (tipo IV), AASHTO M235.
- **Mortero de polímero:** 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 hidráulico, 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 mín |
| 2) Flujo (FLH T 502 o ASTM C 939)                    | 16 a 26s  |

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 Megapascasles a las 4 horas de su elaboración.

*(c) Mortero no-compresible*

Conforme a la Especificación ASTM C 1107

*(d) Mezcla de Yeso (mortero)*

Conforme a lo siguiente:

1.	Esfuerzo adhesivo,	28 días	2 MPa mín.
2.	Resistencia al congelamiento, sin grietas ASTM C 666, método B	300 ciclos	
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 Compresión, AASHTO T 106, 28 días: $f_c'$	27.5 MPa mín.	

*(d) Mortero de Cemento Hidráulico*

Se suministrará una mezcla con 1 porción de cemento hidráulico por 3 de arena. Cuidadosamente se mezclarán con agua para producir un mortero.

**612.3 REQUERIMIENTOS PARA LA CONSTRUCCIÓN**

**612.3.1 Procedimientos Generales para Reparación de Fisuras**

Se identificarán las áreas de trabajo y serán marcadas, en la ubicación de las grietas que serán reparadas. Luego de evaluar la estructura fisurada se puede seleccionar un procedimiento de reparación adecuado. Para que un procedimiento de reparación sea exitoso debe tener en cuenta la causa o las causas de la figuración.

Por ejemplo, si la figuración se produjo principalmente por retracción por secado, es probable que luego de un tiempo la fisura se estabilice. Por el contrario, si las fisuras se deben a un proceso de asentamiento de las fundaciones que aún continúa, las reparaciones serán inútiles hasta que se corrija el problema del asentamiento.

La inyección de resinas epoxi requiere un alto grado de capacitación, y la aplicación de la técnica puede estar limitada por la temperatura ambiente. Los siguientes son los procedimientos generales involucrados en la inyección de resinas epoxi (ACI 503R).

*a) Limpiar las Fisuras*

El primer paso consiste en limpiar las fisuras que se hayan contaminado, tanto como sea posible. Los contaminantes tales como el aceite, la grasa, el polvo o las partículas finas del Concreto impiden la penetración y adherencia de la resina epoxi, y reducen la efectividad de las reparaciones. Preferentemente la contaminación se debería eliminar por aspiración o lavado con agua u otras soluciones de limpieza.

Luego, se elimina la solución utilizando aire comprimido y un agente neutralizante, o bien se deja transcurrir tiempo suficiente para que se seque al aire. Sin embargo, es importante reconocer las limitaciones prácticas que impiden limpiar completamente las fisuras. Se debería realizar una evaluación razonable de la magnitud y grado de limpieza necesaria. Es posible que haya que realizar una limpieza de prueba.

*b) Sellar las Superficies*

Las fisuras superficiales se deben sellar para evitar que el material epoxídico salga antes de gelificarse. Si no se puede acceder a la cara donde está la fisura, pero hay material detrás de la misma, o si se trata de reparar una losa de cimentación, algunas veces el material posterior o la sub-base constituyen un sello adecuado; sin embargo, es difícil determinar esta condición de manera anticipada, y una inyección no controlada puede provocar daños tales como la obturación del sistema de drenaje.

Por lo tanto, es necesario actuar con extremo cuidado al inyectar fisuras que no son visibles en todas las superficies. Una superficie se puede sellar aplicando un material epóxico, poliéster u otro material sellante adecuado sobre la superficie de las fisuras y permitiendo que endure.

Para evitar que la superficie a lo largo de la fisura tenga aspecto brillante y si no se requiere inyección a alta presión, se puede aplicar un sellador superficial plástico removible sobre la cara de la fisura. Una vez completado el trabajo el sellador superficial se puede retirar y la superficie no quedará brillante. Si la apariencia de la superficie acabada es importante también se pueden emplear selladores en base a cemento.

Si se requieren presiones de inyección extremadamente elevadas, se puede cortar en forma de V alrededor de la fisura hasta una profundidad de 13 mm y un ancho de alrededor de 20 mm, llenar con material epoxídico y enrasar con la superficie.

*c) Instalar las Bocas de Entrada y Venteo*

Hay tres métodos de uso generalizado:

1. Accesorios Insertados en Orificios Perforados

Este método fue el primero en utilizarse, y con frecuencia se perfila previamente las fisuras en forma de V. El método consiste en perforar un orificio en la fisura, de aproximadamente 20 mm de diámetro y entre 13 a 25 mm debajo del vértice de la acanaladura en V. Dentro de este orificio se coloca un accesorio, por ejemplo, una boquilla para tubería o vástago de válvula, generalmente adherido con un adhesivo epoxi. Los equipos de mandril y broca al vacío o las barrenas tubulares enfriadas por agua son útiles para impedir que las fisuras se obturen con el polvo generado por la perforación.

## 2. Accesorios Adheridos a Ras

Un método generalmente utilizado cuando las fisuras no se perfilan en forma de V, para obtener una boca de entrada se debe adherir un accesorio a ras con la cara de Concreto sobre la fisura. El accesorio a ras tiene una abertura en su parte superior para permitir el ingreso del adhesivo y un ala en la parte inferior adherida al Concreto.

## 3. Interrupción del Sellado

Otro método de entrada consiste en interrumpir el sellado sobre una parte de la fisura. Este método se puede utilizar cuando se pueden conseguir dispositivos especiales tipo arandela que cubren la parte no sellada de la fisura y permiten inyectar el adhesivo directamente en la fisura, sin fugas.

### d) Mezcla de la Resina Epoxi

Se procesa por pastones o por métodos continuos. En el mezclado por pastones, los componentes adhesivos se mezclan previamente de acuerdo con las instrucciones del fabricante, generalmente usando un agitador mecánico tal como una paleta mezcladora. Se debe cuidar de mezclar sólo la cantidad de adhesivo que se pueda usar antes que el material comience a gelificarse. Cuando el material adhesivo comienza a gelificarse, comienzan a cambiar sus características de flujo, lo que dificulta cada vez más la inyección a presión. En el sistema de mezclado continuo, dos componentes adhesivos líquidos pasan a través de las bombas de dosificación antes de pasar a través de un cabezal mezclador automático. El sistema de mezclado continuo permite usar adhesivos de fraguado rápido que poseen una vida útil corta.

### e) Inyección de la Resina Epoxi

Se pueden utilizar bombas hidráulicas, tanques de presión o pistolas neumáticas. La presión de inyección a utilizar se debe seleccionar cuidadosamente. Con frecuencia una mayor presión no mejora mucho la velocidad de inyección. De hecho, el uso de una presión demasiado elevada puede propagar las fisuras existentes, provocando daños adicionales.

Si la fisura es vertical o inclinada, el proceso de inyección debería comenzar bombeando resina epoxi en la boca de entrada ubicada a menor altura hasta que el nivel de resina llegue a la boca de entrada inmediatamente superior. Luego la boca de entrada inferior se obtura y el proceso se repite hasta llenar completamente la fisura y obturar todas las bocas.

Si la fisura es horizontal, la inyección debería proceder de la misma manera desde un extremo de la fisura hasta el otro. La fisura está llena cuando la presión se puede mantener. Si la presión no se puede mantener, esto significa que la resina epoxi aún está fluyendo hacia partes de la fisura que aún están vacías o que hay fugas.

### f) Retirar el Sellado Superficial

Una vez que se ha curado la resina epoxi inyectada, el sellado superficial se debería retirar por trituración u otros medios, según resulte adecuado.

## 612.3.2 Métodos de Ensayo

- *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.

- *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.

- *Certificación*

Para el suministro de material manufacturado 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 etiqueta 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 rechazara 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. Esta certificación debe incluir lo siguiente:

- Fecha y lugar de manufactura.
- Resultados de los ensayos del material del mismo lote y documentación emitida por el sistema de inspección y ensayo sobre el respecto.
- Número del lote u otros medios de referencia cruzada de la inspección del fabricante con el sistema de ensayos de la obra.
- Declaración del fabricante de que el material cumple con todos los requisitos del contrato.
- 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 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.

#### **612.4 MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS**

La maquinaria, equipo y herramientas empleados debe cumplir con los requisitos de calidad especificada en el proyecto, y se debe contar con los equipos y cantidad necesaria, para producir el volumen establecido en el plan o programa de ejecución. Siendo responsabilidad del Contratista de Obra la selección de la maquinaria, dicho equipo será mantenido en óptimas condiciones de operación durante el tiempo que dure la obra y será operado por personal calificado. Si durante la ejecución del trabajo el equipo presenta deficiencias o no produce los resultados esperados, el Ingeniero suspenderá inmediatamente los trabajos y el Contratista de Obra deberá enmendar las deficiencias, o reemplazarlo. Los atrasos en el programa de ejecución por este motivo serán imputables al Contratista.

#### **612.5 ACEPTACIÓN**

Los materiales para adherir concreto estructural, son evaluados en las Subsección 612.2. El trabajo de adherir concreto estructural y la reparación de grietas se evalúa según se establece en la División I.

#### **612.6 METODO DE MEDICIÓN**

- 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.

#### **612.7 BASES PARA EL PAGO**

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.

Ítem	Concepto de Pago	Unidad de Medida
612.1	Adherente para concreto estructural	Metro
612.2	Adherente para concreto estructural	Litro
612.3	Adherente para concreto estructural	Unidad
612.4	Preparación de grieta	Metro
612.5	Preparación de grieta	Unidad

## **SECCIÓN 613**

### **MURO DE TIERRA ESTABILIZADOS MECÁNICAMENTE**

#### **613.1 DESCRIPCIÓN**

Esta sección se refiere a la construcción de distintos sistemas de Muros Mecánicamente Estabilizados de acuerdo con los lineamientos y consideraciones establecidas en el Proyecto. En los casos que el Contratista emita y presente especificaciones y planos de ejecución de la obra se debe obtener la aprobación previa del Ingeniero, quien para la revisión se asesorará de un especialista en la materia o de la unidad especializada que corresponda.

La presente normativa se describe las operaciones para la realización de montaje de las obras, asimismo como las recomendaciones prácticas para la organización de la obra.

#### **613.2 MATERIALES**

Los muros de tierra armada o mecánicamente estabilizados son constituidos y ajustados por los materiales descritos en las siguientes secciones y artículos:

Plataforma de Nivelación de Concreto.	Sección-901
Geotextil, Tipo IV.	Artículo-1017.1
Material para Muros Estabilizados Mecánicamente.	Artículo-1019.1
Relleno Granular Selecto.	Artículo-1003.22.6
Geomallas Sintéticas para Refuerzo.	Sección-1018
Concreto reforzado.	Sección -602
Acero de refuerzo.	Sección – 604

#### **613.3 REQUISITOS PARA LA CONSTRUCCIÓN**

##### **613.3.1.Generalidades**

La Construcción de Muros Mecánicamente Estabilizados es un método relativamente simple y rápido. La secuencia de construcción se compone principalmente de la preparación del desplante, instalación de los elementos que componen el paramento, colocación y compactación de relleno, además del tendido del refuerzo en su posición.

Existen algunas consideraciones especiales de construcción, de las cuales deben estar conscientes tanto el diseñador, personal de la construcción y el equipo de inspección para evitar problemas potenciales en el rendimiento y estabilidad de los muros mecánicamente estabilizados. Estas consideraciones se refieren al tipo de sistema que se va a implementar, a las condiciones específicas del sitio, al material de relleno utilizado y a las especificaciones del paramento.

Es de estricto cumplimiento que antes del inicio de la construcción de la estructura, el constructor, la supervisión y todos los trabajadores relacionados con la construcción del Muro Mecánicamente Estabilizado se familiaricen con los siguientes elementos: planos, condiciones Geométricas, topográficas, geotécnicas, obras e instalaciones existentes o a construir, presencia de escurrimientos y otros aspectos generales que intervengan en la construcción de la estructura, características de los materiales (refuerzos, relleno, etc.), procedimientos constructivos.

Los planos de procedimiento constructivo serán claros, breves y precisos. Conteniendo la descripción clara de los pasos a realizar para la construcción de los muros de ser necesario se anexarán diagramas y dibujos, los cuales muestren las maniobras y acciones a realizar, para la correcta ejecución del sistema.

Los planos de procedimiento constructivo pueden variar de acuerdo con el sistema de Muro Mecánicamente Estabilizado que se construya. Antes de proceder a la ejecución del proyecto el contratista deberá tener en cuenta las siguientes consideraciones importantes:

- Comprobar las condiciones del sitio y las profundidades de desplante.
- Preparar los desplantes de acuerdo con los perfiles mostrados en el proyecto.
- Solera de nivelación (comprobar el nivel y alineación topográfica).
- Verificar accesibilidad del sitio.
- Cotejar límites de excavación.
- Desalojo de agua durante la construcción.
- Revisar las características de drenaje; filtraciones, arroyos adyacentes, lagos, etc.
- Revisar las etiquetas de refuerzo para verificar si coinciden con los documentos de certificación.
- Detalles propios del sistema propuesto y de los materiales a emplear.
- Detalles de las fundaciones a construir y rellenos, incluyendo especificaciones de materiales y niveles de compactación.
- Complementos del sistema de drenaje proyectado.
- Otras complementaciones motivadas por requerimientos propios del sistema de contención de tierras propuesto, o solicitudes específicas por el ingeniero.

Los sistemas de contención de tierras serán construidos cumpliendo estrictamente los alineamientos y cotas establecidas en el Proyecto o en los planos de detalle de construcción, si corresponde.

El Contratista deberá elaborar planos de detalle para la construcción cuando se produzca una de las cuatro circunstancias siguientes:

- Cuando el Contratista proponga una solución alternativa a la del Proyecto, de acuerdo con las Bases del mismo Proyecto.
- Cuando el Proyecto no incluya detalles constructivos.
- Cuando el Proyecto obligue a generar especificaciones complementarias específicas.
- Siempre en el caso de Muros de Tierra Estabilizada Mecánicamente.

El Contratista no podrá iniciar los trabajos de construcción y/o montaje de los muros, en tanto no cuente con los planos de detalles constructivos aprobados por el Ingeniero, quien, para tal efecto, se asesorará con la unidad especializada que corresponda de la Dirección ejecutora. A fin de no generar demoras, el Contratista presentará los planos al menos 4 semanas antes de la iniciación de los trabajos.

### **613.3.2 Erección del Muro**

Los paneles prefabricados del paramento se colocan ligeramente hacia atrás (hacia el relleno) con el fin de asegurar una correcta alineación vertical final después de la colocación de relleno. Se produce inevitablemente un movimien-

to mínimo hacia fuera de los elementos del paramento durante la colocación del relleno del muro, y se espera que la interacción entre el refuerzo y el relleno reforzado se corrija.

El Contratista deberá erigir el muro de acuerdo con los dibujos aprobados por el Ingeniero y las instrucciones del Fabricante. Cuando sea requerido, el Contratista deberá contar con la presencia en el sitio de un representante de experiencia del Fabricante del sistema del muro, durante todo el período de erección.

La mayoría de los sistemas con paneles prefabricados tienen alguna forma de machihembrado de alineación entre elementos adyacentes que ayudan en la construcción apropiada. Un típico desplome de los paneles prefabricados segmentados es de 20 mm por metro ( $\frac{1}{4}$ " por pie) de altura del panel.

Los paneles prefabricados de altura completa son más susceptibles a la desalineación que los paneles. Cuando se utilizan paneles de altura completa, el procedimiento de construcción debe ser controlado cuidadosamente para mantener las tolerancias. Puede ser necesario la implementación de procedimientos especiales de construcción, tales como refuerzos adicionales y mayor desplome de la cara del panel.

La clave para un producto final satisfactorio es mantener las alineaciones horizontal y vertical durante la construcción. Generalmente, el grado de dificultad de mantener la alineación vertical y horizontal aumenta a medida que la distancia vertical entre las capas de refuerzo aumenta.

Se recomiendan las siguientes tolerancias en la alineación:

- Espacios en las juntas de los paneles adyacentes (todos los refuerzos): 19 mm  $\pm$  6 mm.
- Paneles prefabricados del paramento (todos los refuerzos): 6 mm por m (direcciones horizontal y vertical).
- Muros de paramento envuelto y taludes (por ejemplo, malla electrosoldada o paramento geosintético): 15 mm por metro (dirección horizontal y vertical).
- Muros de paramento envuelto y taludes (por ejemplo, malla electrosoldada o paramento geosintético) en general vertical: 8 mm por m.
- Muros de paramento envuelto y taludes (por ejemplo, malla electrosoldada o paramento geosintético) abultado: 25 a 50 mm como máximo.
- Elevaciones para la colocación del refuerzo: 25 mm en la elevación para la conexión.
- Cuando los elementos del paramento estén desalineados no es recomendable jalar de nuevo a su lugar porque esto podría dañar los paneles y los refuerzos y, por lo tanto, debilitar el sistema. Las medidas apropiadas para corregir un problema de alineación son remover el material de relleno y los elementos de refuerzo, seguido por la recolocación de los paneles. La decisión de rechazar tramos de la estructura que estén desalineados debe ser rápida, debido a que la recolocación del panel y la manipulación del material de relleno consume mucho tiempo.

En ocasiones, los paneles modulares inferiores pueden experimentar algún movimiento después de que varios paneles han sido colocados sobre éste. Esto podría deberse a un asentamiento en la cimentación, exceso del contenido de humedad después de lluvias intensas, o una compactación excesiva. Cuando estas deformaciones post construcción ocurran, se debe de detener la obra de inmediato y la situación debe ser evaluada por especialistas calificados en geotecnia.

Aberturas excesivas en las juntas horizontales y verticales pueden dar lugar a la desalineación en los paneles del paramento, agrietamiento y desprendimiento debido a las tensiones puntuales.

El calce con piedras o trozos de concreto para nivelar los paneles del paramento no estará permitido. Es imprescindible contemplar almohadillas de apoyo en las juntas horizontales entre los paneles segmentados del paramento

para evitar tensiones puntuales (corcho, neopreno, o caucho se utilizan típicamente). Estos materiales se colocarán en estricta conformidad con los planos y especificaciones, especialmente en relación con el espesor y la cantidad.

*(a) Muros con Frente de Concreto*

Se deberán erigir los paneles por medio de dispositivos de elevación conectados al borde superior del panel. Los paneles prefabricados de revestimiento de la cara del muro, serán alineados dentro de un margen de 19 mm, vertical y horizontalmente, al ser medidos con una regla de 3 m de longitud.

Las juntas serán hechas de 19 + 6 mm de ancho y se colocará el material para juntas de acuerdo con los dibujos. A continuación, se deberán cubrir todas las juntas, por el lado trasero de los paneles, con tiras de 30 cm de ancho de geotextil. Los empalmes de las tiras de geotextil serán traslapados un mínimo de 10 cm.

Los paneles serán sostenidos en su posición por medio de cuñas o riostras temporales durante las operaciones de rellenado. El muro será erigido de tal manera que la tolerancia total vertical (de la corona hasta el pie) no exceda de 13 mm, por cada 3 metros de altura de muro.

*(b) Muros con Cara Alambrada*

El Contratista colocará mantas de respaldo y tela de alambre de 6 mm de espesor, en capas horizontales sucesivas a medida que prosigue el terraplenado con material. Se conectarán, apretarán y anclarán los elementos de refuerzo del suelo a las unidades de revestimiento del muro, antes de colocar el relleno. No se deberá exceder la tolerancia vertical de una capa individual y una tolerancia vertical total (de la corona al pie) del muro, de 25 mm por cada 3 metros de altura del muro. Se colocarán los elementos de refuerzo dentro de un margen de 25 mm verticalmente por encima de la elevación de conexión correspondiente en la cara del muro. No se deberán colocar los elementos de refuerzo por debajo de las correspondientes elevaciones de conexión. No deberá haber desviación respecto al talud diseñado del muro, en más de 25 mm por cada 3 metros de altura del muro; tampoco deberá haber desviación de más de 50 mm en cualquier punto del muro con respecto a una regla de 3 metros colocada horizontalmente en el plano teórico de la cara de diseño.

*(c) Muros con Cara de Gaviones*

El Contratista deberá colocar la primera capa de relleno antes de llenar la canasta de los gaviones. Se deberá construir la estructura de los gaviones de acuerdo con la Sección-917. Se colocará horizontalmente la malla de refuerzo sobre relleno compactado y normalmente a la cara del muro. Se conectará la unidad de cara del gavión a la malla de refuerzo con atadores en espiral o alambre de amarre, con un espaciamiento nominal de 10 cm alternando lazos cerrados sencillos y dobles. Se deberá jalar y anclar la malla de refuerzo hasta que quede tensa antes de colocar relleno adicional.

*(d) Muros de Contención con Geomalla Estructural y Geocompuestos de Drenaje*

En este tipo de muros se usan geomallas estructurales, bloques de concreto, conectores de alto rendimiento y geocompuestos de drenaje. El Contratista deberá seguir las instrucciones del Fabricante de los elementos y dotar al Ingeniero de la información técnica, cálculos de ingeniería y documentación sobre la calidad de los materiales (composición, resistencias, durabilidad, etc.).

### **613.3.3 Rellenado**

El volumen estabilizado deberá ser rellenado con relleno granular selecto (excepto en algunos sistemas patentados que usan relleno de suelo común), asegurándose de que no existan vacíos debajo de la malla de refuerzo o tiras de geotextil. Cada capa deberá ser compactada. Se debe usar un compactador mecánico o vibratorio liviano aceptable dentro de un metro de la cara del muro. Donde el volumen estabilizado va a soportar zapatas de fundación para puentes u otras cargas estructurales, se deberá compactar la capa superior de 1.5 metros a, por lo menos, el 100% de la máxima densidad.

El control de humedad y la densidad es imprescindible para la construcción de los muros mecánicamente estabilizados. Incluso cuando se utilizan materiales granulares de alta calidad, los problemas pueden ocurrir si no se ejerce un control en la compactación. El material de relleno del macizo será colocado y compactado en o dentro del 2% seco del contenido de humedad óptimo.

Si el relleno reforzado es drenante, con menos de 5% de material que pasa la malla N<sup>o</sup> 200 (material fino), el contenido de agua podrá estar dentro de  $\pm 3$  puntos porcentuales de la óptima. La colocación del contenido de humedad puede tener un efecto significativo en la interacción del suelo con el refuerzo. Un contenido de humedad demasiado alto hace que sea cada vez más difícil mantener una alineación aceptable en el paramento, especialmente, si el contenido de finos es alto. El contenido de humedad demasiado seco puede resultar en asentamientos significativos durante los períodos de precipitación.

Para muros de contención se recomienda una densidad de 95% del valor máximo del PVSM . Para muros de estribo y muros que soportan cimentaciones de estructuras se recomienda el 100%.

Es preferible se solicite una especificación de procedimiento cuando un porcentaje significativo de material grueso, generalmente 30% o superior es retenido en la malla de 19 mm ( $\frac{3}{4}$ ""). En esta situación, para alcanzar la densidad máxima práctica, se debe pasar tres a cinco veces con equipos convencionales de compactación con rodillo vibratorio. Los requisitos reales se determinarán con base a las pruebas de campo.

El material de relleno será descargado sobre o de forma paralela a la parte trasera y media de los refuerzos y bandedo hacia la cara frontal como se muestra en la Figuras 69. En ningún momento estará en contacto directo con los refuerzos algún equipo de construcción porque los revestimientos protectores de los refuerzos pueden ser dañados. Las capas de suelo serán compactadas hasta o ligeramente por encima de la elevación de cada nivel de las conexiones de refuerzo antes de colocar la capa de elementos de refuerzo.

El Contratista tomará las precauciones para no dañar o alterar la cara del muro, la malla de refuerzo o tiras de geotela. También deberá corregir los elementos del muro que fueran dañados, desalineados o distorsionados.

El Contratista deberá rellenar y compactar la parte trasera del volumen estabilizado, con relleno estructural. Al finalizar las operaciones, se deberá dejar la última capa de relleno con inclinación hacia afuera, a fin de que cualquier agua superficial se aleje del muro. No se deberá permitir que el escurrimiento superficial de áreas adyacentes entre al área de construcción del muro.

### **613.3.4 Plataforma de Nivelación**

Se recomienda que la plataforma o solera de nivelación de concreto tenga unas dimensiones mínimas que dependerán del tipo de paramento y una resistencia mínima a la compresión de 150 Kg/cm, a menos que sea indicada en el proyecto u ordenada por el Ingeniero.

Es preferible que las soleras coladas en sitio se fabriquen con un mínimo de 12 horas de anterioridad a la colocación de los paneles de revestimiento. Se recomienda realizar una cuidadosa inspección de la dala de nivelación para asegurar una correcta alineación y nivel.

La tolerancia vertical recomendada es de 3 mm con respecto a la elevación de diseño. Si la dala de nivelación no está en la elevación correcta, la parte superior del muro no estará en la elevación correcta. Una dala de nivelación colocada incorrectamente provocará una mala alineación del panel posterior, el agrietamiento, astillamiento y desportillamiento del mismo.

Los elementos prefabricados de altura completa para el paramento requerirán una solera o plataforma de nivelación de dimensiones mayores para mantener la alineación y proporcionar apoyo temporal como cimentación.

### **613.4 MAQUINARIA, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS**

Para que se lleve a cabo en buen término la construcción de los muros mecánicamente estabilizados es preferible conocer el equipo necesario y conocer los proveedores de este en caso de que no se cuente con él.

En los apartados siguientes se menciona una breve explicación del equipo que se requerirá durante las diferentes etapas de construcción de los Muros Mecánicamente Estabilizados.

#### **1) Equipo para Tendido de Material**

Al colocar el material de relleno para terraplenar el Muro Mecánicamente Estabilizado, debe ser extendido para su compactación dejando una superficie plana para la colocación del refuerzo. En caminos, el equipo que se emplea para el tendido de materiales para conformación de terraplenes es la motoconformadora o motoniveladora.

#### **2) Equipo de Riego**

Tal y como se realiza en caminos, las terracerías llevan el mismo proceso de compactación, por lo cual es importante el riego de la capa a compactar, para alcanzar la humedad óptima previamente establecida en el proyecto. Se recomienda que el riego del material se realice con equipo de aspersion para la mejor distribución de la humedad del suelo.

#### **3) Equipo de Compactación**

Con la excepción de la zona de 1,00 m directamente detrás de los elementos del paramento, rodillos grandes, lisos y vibratorios se utilizan generalmente para obtener la compactación deseada en el sitio. No se deberá ocasionar un esfuerzo de compactación excesivo o uso de equipos muy pesados cerca de la cara del muro esto podría dar lugar a un movimiento excesivo y desplome o daño estructural del elemento.

Una compactación inconsistente y una compactación deficiente causada por insuficiente esfuerzo de compactación o el permitir que el contratista “compacte” el relleno con camiones u otro tipo de maquinaria no apta, dará lugar a desajustes graves y problemas de asentamiento y de estabilidad interna del Muro Mecánicamente Estabilizado, lo cual no deberá permitirse.

#### **4) Equipo para Montaje de Paneles Prefabricado**

Para el montaje de los paneles prefabricados se deberá usar equipo especializado, los cuales garanticen la seguridad de los trabajadores y el buen montaje de los paneles.



La colocación de paneles de mallas electrosoldadas se puede realizar por los trabajadores, siempre y cuando no presente un riesgo para la seguridad del personal de la obra y la colocación adecuada de los paneles.

Para el caso de paramentos de concretos colados en sitio, no se empleará el mismo equipo de montaje que para los paneles prefabricados, ya que el armado y colado de este paramento se realizará en la obra, siguiendo el mismo procedimiento que el que se usa en un muro de contención de concreto armado. Para el izaje y montaje de los paneles se recomienda usar grúas tipo HIAB.

### **613.5 ACEPTACIÓN**

- Los materiales para muros de tierra estabilizados mecánicamente, listados en el Artículo 1019.1, serán evaluados mediante inspección visual y certificados de calidad (Artículo 102.21). El Contratista deberá suministrar un Certificado de Producción con cada envío de paneles de concreto para revestimiento del muro.
- Los geotextiles serán evaluados de acuerdo con especificaciones indicadas en la Sección 924 y Sección 1017.
- Las geomallas y geocompuestos de drenaje cumplirán con las especificaciones indicadas en la Sección-926 y Sección 1018.
- La excavación estructural, el relleno granular selecto se ajustarán a lo estipulado en la Subdivisión 200.
- Los gaviones se ajustarán a lo estipulado en la Sección 917.
- La plataforma de nivelación de concreto cumplirá con la Sección 901.

### **613.6 MÉTODO DE MEDICIÓN**

- Los muros de tierra estabilizados mecánicamente serán medidos en metros cuadrados de cara frontal del muro.
- El relleno granular selecto será medido, dentro del volumen estabilizado, en metros cúbicos ya colocados y compactados en su lugar.
- La plataforma de nivelación de concreto será medida en metros lineales.
- El relleno de fundación será medido bajo la Subdivisión 208.

### **613.7 BASES PARA EL PAGO**

Las cantidades aceptadas, medidas de conformidad con el artículo precedente, serán pagadas al precio contractual por unidad de medida para los conceptos de pagos que aparezcan en el Pliego de Licitación, precio y pago que serán compensación total por el trabajo prescrito en esta sección.

En caso de que los planos no incluyan el diseño de ingeniería del muro, ni las especificaciones especiales, el Contratista requerirá de su Suplidor tales diseños y especificaciones sin compensación adicional (ver Artículo-102.13 y según se establece en la División I.

Los pagos serán efectuados de acuerdo con los siguientes conceptos:

<b>Ítem</b>	<b>Concepto de Pago</b>	<b>Unidad de Medida</b>
613,1	Muro de Tierra Establizado Mecánicamente	Metro cuadrado.
613,2	Relleno Granular Seleccionado	Metro cubico
613,3	Plataforma de Nivelación de Concreto ( .... . de ancho)	Metro lineal.

## SECCIÓN 614

### JUNTA DE EXPANSION O DILATACION

#### 614.1 DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en la colocación de juntas entre dos elementos en la estructura del puente, los que permiten el movimiento de traslación relativa y/o rotación de elementos estructurales contiguos

##### 614.1.1 Tipos de Juntas de Expansión o Dilatación

Los tipos de Juntas se designan como sigue:

##### 1) Juntas Abiertas

Las juntas abiertas no están diseñadas para ser herméticas y permiten un flujo de agua libre a través de la misma. No deben usarse, salvo cuando se puedan aplicar productos químicos para descongelar el puente, los pilares y estribos ubicados debajo de las juntas abiertas. Deben satisfacer los siguientes requisitos de servicio para evitar la acumulación de agua y escombros:

- Todas las superficies de los muelles y pilares, además de los asientos del rodamiento, deben tener una pendiente mínima del 15% hacia sus bordes.
- Los rodamientos deben estar protegidos contra el contacto con sal y suciedad.
- Mientras que las juntas abiertas generalmente se evitan debido al potencial de problemas de mantenimiento para la estructura subyacente, pueden proporcionar una efectiva y económica solución bajo condiciones limitadas, como puentes en carreteras secundarias donde se usan poca arena y sal durante el invierno. Sin embargo, las juntas abiertas no están bien adecuadas para áreas urbanas donde los costos de drenaje de la junta de cubierta son altos.

El uso de juntas abiertas generalmente requiere las siguientes condiciones:

- I. Un sistema eficaz de drenaje.
- II. Control de la descarga a través de las juntas.
- III. Contención y eliminación de la escorrentía del sitio.
- IV. Prevención de drenaje superficial y suciedad de la carretera acumulada en cualquier parte de la estructura debajo de la junta abierta.

##### 2) Juntas Cerradas

A diferencia de las juntas abiertas, las juntas cerradas están diseñadas para ser herméticas. No deben permitir un flujo de agua o escombros a través de la junta. En las últimas décadas, el mayor uso de sal de deshielo en los puentes ha llevado a una disminución en el uso juntas abiertas y un aumento en el uso de juntas cerradas.

Tres tipos comunes de juntas cerradas incluyen los siguientes:

- I. Sellador de juntas vertibles
- II. Sello de compresión
- III. Sello de banda

Un sellador de junta vertible, o sellador moldeado en el campo, consiste en un sellador grueso, pegajoso y material impermeable y vertible colocado cerca de la parte superior de la junta como sellador. La silicona es un material común utilizado para selladores de juntas vertibles. Los selladores de juntas vertibles son generalmente limitados en uso a movimientos articulares de 0.25 pulgadas o menos.

### *3) Sistemas de Juntas de Puente Modular*

Un sistema de junta de puente modular (MBS) es un tipo único de junta cerrada que puede acomodar movimientos entre 4 y 24 pulgadas. Sin embargo, también han sido diseñadas para usar en puentes de tramo muy largo con movimientos de más de 7 pies.

Un MBS consta de tres componentes principales: selladores, vigas separadoras y barras de soporte. Los selladores son huecos, sellos rectangulares de bloque de neopreno. Están interconectados con vigas separadoras de acero, y todo el sistema es compatible con barras de soporte, que forman su propio sistema de cuerda. Dos tipos comunes de MBS son sistemas de barra de soporte múltiple soldada (WMSB) y sistemas barra de soporte único (SSB).

AASHTO LRFD Artículo 14.5.6.9 especifica requisitos de rendimiento, límite de resistencia, requisitos de diseño del estado y requisitos del estado límite de fatiga para MBS.

### *4) Juntas de Placa de Dedo*

Una articulación de placa de dedo, también conocida como una junta de placa de diente o dique de diente, es un tipo específico de articulación abierta. Consiste en dos placas de acero con dedos entrelazados. Estas articulaciones generalmente se encuentran en puentes de tramo más largos donde se requiere un mayor movimiento. Dos tipos de juntas de placa de dedo son: juntas de placa de dedo en voladizo y juntas placa de dedo soportada.

La unión de la placa con el dedo en voladizo se usa cuando se requiere una expansión relativamente pequeña. La junta con placa de dedo compatible se utiliza en tramos más largos que requieren mayor movimiento. Los dedos en esta articulación tienen su propio sistema de soporte en forma transversal de vigas debajo de la junta. Algunos tipos de juntas de placa de dedo son segmentales, lo que permite mantenimiento y reemplazo si es necesario. Las juntas de la placa del dedo se utilizan para acomodar el movimiento de 4 pulgadas a más de 24 pulgadas.

Los canales a veces se colocan debajo de las juntas de la placa de dedo abierta. Su propósito es que pase agua directamente a través de la junta, lejos de la superestructura, rodamientos, y subestructura.

#### **614.1.2 Ubicación de las Juntas**

Hay varias pautas que se deben seguir durante el proceso de diseño, para la localización de juntas en un puente. Como regla general, las juntas deben evitarse en los siguientes lugares:

- Sobre carreteras, ferrocarriles, aceras y otras áreas públicas
- En el punto bajo de las curvas verticales de pando

Otras pautas relacionadas con la ubicación de las juntas, se presentan en la siguiente tabla:

Aplicación	Guía
Juntas ubicadas sobre estribos	Evitan la descarga del drenaje de la plataforma directamente en los asientos del puente.
Juntas abiertas	Localizada solamente donde se puede drenar la cubierta dirigido a evitar los cojinetes y descargado directamente debajo de la junta.
Juntas cerradas	Proporcionar donde las juntas se ubican directamente sobre miembros estructurales y cojinetes que serían adversamente afectado por la acumulación de agua y escombros.
Juntas selladas o impermeables	Proporcionar donde se usan productos químicos para descongelar la cubierta del puente.
Puentes rectos	Alinear los elementos longitudinales de las juntas, tal como dedos de placa, bordillo y placas de barrera, y Barras de soporte MBJS, paralelas al eje longitudinal de la cubierta.
Puentes curvos e inclinados	Permiten los movimientos finales de la plataforma anticipados con los rodamientos seleccionados.
Sistemas de juntas de puentes modulares (MBJS)	No se ubican en el medio de puentes curvos (para evitar demandas imprevistas de movimiento) o cerca de semáforos o áreas de peaje (para evitar fuerzas extremas de frenado).

## 614.2 MATERIALES

Los materiales que conforman los diferentes tipos de juntas son:

Materiales para juntas y grietas, Artículo 1005
Madera sólida con resistencia a la compresión $\leq$ a 450 kg/cm <sup>2</sup> , con un módulo de ruptura $\leq$ 750 kg/cm <sup>2</sup> y módulo de elasticidad de $\leq$ 90,000 kg/cm <sup>2</sup>
Acero Estructural, Sección 605
Rellenas Moldeadas con: motero epóxico, con sello plástico, silicona, polímero asfáltico, junta armada de grout expansivo, armada con tope de acero y sello elastomérico, junta armada con cubrejuntas y sello Elastomérico.
Rellenas Pre-moldeadas con: sello de neopreno, sello de compresión, placa dentada, placa de diente de sierra, juntas modulares, placas deslizantes, sello de expansión, de sello en franja (strip seal) y sello de lámina.

Las juntas con sello elastomérico, deberán cumplir con los métodos de ensayo indicados en la tabla siguiente y se construirán de acuerdo a especificación del fabricante, y lo indicado en planos.

### PROPIEDADES FISICAS

Elastómero	Método de Ensayo	VALOR	UNIDADES
Dureza	ASTM D-2240	60±5	Shore A
Elongación	ASTM D-412	≥425	%
Tensión	ASTM D-412	>13.8	N/mm <sup>2</sup>
Compresión 22 hr 100 °C	ASTM D-395	35	%Max.
Carga de rotura	ASTM D-412	≥150	Kg/cm <sup>2</sup>
Resistencia a baja temperatura	ASTM D1329	-30	°C
Resistencia al ozono	ASTM D-1149-99 Método B 25ppcm (48 horas a 38°C)	Sin Grietas	N/A
Adherencia caucho-acero	ASTM D-429 Método B	≥11.8	N/mm
Rasgado	ASTM D-624	≥40	N/mm
Envejecimiento 70 horas 70 °C	ASTM D-573	+15	%
Variación Dureza		-15	%
Variación Tensión		-40	%
Variación Elongación			

### 614.3 REQUERIMIENTOS PARA LA CONSTRUCCIÓN

#### 614.3.1 Planos de Taller

El Contratista deberá someter a la aprobación del Ingeniero, el tipo de junta de expansión a través de planos de taller de según se establece en la División I y sección 14.5 de Especificaciones "American Association of State Highway and Transportation Officials" - LRFD 2012. Se mostrarán todos los elementos y materiales que conformen la junta a detalle.

#### 614.3.2 Fabricación

Las juntas deberán fabricarse de acuerdo a lo especificado en planos estructurales aprobado por el Ingeniero y debe cumplirse lo especificado en la norma LRFD Sección 14.5.4.

#### 614.3.3 Suministro, transporte y almacenamiento

El Contratista deberá garantizar la calidad de los materiales de las juntas durante el traslado de fábrica al proyecto, cumpliendo lo que se establece en la División I.

#### 614.3.4 Colocación

Se deberá colocar de acuerdo a especificación técnica conforme al tipo de junta y plano taller aprobado por el Ingeniero.

### 614.4 MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS

No aplicable.

### 614.5 ACEPTACIÓN

Las juntas de expansión serán evaluadas visualmente por el Ingeniero según se establece en la División I y el Contratista entregara un certificado de fabricación según se establece en la División I.

**614.6 MÉTODO DE MEDICIÓN**

La junta será medida por metro lineal.

**614.7 BASES PARA EL PAGO**

Las cantidades aceptadas, medidas de acuerdo con lo estipulado en el artículo precedente, serán pagadas al precio de contrato por metro lineal.

Ítem	Concepto de Pago	Unidad de Medida
614,1	Junta de Expansión	Metro lineal

