



**MEJORAMIENTO DE LA VÍA DABEIBA - CAMPARRUSIA  
EN LA SUBREGIÓN OCCIDENTE DEL DEPARTAMENTO  
DE ANTIOQUIA  
km 2+950 – km 11+090**

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

**INFORME TÉCNICO**



11 de febrero de 2022

# LISTA DE DISTRIBUCIÓN

Copias de este documento han sido entregadas a dependencias de ARGOS y BANCOLOMBIA según se indica a continuación. Las observaciones que resulten de su revisión y aplicación deben ser informadas a esta oficina para proceder a realizar sus modificaciones:

DEPENDENCIA	No. de Copias
ARGOS	1
BANCOLOMBIA	1
GICA SAS	1

ARGOS y BANCOLOMBIA son responsables de administrar las copias correspondientes a este documento dentro de sus grupos de trabajo.

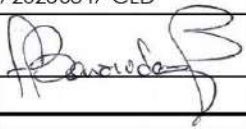


Calle 42 A No. 63C-38 Conquistadores  
Teléfono y FAX (574) 2351092  
E-mail: [proyectosgica@gicasas.com.co](mailto:proyectosgica@gicasas.com.co)  
MEDELLÍN. COLOMBIA – SUDAMÉRICA

# ÍNDICE DE MODIFICACIONES

REVISIÓN	CAPÍTULO MODIFICADO	FECHA DE MODIFICACIÓN	OBSERVACIONES
0		08/11/2021	Versión Original
1		06/12/2021	Revisión 1
2		11/02/2022	Modificación de 6.00% a 3.00% de cemento

# ESTADO DE REVISIÓN Y APROBACIÓN

TIPO DE DOCUMENTO		ESPECIFICACIONES TÉCNICAS			
NOMBRE DEL DOCUMENTO		MEJORAMIENTO DE LA VÍA DABEIBA - CAMPARRUSIA EN LA SUBREGIÓN OCCIDENTE DEL DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA - km 2+950 – km 11+090			
REVISIÓN No.		PROFESIONAL	0	1	2
ELABORÓ	Nombre	Franco Hernando Benavidez Bolaños			
	Cédula de ciudadanía	75.067.190			
	Matrícula Profesional	1720256347 CLD	X	X	X
	Firma				
	Fecha		05/11/2021	06/12/2021	11/02/2022
REVISÓ	Nombre				
	Cédula de ciudadanía				
	Matrícula Profesional				
	Firma				
	Fecha				
	Nombre				
	Cédula de ciudadanía				
	Matrícula Profesional				
APROBÓ Y PRESENTÓ GICA	Nombre				
	Cédula de ciudadanía				
	Matrícula Profesional				
	Firma				
	Fecha				
APROBÓ CLIENTE	Nombre				
	Cédula de ciudadanía				
	Matrícula Profesional				
	Firma				
	Fecha				

## TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
1 INTRODUCCIÓN .....	5
2 GENERALIDADES.....	5
3 ESPECIFICACIONES PARTICULARES.....	5

## LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Uso típico de las diferentes clases de material granular .....	24
Tabla 2. Requisitos de los materiales a ser tratados con cemento.....	25
Tabla 3. Requisitos granulométricos del agregado para material tratado con cemento.....	26
Tabla 4. Requisitos del agua no potable para materiales granulares tratados con cemento .....	26
Tabla 5. Procedimiento la preparación de probetas en mezclas de materiales granulares tratados con cemento .....	28
Tabla 6. Criterios de diseño para la mezcla de materiales granulares tratados con cemento .....	28
Tabla 7. Verificaciones periódicas sobre los agregados para un material tratado con cemento.....	35
Tabla 8. Requerimientos mínimos de propiedades mecánicas del geotextil no tejido .....	40
Tabla 9. Requerimientos mínimos de propiedades hidráulica del geotextil.....	40
Tabla 10. Norma de ensayo del geodren para la delaminación .....	41
Tabla 11. Características de la tubería de drenaje para el geodren .....	41

# “MEJORAMIENTO DE LA VÍA DABEIBA - CAMPARRUSIA EN LA SUBREGIÓN OCCIDENTE DEL DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA” ABSCISADO km 2+950 – km 11+090 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

## 1 INTRODUCCIÓN

Este documento contiene las especificaciones técnicas de construcción para el “MEJORAMIENTO DE LA VÍA DABEIBA - CAMPARRUSIA EN LA SUBREGIÓN OCCIDENTE DEL DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA km 2+950 – km 11+090”, las cuales son necesarias para garantizar el desarrollo del proyecto y el adecuado manejo y control ambiental durante el proceso constructivo, se presentan las recomendaciones y guías ambientales relacionadas con la construcción de obras viales.

## 2 GENERALIDADES

### 2.1 ESPECIFICACIONES NORMALIZADAS

En los casos no estipulados expresamente en estas especificaciones, se aplicarán como normativas las prescripciones de los códigos y recomendaciones de las entidades siguientes que contemplarán aspectos técnicos y ambientales:

- Norma Colombiana de Diseño y Construcción Sismo Resistente actualizada.
- Cartilla de Obras de Drenaje y Protección para carreteras de la Secretaría de Infraestructura de la Gobernación de Antioquia.
- Normatividad ambiental, la cual se encuentra descrita en el capítulo “Manejo socio- ambiental” en el pliego de condiciones.
- Manual de Supervisión e Interventoría de la Gobernación de Antioquia.
- Especificaciones técnicas de construcción de carreteras INVIAS-13.

A continuación, se describirán las especificaciones técnicas de los ítems considerados en el presupuesto, como se numeraron en el presupuesto oficial realizado.

## 3 ESPECIFICACIONES PARTICULARES

En los numerales que a continuación se describen se hará la mención del numeral correspondiente a la norma del INVIAS que aplica y se señalará la modificación respectiva. Para los ítems diferentes a los correspondientes a la Norma INVIAS, se describe la actividad y se anexan las Especificaciones Particulares.

### 3.1 DEMOLICIÓN DE ROCA A CIELO ABIERTO, CON AGENTE DEMOLEDOR NO EXPLOSIVO, PARA VOLÚMENES DE ROCA MAYORES A 0.10 M3. INCLUYE CEMENTO DEMOLEDOR, DESEMBOMBE, ACARREO INTERNO A SITIO DE ACOPIO DONDE INDIQUE LA INTERVENTORÍA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN. INCLUYE CARGUE, TRANSPORTE A BOTADERO Y DERECHO A BOTADERO.

Para esta actividad rige lo estipulado en la especificación técnica Particular Ítem 2.5.1

**FORMA DE PAGO:** El costo de la actividad incluye los costos de mano de obra, equipos, transporte, materiales y en general todos los valores inherentes para la ejecución de la actividad. El pago se hará al respectivo precio unitario del contrato por toda obra ejecutada, de acuerdo con los planos y esta especificación, aceptada a satisfacción por el Interventor.

El precio incluye todos los costos necesarios para efectuar la demolición de roca, cargue, transporte y disposición final del material producto de la actividad.

**MEDIDA:** La unidad de medida para las demoliciones de roca con métodos no explosivos será el metro cúbico (m3), medido en su posición original. Los precios propuestos deben incluir el costo de la mano de obra, herramienta y equipo, el transporte, almacenamiento y utilización del material no explosivo, la perforación, la remoción del material cortado o fracturado hasta el sitio de cargue, transporte y disposición final del material, igualmente el costo que conlleva atender todas las instrucciones, normas de seguridad y los demás costos directos e indirectos que se requieran para realizar esta actividad.

#### ÍTEM DE PAGO:

- 2.5.1 Demolición de roca a cielo abierto, con agente demoledor no explosivo, para volúmenes de roca mayores a 0.10 m3. Incluye cemento demoledor, desembombe, acarreo interno a sitio de acopio donde indique la interventoría y todo lo necesario para su correcta ejecución. Incluye cargue, transporte y disposición final del material. (m3)

### 3.2 DEMOLICIÓN DE ESTRUCTURAS (CONCRETO REFORZADO). INCLUYE CARGUE, TRANSPORTE A BOTADERO Y DERECHO A BOTADERO.

Para esta actividad rige lo estipulado en el Artículo 201 (Demolición y remoción) de las Especificaciones Generales de Construcción de Carretera 2013 del INVIAS.

Se modifica en cuanto a la descripción de la actividad:

La actividad consiste en la demolición de estructuras de concreto reforzado, incluyendo el cargue, el transporte y disposición final de los materiales provenientes de la actividad.

Se modifica en cuanto la forma de pago.

**FORMA DE PAGO:** El pago se hará a los precios unitarios respectivos, estipulados en el contrato según la unidad de medida, por todo trabajo ejecutado satisfactoriamente de acuerdo con la presente especificación y aceptado por el Interventor.

El precio unitario deberá cubrir todos los costos por concepto de mano de obra, asesoría, equipos, herramientas, materiales, apuntalamientos, andamios, obras para la protección de terceros; las operaciones necesarias para efectuar las demoliciones y para hacer los desmontajes, planos, separación de materiales aprovechables, cargue y transporte de éstos al lugar de depósito, descargue y almacenamiento; remoción de especies vegetales; traslado y reinstalación de obstáculos y cercas de alambre; traslado, cambio, restauración o demolición de conducciones de servicios existentes; cargue de materiales desechables, transporte y descargue en el sitio de disposición final, de acuerdo con lo señalado por el Interventor.

El precio unitario deberá incluir, además, la protección de aquellos elementos que, aunque se encuentren en la zona de los trabajos, no deban ser removidos.

El precio unitario deberá cubrir los costos de administración e imprevistos y la utilidad del Constructor.

Se modifica en cuanto a la unidad de medida.

**MEDIDA:** La unidad de medida de la demolición será por metro cúbico (m<sup>3</sup>), aproximado al entero de demolición de pisos, andenes, cunetas y bordillos de concreto. En este caso, la medida de la estructura se efectuará antes de destruirla.

#### ÍTEM DE PAGO:

- 2.8.1 Demolición de estructuras (Incluye concreto reforzado). Incluye cargue, transporte a botadero y derecho a botadero. Unidad (m<sup>3</sup>)

### 3.3 EXCAVACIÓN MECÁNICA A CUALQUIER PROFUNDIDAD, EN MATERIAL COMÚN DE LA EXPLANACIÓN, CANALES Y PRÉSTAMOS. INCLUYE CARGUE, TRANSPORTE Y DISPOSICIÓN FINAL DEL MATERIAL SOBRENTE.

Retiro de volúmenes de excavación, necesarios para obtener las cotas de fundación y los espesores de material de acuerdo con los niveles de pisos contenidos en los Planos Generales. Incluye corte, cargue de material sobrante.

El Contratista deberá prever posibles alteraciones del terreno como derrumbes, deslizamientos sobre excavaciones; Evitar la alteración del subsuelo manteniendo secas y limpias las excavaciones.

**NORMAS DE EJECUCIÓN:** Artículo 210 -13 de Invías. Especificación 107 de EPM.

**EQUIPOS:** Los equipos mecánicos para excavación, que se deberán utilizar para la ejecución de la actividad son retroexcavadoras, topadoras, volquetas, etc. Los equipos deberán ser aprobados por la Interventoría. El Constructor propondrá, para consideración del Interventor, los equipos más adecuados para las operaciones por realizar, de acuerdo con el tipo de material por excavar, los cuales no deberán producir daños innecesarios; y garantizarán el avance físico de ejecución, según el programa de trabajo, que permita el desarrollo de las etapas constructivas siguientes.

**MEDIDA Y FORMA DE PAGO:** La medida de las excavaciones se hará por metro cúbico (m<sup>3</sup>) de material excavado con aproximación al décimo. Para efectuar el pago El Contratista deberá presentar el recibo del botadero debidamente autorizado y firmado. Los volúmenes se calcularán por el método del promedio de áreas de secciones consecutivas medido en su posición original, de acuerdo con los lineamientos, pendientes, cotas y dimensiones indicadas en los planos o autorizadas por la Interventoría. Su pago se efectuará dependiendo del tipo de excavación, del material, de la humedad y de la profundidad, de acuerdo con lo establecido en el formulario de cantidades de obra y a los precios contemplados en el contrato.

No se medirán ni se pagarán volúmenes expandidos. Su valor corresponde al precio unitario estipulado en el respectivo contrato e incluye:

- Equipos y maquinarias livianas o pesadas.
- Mano de obra.
- Cargue de material.

El Constructor no será indemnizado por derrumbes, deslizamientos, alteraciones y en general por cualquier excavación suplementaria cuya causa le sea imputable. Las obras adicionales requeridas para restablecer las condiciones del terreno o el aumento de la profundidad y de las dimensiones de la cimentación correrán por cuenta del Constructor.

#### ÍTEM DE PAGO.

- Ítem 4.1.1. Excavación mecánica a cualquier profundidad, en material común de la explanación, canales y préstamos Incluye cargue, transporte y disposición final del material sobrante. Unidad: (m<sup>3</sup>).

### 3.4 EXCAVACIÓN MANUAL EN MATERIAL COMÚN BAJO CUALQUIER GRADO DE HUMEDAD. INCLUYE CARGUE, TRANSPORTE Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS MATERIALES.

Para esta actividad rige lo estipulado en el Artículo 600 (Excavaciones varias) de las Especificaciones Generales de Construcción de Carretera 2013 del INVIAS.

Se modifica en cuanto a la descripción de la siguiente manera:

La clasificación del material correspondiente a esta actividad será de material común bajo cualquier grado de humedad. La presente actividad, se realizará manualmente.

Se modifica en cuanto a la forma de pago de la siguiente manera:

**FORMA DE PAGO:** El trabajo de la excavación manual en material común bajo cualquier grado de humedad se pagará al precio unitario del contrato, por toda obra ejecutada de acuerdo con el proyecto, la presente especificación y las instrucciones del Interventor, ejecutada satisfactoriamente y aceptada por éste.



El precio unitario deberá cubrir todos los costos por concepto de la excavación, remoción, cargue, y descargue de todos los materiales excavados en las zonas de utilización o desecho, así como su correcta disposición en estas últimas. También, deberá cubrir los costos de todas las obras provisionales y complementarias, tales como la construcción de accesos, desvíos de corrientes de agua, construcción de cauces provisionales, trabajos de conservación de cauces; ataguías, encofrados, caissons, tablestacados, andamios, entibados y desagües; y los equipos, bombeos, transportes, mano de obra, limpieza final de la zona de construcción y, en general, todo costo relacionado con la correcta ejecución de los trabajos especificados.

En el caso de que los trabajos afecten una vía en la cual exista tránsito automotor, el precio unitario deberá incluir, además, los costos de señalización preventiva de la vía y el control del tránsito durante la ejecución de los trabajos.

El precio unitario deberá incluir, también, los costos de administración, imprevistos y la utilidad del Constructor.

Los trabajos de desmonte y limpieza previos a la ejecución de las excavaciones se medirán y pagarán de acuerdo con el Artículo 200, "Desmonte y limpieza".

**MEDIDA:** La unidad de medida de las excavaciones manuales en material común bajo cualquier grado de humedad, será el metro cúbico (m<sup>3</sup>), aproximado a la décima de metro cúbico, de material excavado en su posición original, determinado dentro y hasta las líneas de pago indicadas en los planos y en esta especificación o autorizadas por el Interventor. El resultado de la medida se deberá reportar con la aproximación establecida, empleando el método de redondeo de la norma INV E823.

No habrá ninguna medida por los sobrecargos que se requieran para colocar encofrados, ni por el material que se haya excavado antes de que se hayan realizado los levantamientos topográficos mencionados en el numeral 600.4.1.

Todas las excavaciones serán medidas por volumen realizado, verificado antes y después de ser ejecutado el trabajo de excavación. El Constructor deberá permitir que el Interventor realice las mediciones y verificaciones que éste considere pertinentes antes de cerrar la excavación; si el Constructor cierra la excavación antes de que el Interventor realice las mediciones y verificaciones, se entenderá que se aviene a lo que unilateralmente éste determine.

En excavaciones para estructuras, alcantarillas y filtros, toda medida se hará con base en caras verticales a partir de los bordes autorizados de la excavación. Las excavaciones efectuadas por fuera de estos límites y los volúmenes adicionales causados por facilidad constructiva, desprendimientos, derrumbes, hundimientos, sedimentaciones o rellenos debidos a causas naturales, descuido o negligencia del Constructor, no se medirán y su corrección correrá por cuenta exclusiva de éste, a plena satisfacción del Interventor.

En caso de que ocurran derrumbes que el Interventor no atribuya a descuido o negligencia del Constructor, ellos se medirán, para efectos de pago, conforme lo establece el Artículo 211, "Remoción de derrumbes".

La medida de la excavación para la fundación de gaviones, muros de contención de suelo reforzado con geotextil, así como para la ejecución de descoles, zanjas y similares, se hará con base en secciones transversales, tomadas antes y después de realizar el trabajo respectivo. No se incluirán en la medida las excavaciones realizadas por fuera de las líneas definidas en el proyecto o autorizadas por el Interventor.

#### ÍTEM DE PAGO:

- 4.1.3.1 Excavación manual en material común bajo cualquier grado de humedad. Incluye cargue, transporte y disposición final del material sobrante. Unidad: (m<sup>3</sup>)

### 3.5 EXCAVACIÓN EN SUELO ROCOSO DE LA EXPLANACIÓN, COMPRENDE LA EXCAVACIÓN DE MASAS DE ROCAS HASTA 0.30 m DE DIÁMETRO", FUERTEMENTE LITIFICADAS QUE, DEBIDO A SU BUENA CEMENTACIÓN O ALTA CONSOLIDACIÓN, NO ES POSIBLE SU DIVISIÓN MECÁNICA EN LA EXCAVACIÓN. INCLUYE TRANSPORTE, BOTADA Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS MATERIALES

Para esta actividad rige lo estipulado en el Artículo 210 (Excavación de la explanación, canales y préstamos) de las Especificaciones Generales de Construcción de Carretera 2013 del INVIAS.

La clasificación de esta actividad en la descrita en el numeral 210.1.3.2.1

Excavación en roca

Se modifica en cuanto a la forma de pago de la siguiente manera:

**FORMA DE PAGO:** El trabajo de excavación en roca de la explanación, se pagará al precio unitario del contrato por toda obra ejecutada de acuerdo con el proyecto o las instrucciones del Interventor, para la excavación ejecutada satisfactoriamente y aceptada por éste.

El precio unitario para la excavación deberá cubrir todos los costos por concepto de excavación, remoción, cargue, acarreo, y descargue en la zona de utilización o desecho y disposición final del material producto de la actividad. Se deberá considerar la mano de obra, equipos, herramientas utilizadas y los costos de administración, imprevistos y utilidad del Constructor.

Deberá cubrir, además, los costos de conformación y protección de la subrasante; los costos de compactación de la subrasante cuando corresponda, según se indica en el numeral 210.4.1.4.2; la conformación de las zonas laterales y las de préstamo y disposición de sobrantes; los costos de perforación en roca, pre-cortes, explosivos y voladuras; la excavación de zanjas u obras similares y el mejoramiento de esas mismas obras o de cauces naturales; y la limpieza final.

El Constructor deberá considerar, en relación con los explosivos, todos los costos que implican su adquisición, transporte, escoltas, almacenamiento, vigilancia, manejo y control, hasta el sitio e instante de utilización.

En las zonas del proyecto donde se deba realizar trabajo de descapote, el precio unitario deberá cubrir el almacenamiento de los materiales necesarios para las obras; y, cuando ellos se acordonen a lo largo de futuros terraplenes, su posterior traslado y extensión sobre los taludes de éstos, así como el traslado y extensión sobre los taludes de los cortes donde esté proyectada su utilización.

El precio unitario deberá cubrir su eventual almacenamiento para uso posterior, en las cantidades y sitios señalados por el Interventor. De los volúmenes de excavación se descontarán, para fines de pago, aquellos que se empleen en la construcción de mamposterías; concretos; filtros; y subbases, bases y capas de rodadura tanto de pavimentos asfálticos como de pavimentos rígidos.

En los proyectos de ensanche o de modificación del alineamiento de calzadas existentes, donde se debe garantizar el tránsito, el Constructor deberá considerar en su precio unitario la señalización preventiva de la vía y el ordenamiento del tránsito automotor durante la ejecución de los trabajos, así como todos los costos por concepto de la conservación de la superficie de rodadura existente.

El precio unitario para excavación de préstamos deberá cubrir todos los costos de desmonte, limpieza y descapote, entendiéndose en este caso como descapote la remoción necesaria de material para acceder al estrato apto de las zonas de préstamo; la excavación, cargue, acarreo y descargue de los materiales de préstamo efectivamente utilizados en la construcción de terraplenes o pedraplenes; los costos de adquisición, obtención de permisos y derechos de explotación y de alquiler de las fuentes de materiales de préstamo; el drenaje de las zonas de préstamo; y los costos de adecuación paisajística de las zonas de préstamo para recuperar las características hidrológicas al terminar su explotación y demás requisitos establecidos en el Artículo 106, "Aspectos Ambientales".

El precio unitario deberá incluir los costos de administración e imprevistos y la utilidad del Constructor.

No habrá pago por las excavaciones y disposición o desecho de los materiales no utilizados que hayan sido obtenidos en las zonas de préstamo.

**MEDIDA:** La unidad de medida será el metro cúbico (m<sup>3</sup>), aproximado al metro cúbico completo, de material excavado en roca en su posición original. El resultado de la medida se deberá reportar con la aproximación establecida, empleando el método de redondeo de la norma INV E-823.

Todas las excavaciones en roca de la explanación serán medidas por volumen ejecutado, con base en las áreas de corte de las secciones transversales del proyecto, original o modificado, verificadas por el Interventor antes y después de ser ejecutado el trabajo de excavación.

Si el Constructor modifica el perfil de la excavación antes de que el Interventor realice la medición, se deberá atener a lo que unilateralmente éste determine.

No se medirán las excavaciones que el Constructor haya efectuado por negligencia o por conveniencia por fuera de las líneas de pago del proyecto o las autorizadas por el Interventor. Si dicha sobre-excavación se efectúa en la subrasante o en una calzada existente, el Constructor deberá rellenar y compactar los respectivos espacios sin costo adicional para el INVÍAS, usando materiales y procedimientos aceptados por el Interventor.

En las zonas de préstamo, solamente se medirán en su posición original los materiales efectivamente utilizados en la construcción de terraplenes y pedraplenes; alternativamente, se podrá establecer la medición de los volúmenes de materiales de préstamo utilizados, en su posición final en la vía, reduciéndolos a su posición original mediante relación de densidades secas determinadas por el Interventor, teniendo en cuenta la corrección de partículas gruesas establecida por la norma INV E-228, siempre que ella se requiera.

No se medirán ni se autorizarán pagos para los volúmenes de material removido de derrumbes, durante los trabajos de excavación de taludes cuando, a juicio del Interventor, ellos fueren causados por procedimientos inadecuados o por negligencia del Constructor.

#### ÍTEM DE PAGO:

- 4.1.4. Excavación en suelo rocoso, comprende la excavación de masas de rocas hasta 0.30 m de diámetro", fuertemente litificadas que, debido a su buena cementación o alta consolidación, no es posible su división mecánica en la excavación. Incluye transporte, botada y disposición final de los materiales. Unidad: (m<sup>3</sup>)

### 3.6 DESCAPOTE A MAQUINA DEL TERRENO NATURAL HASTA 0.30 m. INCLUYE TRANSPORTE Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS MATERIALES.

Para esta actividad rige lo estipulado en el Artículo 210 (Excavación de la explanación, canales y préstamos) de las Especificaciones Generales de Construcción de Carretera 2013 del INVIAS.

**FORMA DE PAGO:** El pago del descapote, se hará al respectivo precio unitario del contrato, por todo trabajo ejecutado de acuerdo con esta especificación y aceptado a plena satisfacción por el Interventor.

El precio deberá cubrir todos los costos de limpiar, descapotar y disponer los materiales resultantes de manera uniforme en los sitios aprobados por el Interventor. El precio unitario deberá cubrir, además, el cargue, transporte y descargue y debida disposición de estos materiales, así como la mano de obra, herramientas, equipo necesario para la ejecución de los trabajos y la obtención de todos los permisos requeridos.

**MEDIDA:** La unidad de medida del área de descapote será el metro cuadrado (m<sup>2</sup>), en su proyección horizontal, aproximada al metro cuadrado completo, de área limpiada y descapotada satisfactoriamente.

#### ÍTEM DE PAGO:

- 4.1.56. Descapote a máquina del terreno natural hasta 30 cm. Incluye transporte y disposición final de los materiales. Unidad: (m<sup>2</sup>)

### 3.7 REMOCIÓN DE DERRUMBES. INCLUYE TRANSPORTE Y LA DISPOSICIÓN FINAL DE LOS MATERIALES.

Para esta actividad rige lo estipulado en el Artículo 211 (Remoción de derrumbes) de las Especificaciones Generales de Construcción de Carretera 2013 del INVIAS.

Se modifica en cuando a la forma de pago:

**FORMA DE PAGO:** El precio unitario incluye el descargue, y el derecho de botadero para la disposición final del material.

**MEDIDA:** La unidad de medida será el metro cúbico (m<sup>3</sup>) aproximado al entero, de material retirado de acuerdo con esta especificación y a satisfacción del Interventor en el área definida por éste.

#### ÍTEM DE PAGO

- 4.1.57 Remoción de derrumbes. Incluye transporte y la disposición final de los materiales. Unidad: (m<sup>3</sup>)

### 3.8 LLENO MECÁNICO COMPACTADO CON MATERIAL PROVENIENTE DE LA EXCAVACIÓN HASTA OBTENER UNA DENSIDAD MÍNIMA DEL 95%, DE LA OBTENIDA EN EL ENSAYO DEL PROCTOR MODIFICADO. INCLUYE SELECCIÓN, ACARREO INTERNO Y COMPACTACIÓN DEL MATERIAL.

Para esta actividad rige lo estipulado en la especificación técnica Particular ítem 4.2.1

**FORMA DE PAGO:** El trabajo de lleno mecánico con material de excavación se pagará al precio unitario del contrato, por toda obra ejecutada satisfactoriamente de acuerdo con la presente especificación y aceptada por el Interventor.

El precio unitario deberá incluir los costos, equipos y mano de obra para la adecuada compactación del material, cargues, descargues, acarreos internos y selección del material proveniente de la excavación.

El precio unitario deberá incluir los costos de administración e imprevistos y la utilidad del Constructor.

**MEDIDA:** La unidad de medida para los volúmenes de llenos mecánicos será el metro cúbico (m<sup>3</sup>), aproximado al décimo de metro cúbico, de material compactado, aceptado por el Interventor, en su posición final.

Si el volumen medido de lleno aprobado contiene una fracción de metro cúbico igual o superior a cinco centésimas ( $\geq 0.05m$ ), la aproximación se realizará a la décima superior; en caso contrario, se aproximará a la décima inferior.

No habrá medida ni pago para los llenos por fuera de las líneas del proyecto o de las establecidas por el Interventor, efectuados por el Constructor, ya sea por negligencia o por conveniencia para la operación de sus equipos.

**ÍTEM DE PAGO:**

- 4.2.1 Lleno mecánico compactado con material proveniente de la excavación hasta obtener una densidad mínima del 95%, de la obtenida en el ensayo del Proctor modificado. Incluye selección, acarreo interno y compactación del material. Unidad: (m<sup>3</sup>)

**3.9 PROCESO DE ESTABILIZACIÓN CON MATERIAL GRANULAR AL 3% EN PESO DEL CEMENTO. INCLUYE SUMINISTRO DEL CEMENTO, COLOCACIÓN Y COMPACTACIÓN Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA INSTALACIÓN.**

Para esta actividad rige lo estipulado en la especificación técnica Particular ítem 5.2.10

**FORMA DE PAGO:** El Proceso de estabilización con material granular se pagará según lo que sea aplicable del numeral 300.7 del Artículo 300 de las especificaciones Generales de Construcción del INVIAS 2013.

El precio unitario deberá incluir los costos de administración e imprevistos y la utilidad del Constructor.

**MEDIDA:**

La unidad de medida será por metro cúbico (m<sup>3</sup>), aproximado al entero, de material o mezcla suministrada, colocada y compactada a satisfacción del interventor. El precio unitario del Proceso de estabilización con material granular tratado con cemento incluye el suministro del cemento.

**ÍTEM DE PAGO**

- 5.2.10 Proceso de estabilización con material granular al 3% en peso del cemento. incluye suministro de base, suministro del cemento, colocación y compactación y todo lo necesario para su correcta instalación. Unidad: (m<sup>3</sup>)

**3.10 CONCRETO CLASE F (14 MPa). SOLADOS DE E=0.05 M**

Para esta actividad rige lo estipulado en el Artículo 630 (Concreto estructural), de las Especificaciones Generales de Construcción de Carretera 2013 del INVIAS.

El concreto simple para solado tendrá una resistencia mínima a la compresión a los 28 días de 14 MPa.

Este solado de limpieza tendrá un espesor de cinco centímetros (5 cm) y se instalará sobre el fondo limpio y nivelado de la excavación, previa verificación y aprobación de la Interventoría, tanto de su cota y dimensiones en planta como de su idoneidad para atender la capacidad portante prevista en los diseños.

El interventor no autorizara la colocación de concreto para solado si la superficie de apoyo no se encuentra correctamente preparada.

**FORMA DE PAGO:** El pago se hará al respectivo precio unitario del contrato por toda obra ejecutada, de acuerdo con los planos y esta especificación, y aceptada a satisfacción por el Interventor.

El precio unitario deberá incluir los costos de administración e imprevistos y la utilidad del Constructor.

**MEDIDA:** La unidad de medida para el concreto de solado será el metro cuadrado (m<sup>2</sup>), aproximado a la décima de metro cuadrado, el espesor será de cinco centímetros (0.05 m), correctamente instalado según lo establecido en los planos del proyecto o lo acordado con el interventor.

**ÍTEM DE PAGO**

- 6.1.19 Concreto clase F (14 MPa). Solados de e=0.05 m. Unidad: (m<sup>2</sup>).

**3.11 CONCRETO CLASE G (17 MPa) Y PIEDRA DE 2" a 4".**

Para esta actividad rige lo estipulado en el Artículo 630 (Concreto estructural), de las Especificaciones Generales de Construcción de Carretera 2013 del INVIAS.

El concreto reforzado para la los muros tendrá una resistencia mínima a la compresión a los 28 días de 17 MPa.

**FORMA DE PAGO:** El pago se hará al respectivo precio unitario del contrato por toda obra ejecutada, de acuerdo con los planos y esta especificación, y aceptada a satisfacción por el Interventor.

El costo debe incluir toda la obra falsa o estructura de soporte.

Las obras de concreto que se presenten en otros ítems de pago, tampoco se consideran incluidas en el presente ítem.

El acero de refuerzo se medirá y pagará de acuerdo con el ítem 10.1

El precio unitario deberá incluir los costos de administración e imprevistos y la utilidad del Constructor.

**MEDIDA:** La unidad de medida será el metro cúbico (m<sup>3</sup>) aproximado al décimo de metro cúbico, de mezcla de concreto realmente suministrada, colocada y consolidada en obra, debidamente acabada y curada y aceptada a satisfacción por el Interventor.

#### ÍTEM DE PAGO

- 6.2.2 Concreto Clase G (17" MPa y Piedra). Unidad: (m<sup>3</sup>)

### 3.12 CONCRETO CLASE C (28MPa) - BOX COULVERT.

Para esta actividad rige lo estipulado en el Artículo 630 (Concreto estructural), de las Especificaciones Generales de Construcción de Carretera 2013 del INVIAS. El concreto reforzado para el box-coulvert tendrá una resistencia mínima a la compresión a los 28 días de 28 MPa.

**FORMA DE PAGO:** El pago se hará al respectivo precio unitario del contrato por toda obra ejecutada, de acuerdo con los planos y esta especificación, y aceptada a satisfacción por el Interventor.

Las obras de concreto que se presenten en otros ítems de pago, tampoco se consideran incluidas en el presente ítem.

El acero de refuerzo se medirá y pagará de acuerdo al ítem 10.1

El precio unitario deberá incluir los costos de administración e imprevistos y la utilidad del Constructor.

**MEDIDA:** La unidad de medida será el metro cúbico (m<sup>3</sup>) aproximado al décimo de metro cúbico, de mezcla de concreto realmente suministrada, colocada y consolidada en obra, debidamente acabada y curada y aceptada a satisfacción por el Interventor.

#### ÍTEM DE PAGO

- 6.2.26 Concreto Clase C (28MPa) - Box Coulvert. Unidad: (m<sup>3</sup>)

### 3.13 CONCRETO CLASE C (28 MPa). MUROS.

Para esta actividad rige lo estipulado en el Artículo 630 (Concreto estructural), de las Especificaciones Generales de Construcción de Carretera 2013 del INVIAS.

El concreto reforzado para la los muros tendrá una resistencia mínima a la compresión a los 28 días de 28 MPa.

**FORMA DE PAGO:** El pago se hará al respectivo precio unitario del contrato por toda obra ejecutada, de acuerdo con los planos y esta especificación, y aceptada a satisfacción por el Interventor.

El costo debe incluir toda la obra falsa o estructura de soporte.

Las obras de concreto que se presenten en otros ítems de pago, tampoco se consideran incluidas en el presente ítem.

El acero de refuerzo se medirá y pagará de acuerdo con el ítem 10.1

El precio unitario deberá incluir los costos de administración e imprevistos y la utilidad del Constructor.

**MEDIDA:** La unidad de medida será el metro cúbico (m<sup>3</sup>) aproximado al décimo de metro cúbico, de mezcla de concreto realmente suministrada, colocada y consolidada en obra, debidamente acabada y curada y aceptada a satisfacción por el Interventor.

#### ÍTEM DE PAGO

- 6.2.26 Concreto Clase C (28MPa). Muros Unidad: (m<sup>3</sup>)

### 3.14 CONCRETO CLASE C (28 MPa). CANALES.

Para esta actividad rige lo estipulado en el Artículo 630 (Concreto estructural), de las Especificaciones Generales de Construcción de Carretera 2013 del INVIAS. El concreto reforzado para el box-coulevard tendrá una resistencia mínima a la compresión a los 28 días de 28 MPa.

**FORMA DE PAGO:** El pago se hará al respectivo precio unitario del contrato por toda obra ejecutada, de acuerdo con los planos y esta especificación, y aceptada a satisfacción por el Interventor.

Las obras de concreto que se presenten en otros ítems de pago, tampoco se consideran incluidas en el presente ítem.

El acero de refuerzo se medirá y pagará de acuerdo al ítem 10.1

El precio unitario deberá incluir los costos de administración e imprevistos y la utilidad del Constructor.

**MEDIDA:** La unidad de medida será el metro cúbico (m<sup>3</sup>) aproximado al décimo de metro cúbico, de mezcla de concreto realmente suministrada, colocada y consolidada en obra, debidamente acabada y curada y aceptada a satisfacción por el Interventor.

#### ÍTEM DE PAGO

- 6.2.28 Concreto Clase C (28MPa) - Canales. Unidad:(m<sup>3</sup>)

### 3.15 CONCRETO CLASE A Mr=4.2 MPa (35 MPa). CUNETAS.

Para esta actividad rige lo estipulado en el Artículo 630 (Concreto estructural) y el Artículo 671 (Cunetas revestidas en concreto) de las Especificaciones Generales de Construcción de Carretera 2013 del INVIAS.

El concreto para cuentas tendrá una resistencia mínima a la compresión a los 28 días de 28 MPa.

**FORMA DE PAGO:** El pago se hará al respectivo precio unitario del contrato por toda obra ejecutada, de acuerdo con los planos y esta especificación, y aceptada a satisfacción por el Interventor.

El acero de refuerzo efectivamente colocado, según los detalles de los planos o por indicaciones del interventor se medirá y pagará de acuerdo al ítem 10.1 El precio unitario deberá incluir los costos de administración e imprevistos y la utilidad del Constructor.

**MEDIDA:** La unidad de medida será el metro cúbico (m<sup>3</sup>), aproximado al décimo del metro cúbico, de cuneta cabalmente elaborada y terminada, de acuerdo con la sección transversal, cotas y alineamientos indicados en los planos o determinados por el interventor.

El volumen se determinará multiplicando el área por el espesor de construcción señalados en los planos u ordenados por el interventor, en los tramos donde el trabajo haya sido aceptado por este.

#### ÍTEM DE PAGO

- 6.2.50 Concreto Clase A Mr = 4.2 MPa (35 MPa). Cunetas. Unidad: (m<sup>3</sup>)

### 3.16 MATERIAL GRANULAR DRENANTE. INCLUYE TRANSPORTE INTERNO, SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACIÓN DE Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA INSTALACIÓN.

Para esta actividad rige lo estipulado en la especificación técnica Particular ítem 8.6

**FORMA DE PAGO:** El pago se hará al respectivo precio unitario del contrato por toda obra ejecutada, de acuerdo con los planos y esta especificación, y aceptada a satisfacción por el Interventor. El precio unitario deberá incluir los costos del suministro y colocación.

El precio unitario deberá incluir los costos de administración e imprevistos y la utilidad del Constructor.

**MEDIDA:** La unidad de medida del material granular drenante será el metro cúbico (m<sup>3</sup>), aproximado a la décima de metro cúbico, de material suministrado y colocado en obra, debidamente aceptado por el Interventor. El volumen se determinará multiplicando la longitud de la zanja, medida a lo largo del eje del subdrén, por el ancho de la misma y por la altura de colocación del material drenante indicadas en los planos del proyecto o autorizados por el Interventor.

#### ÍTEM DE PAGO

- 8.6 Material granular de 12 a 25 mm para filtro, cimentaciones o cama de triturado. Incluye transporte interno, Suministro, transporte e instalación de y todo lo necesario para su correcta instalación. Unidad: (m<sup>3</sup>)

### 3.17 SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACIÓN DE GEOTEXTIL NT 2500 O SIMILAR. NO INCLUYE EXCAVACIÓN Y LLENOS, LOS CUALES SE PAGAN POR SU ÍTEM RESPECTIVO.

Para esta actividad rige lo estipulado en el artículo 673 (*Subdrenes con geotextil y material granular*) de las Especificaciones Generales de Construcción de Carretera 2013 del INVIAS.

Se modifica en cuanto a la descripción:

Esta actividad consiste en la colocación de Geotextil NT 2500 o similar en los sitios señalados en los planos del proyecto o indicados por el interventor.

#### EQUIPO:

Se deberá disponer de los equipos necesarios para colocar el geotextil y para explotar, triturar, procesar, cargar, transportar, colocar y compactar el material drenante. También para colocar y compactar el material que sellará el filtro, así como para su explotación, trituración, procesamiento, carga y transporte.

**MEDIDA:** La unidad de medida será el metro cuadrado (m<sup>2</sup>), aproximado a la décima de metro cuadrado de geotextil NT 2500 o similar realmente suministrado, colocado y medido en obra y aceptado a satisfacción por el Interventor. No se medirán los traslajos.

**FORMA DE PAGO:** El pago se hará al respectivo precio unitario del contrato por toda obra ejecutada, de acuerdo con los planos y esta especificación, y aceptada a satisfacción por el Interventor.

El precio unitario deberá incluir el suministro del geotextil en obra, su almacenamiento, transportes, colocación, costuras; traslajos y desperdicios.

El precio unitario deberá incluir, también, los costos de administración, imprevistos y la utilidad del Constructor.

No incluye excavación y llenos, los cuales se pagan por su respectivo ítem.

#### ÍTEM DE PAGO:

- 8.9. Suministro, transporte e instalación de geotextil NT 2500 o similar. No incluye excavación y llenos, los cuales se pagan por su ítem respectivo. Unidad: (m<sup>2</sup>)

### 3.18 SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACIÓN DE TUBERÍA DE 2" PERFORADA, PARA LLORADEROS.

Para esta actividad rige lo estipulado en la norma de construcción Protección de Taludes de EPM (Empresas Públicas de Medellín) NC-NN-OC08-06.

Deben dejarse instalados drenajes para el talud, consistentes en tubos de PVC perforados de diámetro mínimo de 2" en una cantidad y disposición definida en el diseño, lo mismo que la longitud de las perforaciones de drenaje. Los tubos de PVC deben ir envueltos en geotextil no tejido para la retención de finos y el paso del agua, o pueden usarse tubos que tengan incluidas las ranuras longitudinales y transversales de tal manera que cumplan la misma función que el geotextil.

**MEDIDA:** La unidad de medida será el metro (m).

#### ÍTEM DE PAGO:

- 8.30. Suministro, transporte y colocación de tubería de 2" perforada, para lloraderos. Unidad:(m)

### 3.19 SUMINISTRO, TRANSPORTE Y SIEMBRA DE PASTO VETIVER.

Para esta actividad rige lo determinado en <https://vetiver.com.co/normas-invias/>.

**FORMA DE PAGO:** Línea o Barrera de Pasto Vetiver incluye: el suministro, fertilizante, mano de obra, herramientas y transportes, con 6 plántulas tipo vivero por metro lineal.

Mantenimientos (2), a Barreras a Líneas de Vetiver, incluye desmalezada, fertilización y poda; por metro lineal. (dos mantenimientos: a los 2 y 4 meses.)

**MEDIDA:** La unidad de medida de suministro, transporte y siembra de pasto vetiver será metros (m)

#### ÍTEM DE PAGO:

- 8.46 Suministro, transporte y siembra de Pasto Vetiver. Unidad: (m)

### 3.20 PROTECCIÓN VEGETAL DE TALUDES CON TIERRA ORGÁNICA Y SEMILLAS (HIDROSIEMBRA). INCLUYE AGROMANTO.

Para esta actividad rige lo estipulado en el Artículo 810 (Protección vegetal de taludes) de las Especificaciones Generales de Construcción de Carretera 2013 del INVIAS.

La descripción será la descrita en el numeral 810.1. Descripción de la proyección vegetal de taludes.

**FORMA DE PAGO:** El trabajo de protección vegetal de los taludes se pagará al precio unitario del contrato, por toda obra ejecutada de acuerdo con el proyecto, la presente especificación y las instrucciones del Interventor, para esta excavación, ejecutada satisfactoriamente y aceptada por éste.

El precio unitario deberá incluir, también, los costos de administración, imprevistos y la utilidad del Constructor.

**MEDIDA:** La unidad de medida protección vegetal de los taludes será en metros cuadrados (m<sup>2</sup>). El resultado de la medida se deberá reportar con la aproximación establecida, empleando el método de redondeo de la norma INV E-823.

#### ÍTEM DE PAGO:

- 8.55 Protección vegetal de taludes con tierra orgánica y semillas (hidrosiembra). Incluye agromanto. Unidad: (m<sup>2</sup>)

### 3.21 SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACIÓN DE ACERO DE REFUERZO. INCLUYE MALLA ELECTROSOLDADA

Para esta actividad rige lo estipulado en el artículo 640 (Acero de refuerzo) de las Especificaciones Generales de Construcción de Carretera 2013 del INVIAS.

Se modifica en cuanto la descripción.

Este trabajo consiste en el suministro, transporte, e instalación de barras de acero en estructuras de concreto, en concordancia con los planos del proyecto, esta especificación y las instrucciones y recomendaciones dadas por el Interventor.

#### EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS:

Se deberán tener en cuenta las exigencias del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente y del Código Colombiano de Diseño Sísmico de Puentes, en sus versiones vigentes, en todos los aspectos que resulten aplicables.

Se adopta el numeral **640.4 Ejecución de los trabajos**

**MEDIDA:** La unidad de medida será el kilogramo (kg), aproximado al décimo de kilogramo, de acero de refuerzo para estructuras de concreto realmente suministrado y colocado en obra y debidamente aceptado por el Interventor.

**FORMA DE PAGO:** El pago se hará al precio unitario del contrato por toda obra ejecutada de acuerdo con esta especificación y aceptada a satisfacción por el Interventor.

El precio unitario deberá cubrir todos los costos por concepto de suministro, ensayos, transportes, almacenamiento, corte, desperdicios, doblamiento, limpieza, colocación y fijación del refuerzo y por toda mano de obra, materiales, patentes, equipos e imprevistos necesarios para terminar correctamente el trabajo, de acuerdo con los planos, con esta especificación y con las instrucciones del Interventor.

El precio unitario deberá incluir, también, los costos de administración, imprevistos y la utilidad del Constructor.

#### ÍTEM DE PAGO:

- 10.1 Suministro, transporte y colocación de acero de refuerzo fy=420 MPa (grado 60). Unidad: (kg)

### 3.22 SUMINISTRO, TRANSPORTE Y APLICACIÓN CON PINTURA ACRÍLICA EN FRIO REFLECTORIZADA CON MICROESFERAS DE VIDRIO PARA LÍNEA DE DEMARCACIÓN EN PAVIMENTO.

Para esta actividad rige lo estipulado en el Artículo 700 (Líneas de demarcación y marcas viales) de las Especificaciones Generales de Construcción de Carretera 2013 del INVIAS.

Se modifica en cuanto a la descripción:



Este trabajo consiste en el suministro, almacenamiento, transporte y aplicación de pintura de tráfico o resina termoplástica de aplicación en frío, reflectorizada con microesferas de vidrio para líneas y marcas viales sobre un pavimento, de acuerdo con las dimensiones y los colores que indiquen los planos del proyecto o establezca el Interventor.

**FORMA DE PAGO:** El pago de las líneas de demarcación y demás marcas viales se hará al respectivo precio unitario del contrato, por todo trabajo ejecutado de acuerdo con esta especificación y aceptado a satisfacción por el Interventor.

El precio unitario deberá cubrir todos los costos de suministro, transporte, almacenamiento, desperdicios y aplicación de la pintura en frío o resina termoplástica y las microesferas reflectivas u otros materiales a que haya lugar; todos los trabajos e insumos necesarios para preparar las superficies donde se aplicará el material de demarcación utilizado, incluyendo el imprimante si éste fuese necesario; en general, todo costo relacionado con la correcta ejecución del trabajo especificado.

El precio unitario deberá cubrir, también, los costos de administración, imprevistos y la utilidad del Constructor.

**MEDIDA:** La unidad de medida de las líneas de demarcación será el metro lineal (m), de línea de demarcación continua o discontinua efectivamente aplicada sobre la superficie, de acuerdo con los planos del proyecto y esta especificación, a plena satisfacción del Interventor.

**ÍTEM DE PAGO:**

- 12.1 Suministro, transporte y aplicación con pintura acrílica en frío reflectorizada con microesferas de vidrio para línea de demarcación en pavimento. Unidad: (m)

**3.23 SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACIÓN DE SEÑAL VERTICAL DE 0.75 m X 0.75 m MÁS LÁMINA INFERIOR, EN LÁMINA GALVANIZADA CALIBRE 16, REFLECTIVO, ESTRUCTURA METÁLICA TIPO PEDESTAL COMPUESTO POR UN PARAL EN ÁNGULO DE 2"X2"X1/4" Y BRAZOS EN ÁNGULO 2"X2"X1/8".**

Para esta actividad rige lo estipulado en el Artículo 710 (*Señales verticales de tránsito*) de las Especificaciones Generales de Construcción de Carretera 2013 del INVIAS.

Se modifica en cuanto a la descripción:

Esta actividad consiste en el suministro, transporte, almacenamiento e instalación de señales verticales de 0.75 m \* 0.75 m en lámina galvanizada calibre 16, más lámina inferior.

La Estructura metálica es tipo pedestal y está compuesta por un paral en ángulo de 2" \* 2" \* 1/4" y brazo en ángulo de 2" \* 2" \* 1/8".

Esta actividad incluye la excavación para el pedestal, mínimo de 60 cm de profundidad.

**MATERIALES:** En cuanto a los materiales, se complementa el numeral 710.2.1 *Material retroreflectivo*: Por su mayor durabilidad y menor pérdida de retroreflectividad se debe utilizar papel retroreflectivo de alta intensidad, tipo IX o grado diamante, y el tamaño de letra debe ser acorde a la velocidad de operación de la vía.

Para los materiales se adoptan los siguientes numerales: 710.2.2.2. *Lámina de acero galvanizado*, 710.2.3 *Material para postes*, 710.2.4 *Material para los brazos de los postes*, 710.2.5 *Material para anclaje a la fundación*, 710.2.6 *Recubrimiento de los postes*, 710.2.7 *Soldadura*, 710.2.8 *Dimensiones de los tableros*, 710.2.9 *Dimensiones de los postes*

Se modifica el numeral **710.2.10 Material para el anclaje**: Las señales se instalarán en el piso en un anclaje de concreto cuya resistencia a la compresión a veintiocho (28) días sea, como mínimo, veintiún megapascuales (21 MPa).

**FORMA DE PAGO:** El pago de las señales verticales de tránsito se hará al respectivo precio unitario del contrato, por todo trabajo ejecutado de acuerdo con esta especificación y aceptado a satisfacción por el Interventor.

El precio unitario deberá cubrir los costos de todos los materiales que conforman la señal, su fabricación, desperdicios, almacenamiento y transporte hasta el sitio de instalación; las mediciones topográficas requeridas, la excavación, el transporte y disposición en los sitios que defina el Interventor de los materiales excavados; el suministro y la colocación de los cantos, el concreto y las formaletas que eventualmente se requieran para el anclaje, así como todo costo adicional necesario para el correcto cumplimiento de esta especificación.

El precio unitario deberá cubrir, también, los costos de administración, imprevistos y la utilidad del Constructor.

**MEDIDA:** Las señales verticales de tránsito se medirán por unidad (u), suministrada e instalada de acuerdo con los documentos del proyecto y este Artículo, a plena satisfacción del Interventor.

**ÍTEM DE PAGO:**

- 12.6 Suministro, transporte e instalación de señal vertical de 0.75 m x 0.75 m más lámina inferior, en lámina galvanizada calibre 16, reflectivo, estructura metálica tipo pedestal compuesto por un paral en ángulo de 2"x2"x1/4" y brazos en ángulo 2"x2"x1/8". Unidad: (un)

**3.24 ROCERÍA. INCLUYE CARGUE, TRANSPORTE Y DISPOSICIÓN ADECUADA DE MATERIAL RESULTANTE**

Para esta actividad rige lo estipulado en el *Artículo 200 (Desmonte y limpieza)* de las Especificaciones Generales de Construcción de Carretera 2013 del INVIAS.

Este trabajo consiste en la limpieza de la vegetación existente en las zonas contiguas a la vía, dejando la vegetación menor a ras de piso y podando los árboles por el costado que da a la vía, en las vías pavimentadas, incluye también la limpieza de la vegetación existente sobre el pavimento y entre éste y la cuneta.

**FORMA DE PAGO:** El pago se hará al respectivo precio unitario del contrato por toda obra ejecutada, de acuerdo con los planos y esta especificación, y aceptada a satisfacción por el Interventor.

Incluye los costos de equipos de rocería y herramientas menores; limpieza, cargue, transporte y disposición adecuada de material, mano de obra de rocería.

El precio unitario deberá incluir, también, los costos de administración, imprevistos y la utilidad del Constructor.

**MEDIDA:** La unidad de medida será la m<sup>2</sup> aproximado al entero, del área medida de rocería, desde el borde de la cuneta horizontalmente 3 m hacia el talud por la longitud de borde de vía intervenido. No se medirán cantidades en exceso de las especificadas, exceptuando las que autorice el interventor.

**ÍTEM DE PAGO:**

- 15.8 Rocería. incluye cargue, transporte y disposición adecuada de material resultante. Unidad: (m<sup>2</sup>)

## ESPECIFICACIÓN PARTICULAR ÍTEM 1.1 LOCALIZACIÓN, TRAZADO Y REPLANTEO POR m<sup>2</sup>

### DESCRIPCIÓN

Consiste en el trabajo de topografía que el contratista para determinar la localización planimétrica y altimétrica de todas las obras que se van a construir durante el desarrollo del proyecto, a partir de los puntos y ejes topográficos dados como referencia, de acuerdo con las libretas de topografía, los planos del proyecto y las indicaciones de la interventoría.

### ALCANCE DEL TRABAJO

El contratista deberá disponer de comisiones de topografía para la revisión y complemento de los estudios existentes, y para aquellos casos en que se requiera, según indicaciones de la Interventoría y necesidad en la obra.

### EJECUCIÓN DEL TRABAJO

Antes de iniciar las obras, el contratista someterá a verificación y aprobación de la interventoría la localización general del proyecto y sus niveles. El Contratista ejecutará el replanteo de todos los trabajos de medición requeridos para la construcción de las obras de acuerdo con los planos, a medida que se desarrollen los trabajos de construcción. Las sucesivas mediciones estarán referidas a la topografía básica provista por el Interventor. Todas las mediciones adicionales, tales como perfiles topográficos, puntos de referencia y cotas de nivel, serán ejecutadas por el Contratista. En caso de líneas rectas largas el Contratista establecerá marcas topográficas que indiquen la ubicación y las cotas, a distancias no mayores de 100 m. En caso de curvas y recodos, estas marcas se colocarán a distancias de 20 m, o según las instrucciones del Interventor. También se señalarán los cambios de pendientes y de dirección.

Los números en las marcas topográficas y designaciones similares deberán ser durables y se protegerán convenientemente durante todo el período de construcción y en caso de que se pierdan y sean necesarias, serán repuestas por el Contratista. Los puntos de menor importancia podrán marcarse mediante tubos de acero o con otro tipo de mojón, sujetos siempre a la aprobación del Interventor.

El Contratista no causará ningún daño ni desplazará arbitrariamente las marcas oficiales.

Todo daño que el Contratista cause a las marcas mencionadas deberá ser comunicado de inmediato al Interventor, y este en cada caso decidirá si la marca en cuestión puede ser omitida o si el Contratista deberá:

- Proveer nuevas marcas;
- Reemplazarlas de alguna otra forma;
- Hacer que terceros realicen las mediciones necesarias.

El contratista debe ejecutar la localización objeto de las actividades del proyecto, así como el de las respectivas construcciones de redes y edificaciones, trazar y verificar los ejes de cimientos, muros y demás estructuras mostradas en los planos y el replanteo general del proyecto utilizando los instrumentos de precisión que sean necesarios para la ubicación exacta de las obras.

El contratista debe tomar las medidas necesarias para asegurar que sus trabajos de localización sean exactos y es responsable por la corrección o demolición de obras que resulten defectuosas por errores en la localización, trazado y replanteo.

El control por parte del Interventor no relevará al Contratista de su responsabilidad por la exactitud en la localización de las obras o sus dimensiones.


El método de trabajo será propuesto por el Contratista y sometido a la aprobación del Interventor.

El Contratista encargará los trabajos de topografía a personas que, por su capacidad y experiencia, tengan calificaciones y conocimientos suficientes para asegurar la correcta realización de dichas tareas. Estas personas estarán obligadas a facilitar al Interventor toda la información que les sea requerida sobre la materia.

En los trabajos, el Contratista utilizará un número suficiente de instrumentos adecuados, debidamente calibrados y aprobados por el Interventor.

El Contratista será totalmente responsable de la calidad de los trabajos de medición y de las actividades del personal encargado de éstas.

**FORMA DE PAGO:** El costo de la actividad incluye los costos de mano de obra, equipo, calibraciones, transporte, seguros, materiales y en general todos los valores inherentes para la ejecución de la actividad de localización, trazado y replanteo. El pago se hará al respectivo precio unitario del contrato por toda obra ejecutada, de acuerdo con los planos y esta especificación, y aceptada a satisfacción por el Interventor.

	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
	Medellín, Antioquia, 11 de febrero de 2022	Página 18

**MEDIDA:** La unidad de medida será el metro cuadrado (m<sup>2</sup>) aproximado al entero de obra ejecutada, debidamente ejecutada, terminada y aceptada a satisfacción por el Interventor.

**ÍTEM DE PAGO**

- 1.1 Localización, trazado y replanteo por m2. (m2)

### ESPECIFICACION PARTICULAR ITEM 2.5.1

## DEMOLICIÓN DE ROCA A CIELO ABIERTO, CON AGENTE DEMOLEDOR NO EXPLOSIVO, PARA VOLÚMENES DE ROCA MAYORES A 0.10 M3. INCLUYE CEMENTO DEMOLEDOR, DESEMBOMBE, ACARREO INTERNO A SITIO DE ACOPIO DONDE INDIQUE LA INTERVENTORÍA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN. INCLUYE CARGUE, TRANSPORTE Y DISPOSICIÓN FINAL DEL MATERIAL.

### DESCRIPCIÓN

Se refiere a la demolición de roca por métodos no explosivos utilizando cemento demoledor, o el método de la cuña hidráulica, utilizando la metodología descrita por los fabricantes del producto, tanto en la forma de aplicación como en las medidas de seguridad. No se autoriza el uso de los métodos tradicionales de voladura para la ejecución de las demoliciones en roca cuando se den los siguientes factores:

- Las condiciones propias del proyecto, como: vías estrechas o callejones, el diámetro de las tuberías a instalar, la profundidad de las excavaciones, las características geotécnicas del terreno, proximidad a centros educativos u hospitalarios, entre otras.
- La proximidad a viviendas y a diferentes estructuras que puedan verse afectadas por la explosión.
- Zonas con alteraciones de orden público.

En consecuencia, cuando en dichos sectores se deba realizar demoliciones en roca a menos de tres metros de profundidad, se deben emplear métodos alternativos a base de productos demoledores no explosivos conocidos como cementos expansivos, cuñas, sistemas mecánicos, térmicos u otros similares conocidos en el medio. Para la utilización del método propuesto se debe contar con la asesoría del fabricante.

Todos los daños en estructuras, redes y en general, en todas las obras existentes, ocasionados por la mala utilización de los métodos serán de entera responsabilidad del Contratista, y su costo correrá por cuenta de éste.

### ALCANCE

La actividad consiste en la demolición de rocas a cielo abierto, desembombe del material producto de la actividad, traslado a sitios de acopio, cargue, transporte y disposición final del material producto de la actividad.

**FORMA DE PAGO:** El costo de la actividad incluye los costos de mano de obra, equipos, transporte, materiales y en general todos los valores inherentes para la ejecución de la actividad. El pago se hará al respectivo precio unitario del contrato por toda obra ejecutada, de acuerdo con los planos y esta especificación, aceptada a satisfacción por el Interventor.

El precio incluye todos los costos necesarios para efectuar la demolición de roca, cargue, transporte y disposición final del material producto de la actividad.

**MEDIDA:** La unidad de medida para las demoliciones de roca con métodos no explosivos será el metro cúbico (m<sup>3</sup>), medido en su posición original. Los precios propuestos deben incluir el costo de la mano de obra, herramienta y equipo, el transporte, almacenamiento y utilización del material no explosivo, la perforación, la remoción del material cortado o fracturado hasta el sitio de cargue, transporte y disposición final del material, igualmente el costo que conlleva atender todas las instrucciones, normas de seguridad y los demás costos directos e indirectos que se requieran para realizar esta actividad.

### ITEM DE PAGO

- 2.5.1 Demolición de roca a cielo abierto, con agente demoledor no explosivo, para volúmenes de roca mayores a 0.10 m<sup>3</sup>. incluye cemento demoledor, desembombe, acarreo interno a sitio de acopio donde indique la interventoría y todo lo necesario para su correcta ejecución. incluye cargue, transporte y disposición final del material. (m<sup>3</sup>)

### ESPECIFICACIÓN PARTICULAR ÍTEM 4.2.1

## LLENO MECÁNICO COMPACTADO CON MATERIAL PROVENIENTE DE LA EXCAVACIÓN HASTA OBTENER UNA DENSIDAD MÍNIMA DEL 95.00%, DE LA OBTENIDA EN EL ENSAYO DEL PROCTOR MODIFICADO. INCLUYE SELECCIÓN, ACARREO INTERNO Y COMPACTACIÓN DEL MATERIAL.

### DESCRIPCIÓN

Hace referencia a los trabajos de lleno de las irregularidades, fallos, o desniveles en la subrasante natural de la vía, con el material proveniente de la misma excavación. Así como la compactación del mismo para generar una superficie uniforme sobre la cual se asentarán las capas de material granular de la estructura de pavimento.

### GENERALIDADES

El Constructor deberá notificar al Interventor, con suficiente antelación al comienzo de la ejecución de los llenos, para que éste realice los trabajos topográficos necesarios y verifique la calidad del suelo de cimentación, las características de los materiales por emplear y los lugares donde ellos serán colocados.

### MATERIALES

Los materiales a utilizar serán los provenientes de la excavación.

Podrá utilizarse para el lleno los materiales que apruebe la Interventoría, previos análisis de laboratorio y que presenten propiedades físicas y mecánicas apropiadas para lograr una compactación que garantice la resistencia adecuada y el mínimo asentamiento.

### EQUIPO:

Los equipos para la extensión, el humedecimiento y la compactación de los llenos para estructuras, deberán ser los apropiados para garantizar la ejecución de los trabajos de acuerdo con las exigencias de la presente especificación.

La Interventoría podrá solicitar que el equipo de compactación reúna características determinadas de acuerdo con:

- Espesor total del lleno. - Volumen total del lleno. - Características del suelo de lleno.

### EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

#### Generalidades

El Constructor deberá notificar al Interventor, con suficiente antelación al comienzo de la ejecución de los llenos, para que éste realice los trabajos topográficos necesarios y verifique la calidad del suelo de cimentación, las características de los materiales por emplear y los lugares donde ellos serán colocados, sin que ello exima, de alguna manera, la responsabilidad que tiene el Constructor para garantizar la calidad de los trabajos.

La colocación se hará por métodos mecánicos es decir con equipo manejado con operador, no es un equipo menor, en capas con espesores no mayor a quince (15) centímetros de material suelto, de acuerdo con el tipo de trabajo, pero preservando siempre la estabilidad y la integridad de las instalaciones existentes y de las que se están ejecutando.

Una vez extendida la capa, se procederá a su humedecimiento, si es necesario. El contenido óptimo de humedad se determinará en la obra, a la vista de la maquinaria disponible y de los resultados que se obtengan en los ensayos realizados.

El material se colocará y compactará en capas sucesivas de espesor no mayor a quince centímetros (15 cm), hasta la altura requerida en los planos u ordenada por el interventor. La densidad seca del material de la excavación, una vez compactada, deberá ser igual o mayor al noventa y cinco por ciento (95 %) de la densidad seca máxima obtenida en el ensayo Proctor modificado, según la norma INV E-142.

Cuando el lleno se vaya a colocar contra una estructura de concreto, sólo se permitirá su colocación después de catorce (14) días de fundido el concreto, o hasta que la resistencia de este alcance el doble del valor del esfuerzo de trabajo impuesto por la carga diseño.

Siempre que el lleno se haya de asentar sobre un terreno en el que existan corrientes de agua superficial o subterránea, previamente se deberán desviar las primeras y captar y conducir las últimas fuera del área donde se vaya a construir el lleno.

Se tendrá especial cuidado en la compactación de manera que no se produzcan presiones laterales, vibraciones o impactos que causen roturas o desplazamientos de los elementos que se instalan o de otras estructuras existentes.

Todo lleno colocado antes de que lo autorice el Interventor, deberá ser retirado por el Constructor, sin costo adicional.

**FORMA DE PAGO:** El trabajo de lleno mecánico con material de excavación se pagará al precio unitario del contrato, por toda obra ejecutada satisfactoriamente de acuerdo con la presente especificación y aceptada por el Interventor.

El precio unitario deberá incluir los costos, equipos y mano de obra para la adecuada compactación del material, cargues, descargues, acarreos internos y selección del material proveniente de la excavación.

El precio unitario deberá incluir los costos de administración e imprevistos y la utilidad del Constructor.

**MEDIDA:** La unidad de medida para los volúmenes de llenos mecánicos será el metro cúbico (m<sup>3</sup>), aproximado al décimo de metro cúbico, de material compactado, aceptado por el Interventor, en su posición final.

Si el volumen medido de lleno aprobado contiene una fracción de metro cúbico igual o superior a cinco centésimas ( $\geq 0.05$ m), la aproximación se realizará a la décima superior; en caso contrario, se aproximará a la décima inferior.

No habrá medida ni pago para los llenos por fuera de las líneas del proyecto o de las establecidas por el Interventor, efectuados por el Constructor, ya sea por negligencia o por conveniencia para la operación de sus equipos.

**ÍTEM DE PAGO:**

- 4.2.1 Lleno mecánico compactado con material proveniente de la excavación hasta obtener una densidad mínima del 95%, de la obtenida en el ensayo del Proctor modificado. incluye selección, acarreo interno y compactación del material. (m<sup>3</sup>)

## ESPECIFICACIÓN PARTICULAR ÍTEM 8.6 MATERIAL GRANULAR DRENANTE. INCLUYE SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACIÓN

### DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en la extracción, preparación y suministro de los materiales, así como su cargue, transporte, descargue, almacenamiento, colocación, humedecimiento o secamiento, compactación y en general, todo lo relacionado con la correcta construcción de las capas filtrantes. Se medirá en su posición compactada final. Incluye suministro y colocación.

### MATERIALES

Para esta ítem rige lo estipulado en el numeral 673.2.2 del Artículo 673 de las Especificaciones Generales de Construcción de Carretera 2013 del INVIAS.

### EQUIPO

Se deberá disponer de los equipos necesarios para explotar, triturar, procesar, cargar, transportar, colocar y compactar el material drenante. También para colocar y compactar el material que sellará el filtro, así como para su explotación, trituración, procesamiento, cargue y transporte.

### FORMA DE PAGO

El pago se hará al respectivo precio unitario del contrato por toda obra ejecutada, de acuerdo con los planos y esta especificación, y aceptada a satisfacción por el Interventor. El precio unitario deberá incluir los costos del suministro y colocación

El transporte de material del material filtrante se pagará de acuerdo al ítem de transporte de los materiales pétreos.

El precio unitario deberá incluir los costos de administración e imprevistos y la utilidad del Constructor.

### MEDIDA

La unidad de medida del material granular drenante será el metro cúbico (m<sup>3</sup>), aproximado a la décima de metro cúbico, de material suministrado y colocado en obra, debidamente aceptado por el Interventor. El volumen se determinará multiplicando la longitud de la zanja, medida a lo largo del eje del subdrén, por el ancho de la misma y por la altura de colocación del material drenante indicadas en los planos del proyecto o autorizados por el Interventor.

### ÍTEM DE PAGO

- 8.6 Material granular drenante. Incluye suministro, transporte y colocación (m<sup>3</sup>)



**ESPECIFICACIÓN PARTICULAR ÍTEM 5.2.10  
PROCESO DE ESTABILIZACIÓN CON MATERIAL GRANULAR AL 3% EN PESO DEL CEMENTO. INCLUYE  
SUMINISTRO DE BASE, SUMINISTRO DEL CEMENTO, COLOCACIÓN Y COMPACTACIÓN Y TODO LO  
NECESARIO PARA SU CORRECTA INSTALACIÓN**

**DESCRIPCIÓN**

Este trabajo consiste en la construcción de una capa estructural de pavimento, constituida por una mezcla uniforme de suelos o agregados (material adicionado totalmente o resultante de la escarificación de la capa superficial existente, o una mezcla de ambos), cemento hidráulico, agua y eventualmente aditivos, de acuerdo con las dimensiones, los alineamientos y las secciones indicados en los documentos del proyecto.

A criterio del interventor, y de común acuerdo con el constructor, la capa estructural de pavimento, construida bajo las especificaciones presentadas en este artículo, puede ser considerada como una capa de base mejorada, u otra capa, siempre que se garantice su adecuado desempeño para las condiciones requeridas dentro de la estructura. Se debe especificar en el pliego de condiciones, el tipo de capa estructural que se planea lograr con este mejoramiento.

Para la estabilización de materiales granulares, se deben definir tramos homogéneos que permitan garantizar los diseños de mezcla, los procesos constructivos y el control de calidad de la obra

**MATERIALES**

**CLASES DE MATERIALES GRANULARES A ESTABILIZAR**

Se definen cuatro (4) clases de material estabilizado con cemento, como se indica en la Tabla 1, en función de los criterios para el diseño de la mezcla.

**Tabla 1. Uso típico de las diferentes clases de material granular**

CLASE DE MATERIAL ESTABILIZADO CON CEMENTO	DESCRIPCIÓN	NIVEL DE TRÁNSITO
Clase -1	Material fino o granular que no cumple una gradación específica o que va a ser utilizado como capa estructural y como rodadura, cuando se trate de un pavimento unicapa.	NT1
Clase - 2	Material fino o granular que no cumple una gradación específica y que va a ser utilizado como capa estructural.	NT1 y NT2
Clase - 3	Mezcla uniforme de agregados pétreos que cumplen una gradación especificada en este artículo, para un nivel de tránsito medio, que va a ser utilizado como capa estructural (Nota).	NT2
Clase - 4	Mezcla uniforme de agregados pétreos que cumplen una gradación especificada en este artículo, para un nivel de tránsito alto, que va a ser utilizado como capa estructural.	NT3

**Nota:** La mezcla uniforme de agregados pétreos puede provenir de material seleccionado y/o tratado de una planta de producción, o provenir de material escarificado del sitio y tratado. Cuando el constructor demuestre que el material escarificado del sitio cumple los requisitos indicados en el numeral 2.1.

Para el proyecto vial Dabeiba – Camparrusia, jurisdicción del municipio de Dabeiba, para el tramo de estudio en detalle, del tramo de vía que comprende del km 2+950 y el km 11+090, abarcando 8,14 kilómetros del proyecto, dado que el nivel de tránsito es NT1, se deberán cumplir con los lineamientos definidos para material granular Clase 2.

Los documentos del proyecto deben definir la clase de material por utilizar, además, deben definir el tipo de gradación, dentro de las opciones mencionadas en la Tabla 3.

**REQUISITOS DE CALIDAD DE LOS AGREGADOS**

El material por estabilizar con cemento hidráulico puede provenir de la escarificación de la capa superficial existente, o ser un suelo natural proveniente de excavaciones o zonas de préstamo, o agregados locales, o escorias, o mezclas de ellos. El material, ya combinado, debe estar libre de toda sustancia que pueda perjudicar el correcto fraguado del cemento. Además, debe cumplir los requisitos generales que se indican en la

**Tabla 2,** y se debe ajustar a alguna de las franjas granulométricas que se muestran en la Tabla 3.

Tabla 2. Requisitos de los materiales a ser tratados con cemento

CARACTERÍSTICA	NORMA DE ENSAYO INV.	MATERIAL PARA TRATAR CON CEMENTO			
		CLASE - 1	CLASE - 2	CLASE - 3	CLASE - 4
<b>Dureza (o)</b>					
Desgaste en la máquina de los Ángeles, máximo (%):	E-218	N/A	N/A	40	35
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 500 revoluciones (%)</li> <li>▪ 100 revoluciones (%)</li> </ul>		N/A	N/A	8	7
Degradación por abrasión en el equipo Micro-Deval, máximo (%)	E-238	N/A	N/A	30	25
Resistencia mecánica por el método del 10 % de finos:	E-224	N/A	N/A	70	90
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Valor en seco, mínimo (kN)</li> <li>▪ Relación: húmedo/seco, mínimo (%)</li> </ul>		N/A	N/A	75	75
<b>Durabilidad (o)</b>					
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos, máximo (%). (Nota 1):	E-220	N/A	N/A	12	12
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Sulfato de sodio</li> <li>▪ Sulfato de magnesio</li> </ul>		N/A	N/A	18	18
<b>Limpieza (f)</b>					
Límite líquido, máximo (%)	E-125	30	30	25	25
Índice de plasticidad, máximo (%). (Nota 2)	E-125; E-126	12	12	6	6
Equivalente de arena, mínimo (%). (Nota 3)	E-133	15	15	35	35
Valor de azul de metileno, máximo. (Nota 3)	E-235	20	20	10	10
Contenido de materia orgánica, máximo (%) (Nota 4)	E-121	2	2	1	1
Contenido de terrones de arcilla y partículas deleznable, máx. (%)	E-211	N/A	N/A	2	2
<b>Geometría de las partículas (f)</b>					
Índices de alargamiento y aplanamiento, máximo (%)	E-230	N/A	N/A	N/A	35
Caras fracturadas (una cara), mínimo (%)	E-227	N/A	N/A	50	60
<b>Resistencia del material (f)</b>					
CBR del Material a Tratar Sin Cemento: Para una compactación del noventa y cinco por ciento (95.00%) del ensayo de compactación medido en una muestra sometida a cuatro días (4 d) de inmersión, mínimo (%). (Nota 6)	E-148	N/A	10	60	80
<b>Características químicas</b>					
Proporción de sulfatos del material combinado, expresado como SO <sub>4</sub> <sup>=</sup> , % máximo	E-233	0.9	0.9	0.5	0.5

N/A: Hace referencia a que no es aplicable; teniendo en cuenta la definición para cada clase de material.

Notas:

- **Nota 1:** Todos los valores como requisitos exigidos para los materiales a ser tratados con cemento indicados en la
- **Tabla 2,** entendidos como ensayos de composición, dureza, durabilidad, limpieza, geometría de las partículas, resistencia del material y características químicas; pueden ser diferentes en el caso que sean establecidos en los documentos del proyecto y que el constructor, con aprobación del interventor, realice ensayos de validación de desempeño de estos materiales, en la fase de experimentación. El ensayo de solidez de sulfatos se puede realizar con sulfato de sodio o sulfato de magnesio.
- **Nota 2:** En el caso de índices de plasticidad o límites líquidos mayores al especificado para cada clase de material, se puede utilizar un tratamiento previo con cal y posteriormente el tratamiento con cemento, siempre que en la fase de experimentación se compruebe que el material tratado presenta un comportamiento adecuado, según los requerimientos de la estructura.
- **Nota 3:** El ensayo de valor de azul de metileno solo se exige cuando el equivalente de arena del material sea inferior al indicado en la
- **Tabla 2,** pero igual o superior a diez por ciento (10.00%) para los materiales utilizados en las clases 1 y 2, y veinticinco por ciento (25.00%) para las clases 3 y 4.
- **Nota 4:** Opcionalmente, si no se cumple el requisito de materia orgánica, el constructor puede utilizar el material, si cumple las siguientes dos (2) condiciones:
  - i. Determinar que la materia orgánica presente no causa un aumento en el tiempo de fraguado mayor a ciento veinte minutos (120 min) en muestras de mortero.
  - ii. Determinar que la materia orgánica presente no causa una reducción mayor a veinte por ciento (20.00 %) de la resistencia a la compresión en probetas con veintiocho días (28 d) de curado.

- **Nota 5:** Se puede determinar el contenido de materia orgánica por el método propuesto en la norma UNE, siempre que se considere que el método por ignición (según lo describe la norma de ensayo INV E-121) no es aplicable al material, debido a la naturaleza de la materia orgánica presente o a la presencia de minerales que pueden sufrir ignición y registrarse como materia orgánica erróneamente.
- **Nota 6:** En el caso de CBR menores al especificado para cada clase de material, se puede utilizar un tratamiento previo con cal y posteriormente el tratamiento con cemento.

**Tabla 3. Requisitos granulométricos del agregado para material tratado con cemento**

TAMIZ		TIPO DE GRADACIÓN						TOLERANCIAS EN PRODUCCIÓN SOBRE LA FÓRMULA DE TRABAJO (±)
mm	Pulg.	MGTC-50		MGTC-38		MGTC-25		
		MÍN.	MÁX.	MÍN.	MÁX.	MÍN.	MÁX.	
50.00	2"	100	100					0%
37.50	1 ½"	70	100	100	100			7%
25.00	1"	60	100	70	100	100	100	6%
12.50	¾"	50	90	60	90	70	100	
9.50	⅝"	40	80	45	75	50	80	3%
4.75	No. 4	30	70	30	60	35	65	
2.00	No. 10	20	55	20	45	25	50	
0.425	No. 40	10	40	10	30	15	30	1.5%
0.075	No. 200	2	20	2	15	2	15	

## CEMENTO

El cemento para el material tratado con cemento podrá ser cemento hidráulico de uso general o cemento con adiciones, el cual deberá cumplir lo especificado en el Artículo 501 – INVÍAS<sup>1</sup> (Suministro de cemento hidráulico) o cementos de acuerdo con la NTC 4050.

No se debe permitir el empleo de cemento que haya fraguado parcialmente o que contenga terrones del producto endurecido. Tampoco se debe permitir el empleo de cemento extraído de bolsas usadas en jornadas anteriores. El constructor debe usar el cemento aproximadamente en el mismo orden cronológico en que fue producido y entregado por el fabricante.

## AGUA

El agua que se requiera para la estabilización debe ser limpia y libre de cantidades apreciables de aceites, ácidos, álcalis, azúcares, materia orgánica y cualquier otra sustancia perjudicial que pueda afectar al cemento. Así mismo, el agua no debe afectar negativamente el fraguado, el endurecimiento y el comportamiento de la mezcla.

Se debe establecer la fuente de agua en el pliego de condiciones. En el caso que, durante la ejecución del proyecto se deba cambiar de fuente de suministro o se tenga sospecha que la calidad del agua ha cambiado, se debe evaluar su calidad nuevamente so pena de rechazar su uso.

Puede ser agua potable; si no lo es, deberá cumplir los requisitos que se indican en la Tabla 4.

**Tabla 4. Requisitos del agua no potable para materiales granulares tratados con cemento**

CARACTERÍSTICA	NORMA DE ENSAYO	VALOR
pH	ASTM 01293	5.5
Contenido de sulfatos, expresado como SO <sub>4</sub> , g/l máximo	UNE 83956	1.0

## ADITIVOS

Los documentos del proyecto pueden establecer el uso de aditivos para obtener la trabajabilidad adecuada o mejorar las características de la mezcla. Los aditivos que se utilicen, según el diseño establecido, deben cumplir los requerimientos de la NTC 1299.

El empleo de aditivos retardadores de fraguado debe ser obligatorio cuando se prevea que la temperatura ambiente durante la construcción de la capa estabilizada es mayor a treinta grados Celsius (30 °C), salvo que el interventor, con base en los resultados de ensayos realizados para obtener la fórmula de trabajo, apruebe la construcción convencional sin uso de aditivos.

El Constructor debe realizar los ensayos que demuestren que, los aditivos cumplen la función prevista con los materiales y dosificaciones de la fórmula de trabajo, y que estos no se encuentran vencidos.

<sup>1</sup> En la presente especificación particular, la denominación "Artículo XXX – INVÍAS" hace referencia a las Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras, año 2013.

## EQUIPO

El equipo que se requiera utilizar para el proceso constructivo del material estabilizado debe ser probado y aprobado en los tramos de experimentación.

En la ejecución de los trabajos se deben emplear equipos mecánicos, que pueden ser independientes, o equipos que realicen dos o más operaciones. En general, la maquinaria debe estar constituida por equipos para la escarificación y la disgregación del material (si se requiere), la elaboración de la mezcla (planta de mezcla o máquina estabilizadora), motoniveladora, compactadores metálicos vibratorios y neumáticos, carrotaques para aplicar agua y el material de curado de la capa compactada, equipo para la formación de las juntas (si se requiere), equipos de transporte y herramientas menores.

Básicamente, el equipo estará constituido por equipos para la elaboración de la mezcla (planta de mezcla o máquina estabilizadora), motoniveladora, compactadores metálico vibratorio y de llantas, carrotaques para el riego de agua y el material de curado de la capa compactada, equipo para la formación de las juntas, elementos de transporte y herramientas menores.

El empleo de la motoniveladora se restringe a las operaciones de perfilado de la vía.

Si los documentos técnicos del proyecto así lo indican, la extensión de la mezcla elaborada en planta se deberá hacer con una máquina extendedora autopropulsada.

## EQUIPO PARA LA ELABORACIÓN DE LA MEZCLA DE MATERIAL GRANULAR TRATADO CON CEMENTO

Los documentos del contrato definirán el tipo de equipo para elaborar el material granular tratado con cemento, dentro de las siguientes opciones: planta de mezcla y máquina estabilizadora con cámara de tambor rotatorio y motoniveladora específicamente para las operaciones de perfilado de la vía. La máquina estabilizadora debe ser de paso sencillo, es decir, capaz de producir una mezcla homogénea en una sola pasada.

Si los documentos del proyecto no definen el equipo, se dará por definido el uso de una máquina estabilizadora con cámara de tambor rotatorio. Si exigen la preparación de la mezcla en una planta, ellos deberán establecer en detalle las características de la planta y el procedimiento para la ejecución de la mezcla de material tratado con cemento; si no lo establecen, se aplicarán las características de la planta y los procedimientos descritos en el Artículo 500 – INVÍAS (Pavimento de concreto hidráulico). Solo se debe permitir el uso de motoniveladora para la mezcla cuando los documentos del proyecto lo señalen taxativamente.

Si los documentos del proyecto exigen la preparación de la mezcla en una planta, se deben establecer, en detalle, las características de la planta y el procedimiento para la ejecución de los trabajos. Si no lo establecen, se deben aplicar las características de la planta y los procedimientos descritos en el Artículo 630, Concreto estructural, para la elaboración de concreto.

En cualquier caso, el equipo para la mezcla que suministre el Constructor deberá ser capaz de lograr una completa homogenización de los componentes, dentro de las tolerancias establecidas en esta especificación.

## EQUIPOS PARA EXPLOTACIÓN Y EL MANEJO DE MATERIALES

En el caso que la estabilización incluya materiales transportados, el equipo deberá incluir, también, elementos para la explotación de los agregados, el cargue, el transporte, la clasificación y la trituración, cuando ella se requiera.

## EQUIPOS PARA ESCARIFICACIÓN

Si está prevista la utilización de los materiales existentes en la vía, se debe contar con elementos apropiados para su escarificación.


## EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

### DISEÑO DE LA MEZCLA Y OBTENCIÓN DE LA FÓRMULA DE TRABAJO

### ENERGÍA DE REFERENCIA PARA LA COMPACTACIÓN

La energía de referencia para la compactación, en la construcción de las capas estructurales tratadas con cemento, debe ser establecida en los documentos del proyecto, en función del tipo de material granular por estabilizar, del nivel de tránsito, del tipo de pavimento y de la capacidad de soporte de la subrasante.

Todas las probetas necesarias para evaluar las propiedades de la mezcla se elaborarán con la humedad óptima y el peso unitario seco máximo correspondientes a la energía de referencia del ensayo modificado de compactación,

	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
	Medellín, Antioquia, 11 de febrero de 2022	Página 27

según los criterios de la Tabla 5, teniendo en cuenta la naturaleza del material indicado en los documentos del proyecto.

Así mismo, los controles de compactación se efectuarán comparando los resultados de los ensayos de densidad en el terreno contra los resultados del ensayo de compactación en el laboratorio efectuado con esa energía.

Se deben realizar pruebas de desempeño del material bajo condiciones de servicio normales promedio, lo cual incluye condiciones climáticas y condiciones y volúmenes de tránsito.

## DISEÑO DE LA MEZCLA

La mezcla de material tratado con cemento se diseñará mediante los criterios de resistencia a la compresión indicados en la Tabla 6. El contenido mínimo de cemento debe ser definido en los documentos del proyecto y validado en la fase de experimentación conforme a la fórmula de trabajo adoptada. En el caso de no contar con esta validación, el contenido de cemento no debe ser inferior a tres por ciento (3.00%) de la masa seca del material por estabilizar. Además, debe ser aquel que permita cumplir los parámetros definidos en la tabla citada.

Los valores de referencia asociados al criterio de durabilidad dependen de la clasificación del material por estabilizar según el sistema AASHTO, norma INV E-180.

**Tabla 5. Procedimiento la preparación de probetas en mezclas de materiales granulares tratados con cemento**

CARACTERÍSTICA	DENSIDAD MÁXIMA DE REFERENCIA – ENERGÍA DE COMPACTACIÓN MODIFICADA
Ensayo de referencia para la energía de compactación	INV. E-142
Determinación del peso unitario seco máximo y preparación de probetas <sup>2</sup> para prueba de compresión	INV E-611 ajustado <sup>3</sup> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Molde: 3243 cm<sup>3</sup> <sup>4</sup></li> <li>▪ Masa martillo: 4.536 kg</li> <li>▪ Caída martillo: 457 mm</li> <li>▪ No. capas: 7</li> <li>▪ Golpes/capa: 61</li> </ul>

**Tabla 6. Criterios de diseño para la mezcla de materiales granulares tratados con cemento**

CARACTERÍSTICA	NORMA DE ENSAYO INV.	MATERIAL PARA TRATAR CON CEMENTO			
		CLASE - 1	CLASE - 2	CLASE - 3	CLASE - 4
<b>Durabilidad</b>					
Máxima pérdida de masa de la mezcla compactada en prueba de humedecimiento y secado (%): <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Suelos: A 1; A 2 4; A 2 5; A 3</li> <li>▪ Suelos: A 2 6; A 2 7; A 4; A 5</li> <li>▪ Suelos: A 6; A 7</li> </ul>	E-612	14 10 7	N/A N/A N/A	N/A N/A N/A	N/A N/A N/A
<b>Resistencia</b>					
Comportamiento de la resistencia con: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Incremento en el contenido de cemento</li> <li>▪ Incremento en la edad</li> </ul>	E-614	Crece Crece			
Comportamiento de la resistencia con: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Aplica a material originario de suelo y/o escarificado en la superficie:               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Mínima (Nota 2)</li> <li>○ Máxima (Nota 2)</li> </ul> </li> <li>▪ Aplica a material originario de agregados:               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Mínima (Nota 2)</li> <li>○ Máxima (Nota 2)</li> </ul> </li> </ul>	E-614	(Nota 3) 4.5 (Nota 3) (Nota 3) 4.5 (Nota 3)	2.5 4.5 2.5 4.5	N/A N/A 2.5 4.5	N/A N/A 2.5 4.5

<sup>2</sup> Para la preparación de las probetas se tendrá en cuenta lo siguiente: si todo el material pasa el tamiz de 19 mm (¾"), se deberá usar la gradación entera, sin modificación, para fabricar los especímenes para ensayo. Si hay partículas retenidas en dicho tamiz, ellas se deberán remover y reemplazar por una cantidad igual, en masa, de material que pase el tamiz de 19 mm (¾") y quede retenido en el tamiz de 4.75 mm (No. 4), obtenido de porciones de la muestra total que no se van a usar para el ensayo.

<sup>3</sup> El ajuste en la norma INV E-611 se refiere al cambio del molde, el martillo, el número de capas y el número de golpes por capa.

<sup>4</sup> El molde de 3243 cm<sup>3</sup> corresponde al del ensayo de CBR (norma de ensayo INV E-148), sin el disco espaciador o falso fondo. Sus dimensiones son: 152,4 mm ± 0,66 mm (6 ± 0,026") de diámetro interior y 177,8 ± 0,46 mm (7 ± 0,018") de altura. Se deberá usar con una base sin perforaciones, como la que se emplea para la realización del ensayo de compactación modificado, norma de ensayo INV E-142, método C.

CARACTERÍSTICA	NORMA DE ENSAYO INV.	MATERIAL PARA TRATAR CON CEMENTO			
		CLASE - 1	CLASE - 2	CLASE - 3	CLASE - 4
Resistencia a la compresión a siete días (28 d) (MPa), para capas de rodadura. Mínima (Nota 4).	E-614	2.5			

Notas:

- **Nota 1:** De manera opcional, se puede evaluar el criterio de durabilidad del material granular tratado con cemento, mediante una prueba de desgaste similar a la prueba del Cántabro realizada para mezclas asfálticas abiertas (según lo describe la norma de ensayo INV E-760). En este caso, la mezcla debe obtener un valor de pérdida por desgaste inferior al cincuenta por ciento (50.00%), calculado como el valor promedio de cuatro (4) probetas preparadas con el mismo tipo de material, mismo contenido de cemento e idéntico procedimiento de preparación. Cada probeta por ensayar debe ser de forma cúbica, de ciento cuarenta milímetros (140 mm) de longitud, que se obtienen al cortar cada tercio extremo de las vigas ensayadas a flexión a veintiocho días (28 d) (según lo describe la norma de ensayo INV E-414). Sobre cada viga ya ensayada, se miden ciento cuarenta milímetros (140 mm) desde cada cara extrema y se realiza un corte plano, de apariencia lisa, para formar un cubo, que se introduce en la máquina de Los Ángeles, sin la carga abrasiva de esferas de acero, y se determina la pérdida de masa después de doscientas (200) revoluciones. Los valores de módulo de rotura determinado para cada viga también se deben reportar, salvo que el interventor apruebe la formación de los cubos de concreto, a partir de vigas que no hayan sido falladas a flexión.
- **Nota 2:** Los valores de resistencia mínima y máxima indicados en la Tabla 6, pueden ser diferentes, únicamente en el caso que sean establecidos en los documentos del proyecto y que el constructor, con aprobación del interventor, realice ensayos de validación de desempeño de los materiales granulares tratados con cemento; por ejemplo, ensayos de módulo resiliente. La determinación del módulo resiliente se debe realizar siguiendo el procedimiento establecido en la norma INV E-156. Por tratarse de mezclas a las que se les ha incorporado un ligante hidráulico, el cual tiene reacciones de hidratación y desarrollo de resistencia en el tiempo, esta prueba se debe realizar a los veintiocho días (28 d). Estos ensayos deben satisfacer los resultados obtenidos en la fase de experimentación.
- **Nota 3:** Los documentos del proyecto deben definir el nivel de resistencia por emplear, para el uso de este material granular tratado con cemento. Pueden también definir un nivel de resistencia diferente a los indicados.
- **Nota 4:** El interventor puede solicitar la determinación del valor de resistencia de probetas con veintiocho días (28 d) de curado para capas que no sean de rodadura, si lo considera necesario.

## FÓRMULA DE TRABAJO

Dentro de la franja granulométrica elegida, el constructor debe proponer al interventor una fórmula de trabajo a la cual se debe ajustar durante la construcción de la capa, con las tolerancias que se indican en la Tabla 3, pero sin permitir que la curva se salga de la franja adoptada.

La fórmula de trabajo establecida como resultado del diseño de la mezcla deberá indicar:

- La granulometría del material.
- El tipo y la marca de cemento empleado en el diseño.
- El tipo y la marca de los aditivos empleados en el diseño.
- El contenido óptimo de cemento (CFT %).
- El valor de pérdidas por durabilidad.
- El valor de resistencia a la compresión (Rd) a los siete días (7 d).
- El valor de resistencia a la compresión a los veintiocho días (28 d), para el caso de capas de rodadura.
- Los porcentajes óptimos de agua para la mezcla y compactación.

La fórmula de trabajo establecida en el laboratorio se podrá ajustar con los resultados de las pruebas realizadas durante la fase de experimentación; la fórmula ajustada deberá cumplir con los requisitos establecidos para el diseño de la mezcla.

Si durante la ejecución de las obras varía la procedencia de alguno de los componentes de la mezcla o la curva granulométrica incumple las tolerancias que se indican en la Tabla 3, se requerirá el estudio de una nueva fórmula de trabajo.

## FASE DE EXPERIMENTACIÓN

Al comienzo de los trabajos, el Constructor elaborará secciones de ensayo de longitud, ancho y espesor definidos de acuerdo con el Interventor, donde se probará el equipo y se determinará el método definitivo de trabajo, de manera que se cumplan los requisitos de la presente especificación.

Con base en los resultados que se obtengan a partir de muestras tomadas del material tratado con cemento, el Interventor evaluará su conformidad en relación con las condiciones especificadas sobre humedad, espesor de la capa, proporción de cemento y demás requisitos exigidos.

En caso que los ensayos indiquen que el material granular tratado con cemento no se ajusta a dichas condiciones, deberá ser removida y reemplazada por el Constructor a satisfacción del Interventor, sin costo adicional para la entidad contratante. Antes de efectuar el reemplazo, el Constructor deberá hacer las modificaciones necesarias a los equipos y procedimientos de construcción y, si fuera preciso, modificar el diseño.

El proceso se debe repetir cuantas veces sea necesario hasta que las secciones de ensayo sean aprobadas por el interventor.

Tanto el Constructor como el interventor, deben emitir un informe con los resultados de la fase de experimentación y validación, y su cumplimiento como requisito para el inicio de la fase de construcción.

En cada tramo de experimentación y validación, deben quedar definidos los siguientes aspectos:

- Para el material granular tratado con cemento como capa estructural, ejecutado in situ con material existente o de préstamo.
  - Escarificación del material para tratar en el sitio
  - Incorporación del material de préstamo, cuando aplique
  - Aplicación del cemento de acuerdo con la condición planteada en la fase de experimentación
  - Mezcla
- Para tratamiento in situ o mezcla en planta:
  - Perfilado
  - Extensión y conformación
  - Prefisuración (en caso de requerirse)
  - Compactación
  - Juntas de trabajo
  - Curado de la capa compactada
  - Apertura al tránsito
  - Limitaciones en la ejecución

Para cada uno de los tramos homogéneos definidos en la etapa de diseño o de construcción, los trabajos se deben realizar, de acuerdo con lo aprobado en la fase de experimentación y validación

## PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE EXISTENTE

Si la construcción se va a realizar únicamente con el material existente en la calzada, este se debe escarificar en todo el ancho de la capa que se va a mezclar, hasta una profundidad suficiente para que, una vez compactada, la capa de suelo cemento alcance el espesor señalado en los documentos del proyecto.

Si se contempla la adición de un material de aporte para mejorar el existente, ambos se deben mezclar uniformemente, antes de iniciar la disgregación del material.

En todos los casos en que el proceso involucre el material del lugar, parcial o totalmente, se debe comprobar que el material que se encuentre bajo el espesor por estabilizar, presente adecuadas condiciones de resistencia y, en caso de no tenerlas, el interventor debe ordenar las modificaciones previas que considere necesarias.

En todos los casos debe estar concluida la construcción de los dispositivos necesarios para el drenaje de la calzada, previamente a la ejecución de las obras de la capa de material granular estabilizado con cemento.

## TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO DE AGREGADOS

Cuando la construcción de la capa incluya suelos o agregados de aporte, estos se deben transportar en vehículos apropiados, protegidos con lonas u otros cobertores adecuados, los cuales se deben asegurar a la carrocería, para impedir que parte del material caiga sobre las vías por las cuales transitan dichos vehículos.

Cuando se requiera almacenar los agregados, se deberá tener en cuenta lo indicado en el numeral 300.4.3 del Artículo 300 – INVÍAS (Disposiciones generales para la ejecución de afirmados, sub-bases y bases granulares y estabilizadas / Acopio de los agregados).

## ELABORACIÓN DE LA MEZCLA

### MEZCLA EN PLANTA

Si se define la preparación de la mezcla en planta, se deberá establecer en detalle el procedimiento para la ejecución de los trabajos; de lo contrario, se aplicarán los procedimientos para la elaboración y transporte de la mezcla descritos en el Artículo 500 – INVÍAS (Pavimento de concreto hidráulico).

La mezcla elaborada en la planta se transportará al sitio en volquetas estancas y cubiertas, aptas para el transporte de concreto, cumpliendo con los requisitos y los procedimientos establecidos en los numerales 500.3.2 y 500.4.6 del Artículo 500 – INVÍAS (Elementos de transporte y Transporte del concreto al sitio de las obras, respectivamente).

### MEZCLA EN VÍA

El material granular sin cemento se debe conformar según la sección transversal mostrada en los documentos del proyecto, mediante el empleo de motoniveladora.

#### Disgregación del material

El material granular se debe disponer en un cordón de sección uniforme, donde debe ser verificada su homogeneidad. Si la capa se va a construir mediante combinación de varios agregados granulares, estos deben ser mezclados en la planta, por cuanto no se admite su combinación en la superficie de la vía. Se hace la excepción el caso en que se requiera mezclar material de aporte con material del sitio, situación en la cual se puede efectuar la mezcla en el sitio.

Antes de aplicar el cemento, si el material por tratar, bien sea que se haya escarificado en el lugar o transportado desde los sitios de origen aprobados por el interventor, o sea una mezcla de ambos, presenta grumos o aglomeraciones de partículas, se debe disgregar con el equipo de construcción, aprobado a partir de los resultados de la fase de experimentación, en el ancho y espesor suficientes que permitan obtener la sección compactada indicada en los documentos del proyecto.

El proceso de disgregación debe continuar hasta que se logren los requerimientos granulométricos del numeral 2.2. La longitud de calzada disgregada no debe exceder de la que se pueda tratar y compactar, de acuerdo con esta especificación, en dos días (2 d) de trabajo, salvo autorización escrita del interventor.

Una vez disgregado el material, este se debe conformar según la sección transversal de la calzada, con el empleo de motoniveladora

#### Aplicación del cemento

El cemento se podrá aplicar en bolsas o a granel. En cualquier caso, se esparcirá sobre el agregado empleando el procedimiento aceptado por el Interventor durante la fase de experimentación, de manera que se esparza la cantidad requerida según el diseño, más la cantidad prevista por desperdicios, a todo lo ancho de la capa de material tratado con cemento. Durante la aplicación del cemento, la humedad del material podrá superar a la definida durante el proceso de diseño en un 2.00% (o el definido en el laboratorio, al establecer una franja de trabajabilidad), a fin de que ésta se encuentre en el valor óptimo en el momento de ejecutarse el mezclado, siempre y cuando se garantice la resistencia a la compresión establecida. Sobre el cemento esparcido sólo se permitirá el tránsito del equipo que lo va a mezclar con el material.

#### Mezcla

Inmediatamente después de ser esparcido el cemento, se efectuará la mezcla, empleando el equipo aprobado, hasta obtener de una mezcla homogénea. La humedad de la mezcla deberá ser la establecida en la fórmula de trabajo, con una tolerancia de -1.00% a +2.00%, que se puede precisar en laboratorio, al delimitar una franja de trabajabilidad.



## EXTENSIÓN Y CONFORMACIÓN

La mezcla elaborada sobre la vía se debe extender, tomando las precauciones necesarias para evitar segregaciones y contaminaciones, se extenderá en todo el ancho previsto en una capa de espesor uniforme que permita obtener el espesor y grado de compactación exigidos, de acuerdo con los resultados obtenidos en la fase de experimentación, y se conformará a la sección transversal de la calzada.

Siempre que sea posible, el material granular estabilizado con cemento se debe extender en el ancho completo de la vía. En caso contrario, el material se debe extender por franjas longitudinales cuyo ancho debe ser al menos el de un carril, comenzando por el borde inferior. El ancho de las franjas de extensión debe ser tal, que se realice el menor número posible de juntas y se consiga la mayor continuidad de la extensión, teniendo en cuenta el ancho de la sección, la necesidad de mantener un carril funcionando para tránsito vehicular (si aplica) y las características de los equipos de extensión y de producción de la mezcla

La extensión y la conformación de la mezcla elaborada en planta se deberán hacer con una máquina extendedora autopropulsada.

En todo caso, la cantidad de material extendido y conformado debe ser tal, que el espesor de la capa compactada no resulte inferior a ciento cincuenta milímetros (150 mm) ni superior a doscientos milímetros (200 mm). Si el espesor de la capa tratada con cemento, por construir, es superior a doscientos milímetros (200 mm), el material se debe colocar en dos (2) o más capas, y se debe procurar que el espesor de cada una de ellas sea sensiblemente igual y nunca inferior a cien milímetros (100 mm). En el caso de disponer de equipos de construcción que, permitan la conformación de capas con espesores superiores a (200 mm), se debe garantizar que toda la capa cumpla los requerimientos establecidos en el numeral cinco (5).

El material extendido y conformado deberá mostrar una distribución granulométrica uniforme, sin segregaciones evidentes. El Interventor no permitirá la colocación de la capa siguiente, antes de verificar y aprobar la compactación de la precedente.

## PREFISURACIÓN

Cuando los documentos del proyecto así lo indiquen, se debe efectuar una prefisuración de las capas de material granular tratado con cemento antes de iniciar su compactación. La necesidad de efectuar dicha prefisuración depende de factores tales como la posición de la capa dentro de la estructura, el tipo de rodadura, la resistencia del material granular tratado y el tipo de medidas que eventualmente contemplen los documentos del proyecto para evitar o controlar que el desarrollo de fisuras de contracción en la capa de material estabilizado con cemento deteriore la rodadura del pavimento. Uno de los criterios para decidir si se requiere la prefisuración puede ser que se superen las resistencias máximas de la mezcla, mencionadas en la Tabla 6. En todo caso, la necesidad de prefisuración debe ser determinada en la fase de experimentación.

Esta actividad consiste en la ejecución de juntas transversales en fresco, es decir, del material extendido, pero sin compactar. El diseño debe establecer la distancia a la cual se deben realizar dichas juntas. En general, la separación entre ellas debe estar comprendida entre tres y cuatro metros (3.00 m – 4.00 m).

Para la ejecución de las juntas transversales en fresco, se deben utilizar equipos que realicen en cada pasada un surco recto que penetre al menos dos tercios (2/3) del espesor de la capa y que, al mismo tiempo, introduzcan en este un producto adecuado para impedir que la junta se cierre de nuevo. Dicho producto puede consistir en una emulsión bituminosa de rotura rápida, una cinta de plástico flexible, un perfil ondulado de plástico rígido u otros sistemas que, además de impedir que se cierre de nuevo la junta durante la compactación, permitan la transmisión de cargas entre los dos (2) lados de esta.

Se debe emplear el equipo y el método de ejecución aprobados por el interventor, cuya eficacia haya sido comprobada después de la realización de la fase de experimentación.

## COMPACTACIÓN

La compactación de la mezcla se realizará de acuerdo con el plan propuesto por el Constructor y aprobado por el Interventor durante la fase previa de experimentación.

El proceso de compactación deberá ser tal que evite la formación de una costra o capa superior delgada, débilmente adherida al resto de la capa de material granular tratada con cemento. En caso de que ella se produzca, deberá ser eliminada hasta obtener una superficie uniforme y compacta.

La compactación se debe realizar de manera continua y sistemática. Si la extensión del material se realiza por franjas, al compactar una de ellas se debe ampliar la zona de compactación para que incluya, al menos, quince centímetros (o 150 mm) de la anterior. Los rodillos deben llevar su rueda motriz del lado más cercano al equipo de extensión, y los

cambios de dirección y de sentido se deben realizar sobre material ya compactado y con suavidad. Los elementos de compactación deben estar siempre limpios y, si fuera preciso, húmedos.

Los trabajos de compactación deben ser terminados en un lapso no mayor de dos horas (2 h) desde el inicio de la mezcla. En la fase de experimentación se puede definir un lapso menor o mayor, teniendo en cuenta las características propias del proyecto. 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 experimentación, se deben compactar con los medios que resulten adecuados para el caso, de manera que la mezcla resulte homogénea y la densidad alcanzada no sea inferior a la exigida por la presente especificación. Una vez terminada la compactación, la superficie se debe mantener húmeda hasta que se aplique el riego de curado de tal forma que se pueda completar el espesor total de la misma en un tiempo no mayor de dos horas (2 h). Si se usan aditivos retardadores, este tiempo se puede extender según se defina en la fase de experimentación. Alternativamente, la superficie de la capa inferior de la capa estructural tratada con cemento se debe mantener húmeda en forma permanente, mediante riego por aspersion, hasta la colocación de la capa superior, la cual debe ser extendida y compactada en un lapso no mayor de siete días (7 d), después de terminada la capa inferior.

### JUNTAS DE TRABAJO

Las juntas entre trabajos realizados en días sucesivos se deberán cuidar para proteger la capa construida cuando se vaya a esparcir y compactar la adyacente. Para ello, al término de la jornada de trabajo se formará una junta transversal perpendicular al eje de la calzada, haciendo un corte vertical en el material compactado.

Si la capa de material granular tratada con cemento no se construye en todo el ancho de la calzada sino por franjas, se deberán disponer también, mediante un procedimiento aceptable para el Interventor, juntas longitudinales en corte vertical y paralelas al eje longitudinal de la calzada.

El material recolectado de los cortes de juntas debe ser claramente identificado y almacenado, y no se debe permitir su uso en la construcción de las capas de la estructura

### CURADO DE LA CAPA COMPACTADA

Terminada la compactación de la capa de material tratado con cemento, ésta se deberá proteger contra pérdidas de humedad por un período no menor de siete (7) días, mediante la aplicación de una película bituminosa con emulsión de rotura rápida tipo CRR-1, conforme se establece en el Artículo 422, riego de curado.

Si la aplicación del riego de curado no se hace inmediatamente después de terminada la compactación, se deberá mantener la humedad de la superficie mediante riego por aspersion.

Cuando la capa estructural tratada con cemento se deba construir en varias capas, no se aplicará el riego de curado sobre la superficie de la capa inferior de material tratado con cemento, sino que ésta se deberá mantener húmeda en forma permanente mediante riego por aspersion hasta la colocación de la capa superior.

En el momento de aplicar el riego, que en ningún caso puede ser después de veinticuatro (24) horas después de terminada la compactación, la superficie de la capa de estructural tratada con cemento deberá presentar un aspecto denso y homogéneo y contener la humedad suficiente que permita el curado.

### APERTURA AL TRÁNSITO

La capa de material granular tratado con cemento solo se puede abrir al tránsito público y al de los equipos de construcción a los siete días (7 d) de su compactación. Se permite el tránsito vehicular en un tiempo inferior a los siete días (7 d), únicamente en el caso de realizar las validaciones correspondientes en la fase de experimentación, por parte del constructor y con previa aprobación del interventor, asegurando que se cumplan los requerimientos de desempeño de la capa de material granular tratado con cemento, indicados en los documentos del proyecto. La velocidad de circulación se debe restringir a treinta kilómetros por hora (30 km/h) desde el momento de la apertura al tránsito y, como mínimo, hasta pasado los siete días (7 d) a partir de la compactación de la capa construida. La apertura debe ser inicialmente durante un tiempo corto que permita verificar el comportamiento de la capa compactada y localizar las áreas que deban ser objeto de corrección. Como resultado de lo observado en esta apertura parcial, el interventor debe definir el instante de apertura definitiva, de la capa compactada, al tránsito público.

### LIMITACIONES EN LA EJECUCIÓN

Las estabilizaciones con cemento solo se pueden llevar a cabo cuando la temperatura ambiente a la sombra sea superior a cinco grados Celsius (5.00 °C) y cuando no haya lluvia o temores fundados de que ella ocurra, o haya una capa de niebla intensa, o esté previsto un clima con temperatura inferior a uno coma cinco grados Celsius (1.50 °C) en las siguientes cuarenta y ocho horas (48 h) al trabajo. En caso de que la mezcla sin compactar sea afectada por agua lluvia, y como resultado de ello el contenido de agua de la mezcla supere la tolerancia mencionada en el

numeral 4.5.2.3 de esta especificación, el constructor debe retirar la mezcla afectada y reconstruir el sector deteriorado, hasta contar con la aprobación del interventor, sin costo adicional para INVÍAS.

Los trabajos se deben realizar en condiciones de luz solar. Sin embargo, cuando se requiera terminar el proyecto en un tiempo especificado por INVÍAS o se deban evitar horas pico de tránsito público, el interventor puede autorizar el trabajo en horas de oscuridad, siempre y cuando el Constructor garantice el suministro y la operación de un equipo de iluminación artificial que resulte satisfactorio para el desarrollo del trabajo en condiciones seguras y que sea aprobado por el interventor. Si el constructor no ofrece esta garantía, no se le debe permitir el trabajo nocturno y debe poner a disposición de la obra el equipo y el personal adicionales para completar el trabajo en el tiempo especificado, operando únicamente durante las horas de luz solar.

#### MANEJO AMBIENTAL

Se aplicará lo pertinente del numeral 300.4.8 del Artículo 300 – INVÍAS (Disposiciones generales para la ejecución de afirmados, subbases granulares y bases granulares y estabilizadas / Manejo ambiental).

Algunos de los cuidados relevantes en relación con la protección ambiental se describen a continuación, sin perjuicio de los que exijan los documentos de cada proyecto, en particular o la legislación ambiental vigente:

- Se debe evitar el tránsito desordenado de equipos de construcción por fuera del área de los trabajos, con el fin de evitar perjuicios innecesarios a la flora y a la fauna, así como interferencias al drenaje natural.
- Los dispositivos de drenaje superficial y la pendiente transversal de la calzada se deben mantener correctamente durante la ejecución de los trabajos, con el fin de prevenir erosiones y arrastres innecesarios de partículas sólidas.
- El manejo y aplicación del cemento se debe realizar con las precauciones que exijan las autoridades ambientales.

#### CONSERVACIÓN DE LA CAPA TERMINADA

El Constructor deberá conservar la capa de material tratado con cemento en perfectas condiciones, hasta que se construya la capa superior prevista en los documentos del proyecto. Todo daño que se presente deberá corregirlo a plena satisfacción del Interventor, sin costo adicional para el Instituto Nacional de Vías.

#### CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS

##### CONTROLES

En adición a lo indicado en el numeral 300.5.1 del Artículo 300 (Condiciones para el recibo de los trabajos / Controles), se deberán efectuar ensayos de control de la mezcla y, una vez compactada, de densidad, espesor y planicidad de la capa terminada.

#### CONDICIONES ESPECÍFICAS PARA EL RECIBO Y TOLERANCIAS

#### CALIDAD DE LOS MATERIALES

##### Calidad los agregados

Se deben tomar cuatro (4) muestras representativas de cada fuente de suelos y agregados por utilizar en la producción de la capa de material granular tratado con cemento, y por cada dos mil metros cúbicos (2 000 m<sup>3</sup>) del material de un mismo tipo, y se deben ejecutar los ensayos que permitan verificar el cumplimiento de los requisitos establecidos en el numeral 2.1.

Durante la etapa de producción, se deben examinar las descargas a los acopios y se debe ordenar el retiro de los suelos y agregados que, a simple vista, contengan tierra vegetal, presenten restos de materia orgánica, o tamaños superiores al máximo especificado. Además, se deben efectuar las verificaciones periódicas indicadas en la Tabla 7.

El Interventor podrá adelantar las pruebas adicionales que le permitan tener certeza de la calidad de los agregados, de acuerdo con las exigencias de la presente especificación.

**Tabla 7. Verificaciones periódicas sobre los agregados para un material tratado con cemento**

CARACTERÍSTICA	NORMA DE ENSAYO INV.	TIPO DE MATERIAL	FRECUENCIA
<b>Composición (f)</b>			
Granulometría	E-123 e E-213	Todos	1 por jornada o 1 cada 3.000 m <sup>2</sup> de superficie de material compactado (Nota)
<b>Dureza (o)</b>			
Desgaste en la máquina de Los Ángeles	E-218	Clase - 3 y Clase - 4	1 / mes
Degradación por abrasión en el equipo Micro-Deval	E-238	Clase - 3 y Clase - 4	1 / mes
<b>Limpieza (f)</b>			
Límite líquido	E-125 e E-126	Todos	1 / jornada
Índice de plasticidad	E-125 e E-126	Todos	
Equivalente de arena	E-133	Todos	1 / semana
Valor de azul de metileno (si aplica)	E-235	Todos	
Contenido de materia orgánica	E-121 UNE 103204	Todos	
Contenido de terrones de arcilla y partículas deleznable	E-211	Clase - 3 y Clase - 4	
<b>Geometría de partículas (f)</b>			
Índices de alargamiento y aplanamiento	E-230	Clase - 3 y Clase - 4	1 / semana
Caras fracturadas	E-227	Clase - 3 y Clase - 4	1 / jornada
<b>Resistencia del material (f)</b>			
CBR	E-148	Todos	1 / mes

**Nota:** Se debe realizar el número de ensayos que resulte mayor al aplicar estos dos (2) criterios.

El Interventor podrá reducir la frecuencia de los ensayos a la mitad de lo indicado en la Tabla 7, siempre que considere que los materiales son suficientemente homogéneos o si en el control de recibo de la obra terminada hubiese aceptado sin objeción diez (10) lotes consecutivos. Cuando el Interventor considere que las características del material que está siendo explotado en una fuente han cambiado, se deberán repetir todos los ensayos especificados en la Tabla 2 y adoptar los correctivos que sean necesarios.

Cuando el interventor considere que las características del material explotado en una fuente han cambiado, se deben repetir todos los ensayos especificados en la Tabla 2 y adoptar los correctivos que sean necesarios. No se debe permitir el empleo de materiales que no satisfagan los requisitos de calidad indicados en el numeral 2.

En la eventualidad de que el resultado de alguna prueba sea insatisfactorio, se tomarán dos (2) muestras adicionales del material y se repetirá la prueba. Los resultados de ambos ensayos deberán ser satisfactorios o, de lo contrario, el Interventor no autorizará la utilización del material al cual representen dichos ensayos.

Los resultados de los ensayos de verificación se deben reportar en un periodo no mayor de veinticuatro horas (24 h) luego de la toma de las muestras, o un periodo menor acordado previamente con el Constructor.

### Calidad del cemento

Por ningún motivo se debe permitir el empleo de cemento endurecido o cuya fecha de vencimiento haya sido superada.

El cemento se debe almacenar en contenedores a prueba de agua y con una estructura tal, que se garantice la inexistencia de zonas muertas de almacenamiento, definidas como aquellas zonas en donde no se hace uso o movimiento del cemento. En caso de encontrar zonas muertas con material que no es reemplazado continuamente, toda la estructura de almacenamiento debe ser vaciada y limpiada cada tres (3) meses. En ningún caso se debe utilizar cemento que haya durado más de tres (3) meses, almacenado, en el sitio de trabajo.

Por cada suministro de cemento que llegue a la obra, el proveedor debe entregar un certificado de calidad donde se indiquen las propiedades del producto entregado, de acuerdo con el artículo 501 o la NTC 4050, con la finalidad de verificar la calidad del producto y establecer su aceptación o rechazo. Este certificado debe contener, como mínimo, la estadística semanal de la calidad del cemento entregado por el productor.

El cemento utilizado debe ser del tipo MCH (Moderado Calor de Hidratación) o del tipo BCH (Bajo Calor de Hidratación), según las normas NTC 121 o ASTM C1157/C1157M. También, se puede usar cemento tipo UG (Uso

General), según las normas NTC 121 o ASTM C1157/C1157M, en el cual se garantice que el Calor de Hidratación no supere el valor de doscientos cincuenta kilojulios por kilogramo (250 kJ/kg [kcal/kg]) en siete días (7 d).

Las verificaciones se deben realizar conforme se establece en el numeral 501.5.2 del artículo 501.

En ambientes muy húmedos o en condiciones atmosféricas desfavorables o de obra anormales, el interventor puede reducir el plazo de tres (3) meses para la comprobación de las condiciones de almacenamiento del cemento.

Además de lo anteriormente establecido, cuando el interventor lo considere conveniente, se deben llevar a cabo ensayos adicionales para la comprobación de las características que estime necesarias.

La toma de muestra del cemento se debe realizar lo más rápido posible, para reducir al mínimo la absorción de humedad. Una vez recogida la muestra se debe guardar en un recipiente estanco y con cierre hermético hasta su análisis.

Como alternativa, se puede realizar un tramo de prueba que permita validar la calidad del cemento almacenado.

### Calidad del agua

Siempre que tenga alguna sospecha sobre la calidad del agua empleada, se verificarán su pH y su contenido de sulfatos.

### Calidad de los aditivos y productos de curado

El Constructor deberá presentar certificaciones periódicas de los fabricantes o de los proveedores de estos productos, que brinden garantía en cuanto a la calidad y a la conveniencia de su utilización, para la revisión y eventual autorización de uso por parte del Interventor.

## CALIDAD DE LA MEZCLA

### Contenido de cemento

Sobre tres (3) muestras de la mezcla elaborada correspondiente a un lote, definido como se indica en el numeral 5.2.3, se determinará el contenido de cemento (norma de ensayo INV E- 617 o ASTM 05982). Cada muestra se debe tomar en un solo sitio de la capa extendida, abarcando todo su espesor, inmediatamente antes de iniciar la compactación.

El porcentaje de cemento promedio de las tres (3) muestras que representan al lote, (CPL %), tendrá una tolerancia de tres por mil (0.30%), respecto del óptimo definido en la fórmula de trabajo (CFT %).

$$CFT \% - 0.30\% \leq CPL \% \leq CFT \% + 0.30\%$$

A su vez, el porcentaje de cemento de cada muestra individual (CI %), no podrá diferir del valor promedio del lote (CPL %), en más de medio por ciento (0.50%), admitiéndose un (1) solo valor por fuera de ese intervalo.

$$CPL \% - 0.5\% \leq CI \% \leq CPL \% + 0.5\%$$

Un porcentaje de cemento promedio (CPL %) fuera de tolerancia implica el rechazo del lote salvo que, en el caso de exceso de cemento, el Constructor demuestre que no habrá problemas de comportamiento de la capa de material tratado con cemento.

Si el lote es rechazado, el Constructor deberá levantar la capa y reponerla a satisfacción plena del Interventor, sin costo adicional para el Instituto Nacional de Vías. El material removido será de propiedad del Constructor.

En ningún caso se debe aceptar el uso del material removido como material de construcción para alguna capa estructural estabilizada (entiéndase como cualquier capa de la estructura, incluyendo la subrasante y/o afirmado) de otro lote del proyecto, a menos que se acuerde con el interventor llevar a cabo un tratamiento previo de disgregación y selección de material, que dé como resultado un material reciclado apropiado, aprobado por el Interventor.

### Resistencia

Con un mínimo de dos (2) muestras por lote de la mezcla elaborada en la obra se moldearán probetas (dos por muestra) según los criterios de la Tabla 5, para verificar en el laboratorio su resistencia a compresión simple luego de siete (7) días de curado, de conformidad con un procedimiento similar al realizado durante el diseño de la mezcla. Cada muestra se tomará en un solo sitio de la capa extendida y conformada inmediatamente antes de iniciar la compactación, abarcando todo su espesor.

La resistencia media de las cuatro (4) o más probetas que representan al lote ( $R_m$ ), deberá ser igual o superior al noventa y dos por ciento (92.00%) de la resistencia correspondiente al diseño presentado por el Constructor ( $R_d$ ) y aprobado por el Interventor.

$$R_m \geq 0.92 \times R_d$$

A su vez, la resistencia de cada probeta ( $R_i$ ) deberá ser igual o mayor al noventa por ciento (90%) del valor medio, ( $R_m$ ).

$$R_i \geq 0.90 \times R_m$$

Por otra parte, si la resistencia media de las probetas que representen al lote ( $R_m$ ) es mayor a la resistencia máxima definida en la Tabla 6, se deben realizar juntas de contracción por aserrado, con una separación entre juntas entre tres y cuatro metros (3.00 m y 4.00 m), y ubicadas a no menos de dos coma cinco metros (2.50 m) de posibles grietas de retracción que se hayan podido formar. La conformación de juntas por aserrado no es necesaria si se realizó prefisuración, de acuerdo con la sección 4.7 de este artículo, y si así lo autoriza el interventor

Si uno o más de estos requisitos se incumplen, se rechazará el lote al cual representan las muestras. Si el lote es rechazado, el Constructor deberá levantar la capa y reponerla a satisfacción plena del Interventor, sin costo adicional para el Instituto Nacional de Vías. El material removido será de propiedad del Constructor.

### CALIDAD DE LA CAPA TERMINADA

Para efectos del control, se considerará como "lote" que se aceptará o rechazará en bloque, la menor área construida que resulte de los siguientes criterios:

- Quinientos metros lineales (500 m) de capa de material tratado con cemento.
- Tres mil quinientos metros cuadrados (3500 m<sup>2</sup>) de capa de material tratado con cemento.
- La obra ejecutada en una jornada de trabajo.

La capa terminada deberá presentar una superficie uniforme y deberá estar ajustada a las rasantes y pendientes establecidas. La distancia entre el eje del proyecto y el borde de la capa que se está construyendo, excluyendo sus chaflanes, no podrá ser menor que la señalada en los planos o la determinada por el Interventor. La cota de cualquier punto de la capa compactada, no deberá variar en más de diez milímetros (10 mm) de la proyectada.

Además, se realizarán los siguientes controles:

### Compactación

Los sitios para la determinación de la densidad de la capa se elegirán al azar, según la norma de ensayo INV E-730 (Selección al azar de sitios para la toma de muestras), pero de manera que se realice al menos una prueba por hectómetro. Se deberán efectuar, como mínimo, cinco (5) ensayos por lote. Para el control de la compactación de una capa de material tratado con cemento, se deberá calcular su grado de compactación a partir de los resultados de los ensayos de densidad en el terreno y del ensayo de compactación en el laboratorio, mediante la siguiente expresión:

$$GC_i = \frac{\gamma_{d,i}}{\gamma_{d,máx}} \times 100$$

Siendo:

- $GC_i$ : Valor individual del grado de compactación, en porcentaje.
- $\gamma_{d,i}$ : Valor individual del peso unitario seco del material en el terreno, determinado por cualquier método aplicable de los descritos en las normas de ensayo INV E-161, E-162 y E-164, sin efectuar corrección de ella por presencia de sobretamaños, de manera que corresponda a la muestra total.
- $\gamma_{d,máx}$ : Valor del peso unitario seco máximo del material, obtenido según los criterios de Tabla 5, sobre una muestra representativa del mismo.

Si los documentos del proyecto no indican otra cosa, se deben aplicar los siguientes criterios para la aceptación del lote.

Para el caso de capas construidas inmediatamente debajo de la capa de rodadura:

$$GC_i (90) \geq 98.0\%, \text{ se acepta el lote}$$

$GC_i(90) < 98.0\%$ , no se acepta el lote

Siendo  $GC_i$  el límite inferior del intervalo de confianza en el que, con una probabilidad del 90.00%, se encuentra el valor promedio del grado de compactación del lote, en porcentaje; se calcula según el numeral 107.3.1.3 del Artículo 107 - INVÍAS (Control y aceptación de los trabajos) a partir de los valores individuales del grado de compactación  $GC_i$ .

Las verificaciones de compactación se deberán efectuar en todo el espesor de la capa que se está controlando.

Si el lote es rechazado, el Constructor deberá levantar la capa y reponerla, a costa y cargo suyo, a satisfacción del Interventor. El material removido será de propiedad del Constructor.

### Espesor

Sobre la base de los sitios escogidos para el control de la compactación, el Interventor determinará el espesor medio de la capa compactada ( $e_m$ ), el cual no podrá ser inferior al de diseño ( $e_d$ ).

$$e_m \geq e_d$$

Además, el espesor obtenido en cada determinación individual ( $e_i$ ), deberá ser cuando menos igual al noventa por ciento (90.00%) del espesor de diseño ( $e_d$ ), admitiéndose sólo un valor por debajo de dicho límite, siempre y cuando este valor sea igual o mayor al ochenta y cinco por ciento (85 %) del espesor de diseño.

$$e_i \geq 0.9e_d$$

Si se incumple alguno de estos requisitos, se rechazará el lote. En este caso, el Constructor deberá remover la capa y reponerla a satisfacción plena del Interventor, sin costo adicional para el Instituto Nacional de Vías. El material removido será de propiedad del Constructor.

### Planicidad

Inmediatamente después de la compactación, se comprobará la uniformidad de la superficie de la obra ejecutada mediante la regla de tres metros (3.00 m), según norma de ensayo INV E-793, en todos los sitios que el Interventor lo considere conveniente; la regla se colocará tanto paralela como normalmente al eje de la vía y no se admitirán variaciones superiores a diez milímetros (10.00 mm), para cualquier punto que no esté afectado por un cambio de pendiente.

Todas las áreas de la capa de material tratado con cemento donde los defectos de calidad y terminación excedan las tolerancias de esta especificación, deberán ser corregidas por el Constructor de acuerdo con las instrucciones del Interventor y a plena satisfacción de éste, sin costo adicional para el Instituto Nacional de Vías.

### MEDIDA

El material tratado con cemento se medirá según lo descrito en el numeral 300.6.1 del Artículo 300 (Construcción de afirmados, subbases granulares y bases granulares y estabilizadas).

Si los documentos del proyecto indican que suministro del cemento hidráulico se paga por aparte, la unidad de medida de éste será el kilogramo (kg), aproximado al kilogramo completo, incorporado en la mezcla, debidamente aceptada por el Interventor. En este caso, para determinar la cantidad de cemento hidráulico efectivamente incorporado a la mezcla se tomará el porcentaje de cemento promedio del lote (CPL), determinado en los ensayos de contenido de cemento realizados a la mezcla como se indica en el numeral 5.2.2.1, se efectuará el cálculo correspondiente y se aproximará al kilogramo completo.

### FORMA DE PAGO

El material tratado con cemento se pagará según lo que sea aplicable del numeral 300.7 del Artículo 300 (Forma de pago).

El precio unitario debe incluir, además, el costo de la ejecución de la prefisuración mencionada en el numeral 4.7, incluyendo el suministro y la aplicación o instalación del producto que impida que las juntas se cierren de nuevo. Si los documentos del proyecto especifican otro tipo de medidas para evitar o controlar el reflejo de fisuras, como instalación de geosintéticos o construcción de capas asfálticas de mezcla abierta, éstas se pagarán según el ítem correspondiente del contrato.

## ÍTEM DE PAGO

El precio unitario del material granular tratado con cemento (MGTC) no incluye el suministro del cemento.

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD
1	MGTC Clase 1 (no incluye suministro del cemento)	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )
2	MGTC Clase 2 (no incluye suministro del cemento)	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )
3	Cemento hidráulico para capa tratada con cemento	Kilogramo (kg)



## ESPECIFICACIÓN PARTICULAR ÍTEM 8.9 SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACIÓN DE GEODRÉN CIRCULAR, TUBERÍA DE 4", INCLUYE GEOTEXTIL NT2500.

### DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en la construcción de sistemas de subdrenaje, con geodrén con tubería circular perforada para drenaje, en los sitios señalados en los planos del proyecto o indicados por el Interventor.

### MATERIALES

El Geodrén es un geocompuesto integrado por tres elementos: Geotextil, Geo-red, y Tubería circular perforada para drenaje. El Geodrén debe ser laminado en ambas caras

#### Geotextil NT-2500

Se utilizarán geotextiles compuestos por filamentos de polímeros sintéticos, no tejidos, punzonados por agujas, dispuestos de manera uniforme. Deberán tener capacidad para dejar pasar el agua, pero no partículas finas de suelo, y presentarán los siguientes requerimientos de propiedades mecánicas, hidráulicas y de filtración. Requerimientos de propiedades mecánicas

Las propiedades de resistencia de los geotextiles dependen de los requerimientos de supervivencia y de las condiciones y procedimientos de instalación. Las propiedades corresponden a condiciones normales de instalación.

**Tabla 8. Requerimientos mínimos de propiedades mecánicas del geotextil no tejido**

PROPIEDAD	NORMA DE ENSAYO	VALOR MÍNIMO PROMEDIO POR ROLLO (VMPR)
Elongación	INV E –901	Elongación $\geq$ 50.00
Resistencia a la tensión (Grab)	INV E –901	700 N
Resistencia al punzonamiento	INV E –902	250 N
Resistencia al rasgado trapezoidal	INV E –903	250 N
Resistencia al estallido (Mullen Burst)	INV E –904	1300 kPa

### Requerimientos de propiedades hidráulicas y de filtración

Estas propiedades se utilizan para los geotextiles que van a estar en contacto con el suelo permitiendo el paso del agua a un sistema de subdrenaje, reteniendo las partículas finas de suelo. La principal función del geotextil en las aplicaciones de subdrenaje es la filtración. La funcionalidad de los geotextiles depende de la gradación, la plasticidad y las condiciones hidráulicas del suelo aguas arriba del sitio.

**Tabla 9. Requerimientos mínimos de propiedades hidráulica del geotextil**

PROPIEDAD	NORMA DE ENSAYO	VALOR MÍNIMO PROMEDIO POR ROLLO (VMPR)		
		PORCENTAJE DE SUELO PARA TAMIZ No. 200 (0.075 mm)		
		< 15	15 a 50	> 50
Permitividad	INV E - 905	0.50 s <sup>-1</sup>	0.20 s <sup>-1</sup>	0.10 s <sup>-1</sup>
Tamaño de Abertura Aparente	INV E - 907	0.43 mm (tamiz No. 40)	0.25 mm (tamiz No. 60)	0.22 mm (tamiz No. 70)
Estabilidad Ultravioleta	INV E - 905	50.00% después de 500 horas de exposición		

El porcentaje de suelo que pasa el tamiz No. 200 corresponde a la fracción de la granulometría (INV E-123) del suelo aguas arriba del geotextil.

Los valores del Tamaño de Abertura Aparente (TAA) representan el valor máximo promedio por rollo. Para suelos cohesivos con un índice de plasticidad mayor a 7, el valor máximo promedio por rollo de Tamaño de Abertura Aparente es 0.30 mm.

El Tamaño de Abertura Aparente (TAA) corresponde a la abertura de los espacios libres en milímetros del geotextil, con la equivalencia en el número de tamiz. Este valor se obtiene tamizando unas esferas de vidrio de diámetros conocidos. Cuando el 5% de un tamaño determinado de esferas pasa a través del geotextil se define el TAA.

El porcentaje de suelo que pasa el tamiz No.200 corresponde a la granulometría del suelo aguas arriba del geotextil. El análisis se hace de acuerdo con la granulometría para suelos finos.

El coeficiente de permeabilidad se define como la propiedad hidráulica que tiene un geotextil para permitir un adecuado paso de flujo, perpendicular a su plano. La permeabilidad se obtiene multiplicando la permitividad por el espesor del geotextil.

El diseño de un filtro para subdrenaje se debe llevar a cabo teniendo en cuenta el caudal de infiltración, de abatimiento del nivel freático, el tipo de suelo aguas arriba y las propiedades mecánicas, hidráulicas y de filtración enunciadas anteriormente.

### GEODRÉN PLANAR

El geodrén debe ser laminado con calor en ambas caras para facilitar el flujo hidráulico a través de su plano y aumentar el factor de seguridad contra la colmatación.

**Tabla 10. Norma de ensayo del geodren para la delaminación**

PROPIEDAD	NORMA DE ENSAYO	VALOR MÍNIMO PROMEDIO POR ROLLO (VMPR)
Resistencia a la delaminación	ASTM D 413	1.30 Lpf/pulg

### TUBERÍA CIRCULAR PERFORADA PARA DRENAJE

La tubería es la encargada de conducir el fluido captado al exterior. La tubería deberá estar fabricada a partir de policloruro de vinilo y deberá estar perforada para drenaje con diámetro circular de 100 mm, dependiendo del caudal de diseño de cada sitio en particular. Las propiedades hidráulicas de las tuberías son:

**Tabla 11. Características de la tubería de drenaje para el geodren**

PROPIEDAD	VALOR	
Área de drenaje	Diámetro 65 mm 30 cm <sup>2</sup> /m	Diámetro 100 mm 30 cm <sup>2</sup> /m
Caudal para 1% de pendiente	1000 cm <sup>3</sup> /s	3700 cm <sup>3</sup> /s

Las tuberías deberán tener el sistema completo de accesorios (uniones, salidas lateras, salidas frontales, tapones) que garanticen la continuidad del flujo y la adecuada disposición a la atmósfera.

### EQUIPO

Se deberá disponer de los equipos necesarios para colocar el geodrén y para excavar, cargar, transportar, colocar y compactar el material de relleno de la zanja. También para colocar y compactar el suelo que cubrirá el sistema de subdrenaje.

### EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

El Interventor exigirá al Constructor que los trabajos se efectúen con una adecuada coordinación entre las actividades de apertura de la zanja y de la colocación del geodrén, de manera que aquella quede expuesta el menor tiempo posible y que las molestias a los usuarios sean mínimas.

Será responsabilidad del Constructor la colocación de elementos de señalización preventiva en la zona de los trabajos, la cual deberá ser visible durante las veinticuatro (24) horas del día. El diseño de la señalización requerirá la aprobación del Interventor.

### PREPARACIÓN DEL TERRENO

Se abrirá una trinchera en los sitios indicados en los planos de diseño. Esta trinchera tendrá un ancho mínimo de 0.25 m. La profundidad y la pendiente se indicarán en los planos de diseño.

### COLOCACIÓN DEL GEODRÉN

Antes de colocar el sistema se alistará la trinchera de tal manera que se encuentre lo mejor perfilada posible, con la pendiente y profundidad indicadas en los planos de diseño, para su correcto funcionamiento. Las uniones del sistema deberán ensamblarse por fuera de la trinchera.

Se instalará el geodrén con tubería en contrapendiente para asegurar, en tiempo de invierno, la fácil evacuación del agua a los sitios finales de disposición indicados en los planos. El geodrén se colocará en contacto directo con las capas granulares de la estructura de pavimento.

El geodrén se anclará al terreno natural de tal forma que no se vaya a deslizar, conservando todos los parámetros de diseño. Para su anclaje se utilizarán ganchos metálicos.

No se permitirá que el geodrén quede expuesto, sin cubrir, por un lapso mayor de mayor a tres (3) días.

### COLOCACIÓN DEL MATERIAL DE RELLENO

Se utilizará como material de lleno de la zanja grava, arena gruesa, ó material tipo sub-base granular.

El relleno se llevará a cabo hasta la altura indicada en los planos o la autorizada por el interventor.

### COBERTURA DEL SISTEMA DE SUBDRENAJE

Completado el relleno, la zanja se cubrirá se cubrirá con el suelo proveniente de la excavación, colocado y compactado en capas sucesivas, hasta la altura requerida en los planos o la ordenada por el Interventor.

### CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS

Durante la ejecución de los trabajos, el interventor adelantará los siguientes controles:

- Verificar el estado y funcionamiento de todo el equipo empleado por el Constructor.
- Comprobar que el GEODRÉN (Geotextil, Geo-red, tubería circular perforada) cumpla con las especificaciones descritas.
- Verificar que el material de relleno cumpla con las características establecidas en esta especificación.
- Verificar que todo trabajo se realice de acuerdo con la especificación y los planos de diseño.
- Supervisar la correcta disposición de los materiales en los sitios definidos para este fin.
- Comprobar que los materiales a utilizar cumplan con los requisitos de calidad exigidos por la presente especificación.
- Verificar que cada rollo de geodrén tenga la información del fabricante y el número del lote.
- Comprobar que, durante el transporte y el almacenamiento, los geotextiles tengan los empaques que los proteja de la acción de los rayos ultravioleta, agua, barro, polvo.
- Medir, para efectos de pago, las cantidades de obra ejecutadas a su satisfacción.

### CALIDAD DEL GEODRÉN

Cada despacho de geodrén deberá venir acompañado de una certificación del laboratorio del fabricante para el geotextil, la geo-red, el Geodrén planar y la tubería, que garantice que el producto satisface las exigencias de calidad indicadas en los documentos del proyecto y en esta especificación. El Interventor, con la frecuencia que considere necesaria, efectuará las pruebas especificadas y rechazará el geodrén si éste incumple una ó más de las exigencias de las pruebas.

El productor deberá ofrecer a la interventoría el servicio de comprobación, por ensayos de laboratorio, de las propiedades físicas, mecánicas e hidráulicas sin ningún costo. En el momento de realizar los ensayos se deberá contar con la presencia de la interventoría, del contratista y de la entidad contratante.

### **CALIDAD DEL PRODUCTO TERMINADO**

El Interventor aceptará todo filtro construido en zanjas donde las dimensiones, los alineamientos y las pendientes se ajusten a los requerimientos del proyecto y cuyos materiales y procedimientos de ejecución se ajusten a lo prescrito en esta especificación.

Para la reparación del sistema se deberá colocar un parche de geotextil alrededor de la zona afectada, con costura realizada manualmente. Esto deberá hacerse antes de la colocación del geodrén dentro de la trinchera.

Sólo se permitirá la descarga de material de relleno en la trinchera, con previa autorización del interventor.

### **MEDIDA**

Geodrén: La unidad de medida del Geodrén circular con tubería será en metro lineal (m), de acuerdo a los planos de diseño y a esta especificación, a satisfacción del interventor.

### **FORMA DE PAGO**

El pago se hará al respectivo precio unitario del contrato por toda obra ejecutada, de acuerdo con los planos y esta especificación, y aceptada a satisfacción por el Interventor y deberá incluir suministro, transporte, colocación del geodren, de la geored, de la tubería circular perforada de 100 mm; el material de relleno se pagará por su respectivo ítem.

El precio unitario deberá incluir los costos de administración e imprevistos y la utilidad del Constructor

### **ÍTEM DE PAGO**

- 8.9. Suministro, transporte e instalación de geodrén tubería de 4", incluye geotextil NT 2500. (m)

## DEMOLICIÓN Y REMOCIÓN

### ARTÍCULO 201 – 13

#### 201.1 DESCRIPCIÓN

---

##### 201.1.1 Generalidades

Este trabajo consiste en la demolición total o parcial de estructuras o edificaciones existentes en las zonas que indiquen los documentos del proyecto, y la remoción, cargue, transporte, descargue y disposición final de los materiales provenientes de la demolición, en las áreas aprobadas por el Interventor. Incluye:

- Retiro, cambio, restauración o protección de las instalaciones de los servicios públicos y privados que se vean afectados por las obras del proyecto;
- Manejo, desmontaje, traslado y el almacenamiento de estructuras existentes;
- Remoción de cercas de alambre y otros obstáculos;
- Remoción de especies vegetales que no van a ser trasplantadas y que no se encuentren dentro de áreas que son objeto de trabajos de desmonte y limpieza;
- Suministro, colocación y conformación del material de relleno para zanjas, fosos y hoyos resultantes de los trabajos, de acuerdo con los planos y las instrucciones del Interventor.

El trabajo de remoción de especies vegetales situadas en áreas que son objeto de trabajos de desmonte y limpieza será cubierto por el Artículo 200, "Desmonte y Limpieza".

El trabajo remoción de especies vegetales que van a ser trasplantadas será cubierto por el Artículo 203, "Trasplante de árboles".

##### 201.1.2 Clasificación

La demolición total o parcial y la remoción de estructuras y obstáculos, se clasificarán de acuerdo con los siguientes criterios:

- Demolición de estructuras existentes;
- Desmontaje y traslado de estructuras metálicas y alcantarillas;
- Remoción de especies vegetales;
- Remoción de cercas de alambre;
- Remoción de obstáculos;
- Remoción de ductos de servicios existentes;
- Traslado de postes y torres;
- Remoción de rieles, defensas metálicas y barreras de seguridad.

## **201.2 MATERIALES**

---

Los materiales provenientes de la demolición que, a juicio del Interventor, sean aptos para rellenar y emparejar la zona de demolición u otras zonas del proyecto, se deberán utilizar para este fin.

El material que suministre el Constructor para el relleno de las zanjas, fosos y hoyos resultantes de los trabajos, deberá tener la aprobación previa del Interventor.

## **201.3 EQUIPO**

---

Los equipos que emplee el Constructor en esta actividad deberán tener la aprobación previa del Interventor y ser suficientes para garantizar el cumplimiento de esta especificación y del programa de trabajo.

Cuando las circunstancias lo ameriten, el Interventor podrá autorizar el uso de explosivos, asumiendo el Constructor la responsabilidad de cualquier daño causado por un manejo incorrecto de ellos.

Para remover estructuras, especies vegetales, obstáculos, cercas y conducciones de servicios y demás elementos considerados en el presente Artículo, se deberán utilizar equipos que no les produzcan daño, de acuerdo con procedimientos aprobados por el Interventor.

## 201.4 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

---

### 201.4.1 Generalidades

Antes de iniciar los trabajos de demolición de estructuras, el Constructor deberá elaborar un estudio de demolición en el cual se deberán definir como mínimo:

- Métodos de demolición y etapas de su aplicación;
- Estabilidad de las construcciones remanentes en cada etapa, así como los armazones y cimbras necesarios;
- Estabilidad y protección de construcciones remanentes que no vayan a ser demolidas;
- Protección de las construcciones e instalaciones del entorno;
- Mantenimiento o sustitución provisional de servicios afectados por la demolición;
- Medios de evacuación y definición de zonas de disposición de los productos de la demolición;
- Cronogramas de trabajos;
- Pautas de control;
- Medidas de seguridad y salud.

El estudio de demolición debe ser aprobado por el Interventor antes de iniciar los trabajos de demolición. Tal autorización no exime al Constructor de su responsabilidad por las operaciones aquí señaladas, ni del cumplimiento de estas especificaciones y de la legislación vigente en materia medioambiental, de seguridad y salud y de transporte y almacenamiento de los productos de la construcción; así como de las demás condiciones pertinentes establecidas en los documentos del contrato.

El Constructor será responsable de todo daño causado, directa o indirectamente, a las personas, así como a redes de servicios públicos, o

propiedades cuya destrucción o menoscabo no estén previstos en los planos, ni sean necesarios para la ejecución de los trabajos contratados.

El Constructor deberá colocar señales y luces que indiquen, durante el día y la noche, los lugares donde se realicen trabajos de demolición o remoción, de acuerdo con las disposiciones vigentes, y será responsable de mantener la vía transitable, cuando ello se requiera.

Los trabajos se deberán efectuar en tal forma que produzcan la menor molestia posible a los habitantes de las zonas próximas a la obra y a los usuarios de la vía materia del contrato, cuando ésta permanezca abierta al tránsito durante la construcción.

Si los trabajos aquí descritos afectan el tránsito normal en la vía objeto del contrato y en sus intersecciones, el Constructor será el responsable de mantenerlo adecuadamente, de acuerdo con las disposiciones y reglamentaciones vigentes del Ministerio de Transporte y del Instituto Nacional de Vías.

Si los trabajos implican la interrupción de los servicios públicos (energía, cable, gas, teléfono, acueducto, alcantarillado), conductos de combustible, ferrocarriles u otros modos de transporte, el Constructor deberá coordinar y colaborar con las entidades encargadas del mantenimiento de tales servicios, para que las interrupciones sean mínimas.

Cuando se utilicen explosivos, se deberá llevar un registro detallado de su clase, proveedor, existencias y consumo, así como de los demás accesorios requeridos; y se confiará a personas experimentadas su uso, manejo y almacenamiento, de manera que se sujeten a las leyes y reglamentos de las entidades que los controlan. Si la demolición aconseja el uso de explosivos, pero éstos no sean admisibles por su impacto ambiental, se deberá recurrir a técnicas alternativas tales como la fracturación hidráulica o el uso de cemento expansivo.

Al finalizar cada jornada de trabajo no deberán quedar elementos de la obra en estado inestable o peligroso.

Todos los procedimientos aplicados en el desarrollo de los trabajos de demolición y remoción deberán ceñirse a las exigencias del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y a las del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente.



## 201.4.2 Demolición total o parcial de estructuras existentes

### 201.4.2.1 Demolición de edificaciones

Se refiere al derribo parcial o total de las casas o edificios, incluyendo cimientos y otros bienes que sea necesario eliminar para el desarrollo de los trabajos del proyecto, de acuerdo con lo que indiquen los planos o las especificaciones particulares.

El Constructor deberá proteger las edificaciones y estructuras vecinas a las que se han de demoler y construirá las defensas necesarias para su estabilidad y protección; tomará las medidas indispensables para la seguridad de personas y especies animales y vegetales que puedan ser afectadas por los trabajos.

Los cimientos de las edificaciones que se vayan a demoler se deberán romper y remover, hasta una profundidad mínima de treinta centímetros (30 cm) por debajo de los niveles en que hayan de operar los equipos de compactación en los trabajos de explanación o construcción de bases y estructuras del proyecto. En los sótanos, se deberá retirar todo escombros o material objetable, eliminando también los tabiques interiores u otros elementos de la edificación, de acuerdo con las indicaciones del Interventor.

Si la edificación tiene instalaciones de servicios públicos, sus acometidas deberán ser neutralizadas, en acuerdo con las entidades administradoras o propietarias de las mismas. Posteriormente, las conexiones, así como los pozos sépticos u obras similares, deberán ser removidos y las zanjas resultantes se rellenarán con material adecuado, previamente aprobado por el Interventor.

Las cavidades o depresiones resultantes de los trabajos de demolición se deberán rellenar hasta el nivel del terreno circundante y si éstas se encuentran dentro de los límites de un terraplén o debajo de la subrasante, el relleno se deberá compactar de acuerdo con los requisitos aplicables del Artículo 220, "Terraplenes".

### 201.4.2.2 Demolición de puentes, alcantarillas y otras estructuras

Cuando estas estructuras se encuentren en servicio para el tránsito público, el Constructor no podrá proceder a su demolición hasta cuando se hayan efectuado los trabajos necesarios para no interrumpir el tránsito. El diseño y la construcción de las obras provisionales destinadas a mantener el servicio y el tránsito, serán de cargo y responsabilidad del Constructor.

A menos que los documentos del proyecto establezcan otra cosa o que el Interventor lo autorice de manera diferente, las infraestructuras existentes deberán ser demolidas hasta el fondo natural o lecho del río o quebrada, y las partes que se encuentren fuera de la corriente se deberán demoler hasta por lo menos treinta centímetros (30 cm) más abajo de la superficie natural del terreno. Cuando las partes de la estructura existente se encuentren dentro de los límites de construcción de la nueva estructura, dichas partes se deberán demoler hasta donde sea necesario, para permitir la construcción de la estructura proyectada.

Los cimientos y otras estructuras subterráneas deberán ser demolidas hasta las siguientes profundidades mínimas:

- En áreas de excavación, un metro (1 m) por debajo de la superficie subrasante proyectada.
- En áreas que se vayan a cubrir con terraplenes de un metro (1 m) o menos, un metro (1 m) por debajo de la subrasante proyectada.
- En áreas que se vayan a cubrir con terraplenes de más de un metro (1 m) de altura, no es necesario demoler la estructura más abajo del nivel del terreno natural, salvo que los documentos del proyecto presenten una indicación diferente.

Cuando se deba demoler parcialmente una estructura que forme parte del proyecto, los trabajos se efectuarán de tal modo que sea mínimo el daño a la parte de la obra que se vaya a utilizar posteriormente. Los bordes de la parte

utilizable de la estructura deberán quedar libres de fragmentos sueltos y listos para empalmar con las ampliaciones proyectadas.

Las demoliciones de estructuras se deberán efectuar con anterioridad al comienzo de la nueva obra, salvo que el pliego de condiciones o los documentos del proyecto lo establezcan de otra manera.

#### **201.4.2.3 Demolición de pavimentos rígidos, pisos y andenes de concreto y bordillos**

Los pavimentos rígidos, andenes y bordillos de concreto, bases de concreto y otros elementos cuya demolición esté prevista en los documentos del proyecto, deberán ser demolidos con equipos apropiados y removidos en fracciones de tamaño adecuado, para que puedan ser utilizados en la construcción de rellenos o disponer de ellos como sea autorizado por el Interventor. En caso de utilizar equipo pesado, el trabajo se deberá suspender a una distancia prudente para no causar daños a las estructuras que seguirán en servicio.

En caso de que resultara dañada o removida una superficie mayor que la contemplada, será de cargo del Constructor la reposición de ella a entera satisfacción del Interventor, sin costo adicional para el Instituto Nacional de Vías.

Las áreas donde se remuevan andenes deberán ser mantenidas libres de escombros, con el objetivo de que la circulación de los peatones permanezca expedita y segura.

Cuando los productos de demolición se usen en la construcción de rellenos, el tamaño máximo de cualquier fragmento no deberá exceder de dos tercios (2/3) del espesor de la capa en la cual se vaya a colocar. En ningún caso, el volumen de los fragmentos deberá exceder de veintiocho decímetros cúbicos (28 dm<sup>3</sup>), debiendo ser apilados en los lugares indicados en los planos del proyecto o en las especificaciones particulares, a menos que el Interventor autorice otro lugar.

### 201.4.3 Desmontaje y traslado de estructuras metálicas y alcantarillas

Comprende la identificación, clasificación y marca de todos los elementos de las estructuras metálicas, en concordancia con los planos de taller previamente elaborados por el Constructor, para facilitar su utilización posterior, y su desmontaje y traslado al sitio de almacenamiento o nuevo montaje, de acuerdo con lo indicado por los documentos del proyecto, a satisfacción del Interventor.

El retiro de toda alcantarilla que deba ser quitada, se hará cuidadosamente y tomando las precauciones necesarias para evitar que se maltrate o rompa. La alcantarilla que vaya a ser colocada nuevamente, deberá ser trasladada y almacenada cuando sea necesario, para evitar pérdidas o daños, antes de ser instalada de nuevo. El Constructor deberá reponer, a su costa, todo tramo de alcantarilla que se extravíe o dañe, si ello obedece a descuido de su parte.

### 201.4.4 Remoción de especies vegetales

Los árboles talados que sean susceptibles de aprovechamiento, deberán ser despojados de sus ramas y cortados en trozos de tamaño conveniente, los que deberán ser apilados debidamente a lo largo de la zona de derecho de vía, disponiéndose posteriormente según lo apruebe el Interventor.

El resto de los materiales resultantes de la remoción de especies vegetales deberá ser retirado del lugar de los trabajos y transportado y depositado en los lugares establecidos en los documentos del proyecto o señalados por el Interventor, donde dichos materiales deberán ser enterrados convenientemente, extendiéndolos en capas dispuestas de forma que se reduzca al mínimo la formación de huecos. Cada capa se deberá cubrir o mezclar con suelo para rellenar los posibles huecos, y sobre la capa superior se deben extender al menos treinta centímetros (30 cm) de suelo compactado adecuadamente, de tal manera que la acción de los elementos naturales no pueda dejarlos al descubierto. Estos materiales no se extenderán en zonas donde se prevean afluencias apreciables de agua.

En las áreas que vayan a servir de base de terraplenes o estructuras de cualquier tipo, los tocones, raíces de más de diez centímetros (10 cm) de diámetro y demás materiales inconvenientes, se deberán eliminar hasta la profundidad que se indique en los documentos del proyecto, la cual no

será menor de treinta centímetros (30 cm) por debajo del nivel apoyo de los terraplenes, de las estructuras o de los rellenos de cimentación de éstas.

Todos los troncos que estén en la zona del proyecto, pero por fuera de las áreas de excavación, terraplenes o estructuras, se podrán cortar a ras del suelo, si los documentos del proyecto no especifican otra cosa.

Las cavidades o depresiones resultantes de los trabajos de remoción de especies vegetales se deberán rellenar hasta el nivel del terreno circundante y, si éstas se encuentran dentro de los límites de un terraplén o debajo de la subrasante, el relleno se deberá compactar de acuerdo con los requisitos aplicables del Artículo 220, "Terraplenes".

El trabajo de trasplante de especies vegetales que deban ser conservadas (que incluye remoción, traslado y plantación en otro sitio) será cubierto por el Artículo 203, "Trasplante de árboles".

#### **201.4.5 Remoción de cercas de alambre**

El Constructor deberá remover, trasladar y reinstalar las cercas de alambre en los nuevos emplazamientos, cuando ello esté considerado en los documentos del proyecto o lo señale el Interventor. El traslado se deberá realizar evitando maltratos innecesarios a las partes que sean manipuladas o transportadas. Si la reinstalación no está prevista, los elementos removidos se ubicarán en los sitios que defina el Interventor.

El relleno de los espacios dejados por los postes removidos y que no sean ocupados por las obras proyectadas, se realizará con un material similar al circundante.

#### **201.4.6 Remoción de obstáculos**

Según se muestre en los planos o en las especificaciones particulares, el Constructor deberá eliminar, retirar o recolocar obstáculos individuales tales como postes de kilometraje, señales, monumentos y otros. Cuando ellos no se deban remover, el Constructor deberá tener especial cuidado, a efecto de protegerlos contra cualquier daño y proporcionar e instalar las defensas apropiadas que se indiquen en los documentos citados o sean autorizadas por el Interventor.

**201.4.7 Remoción de ductos de servicios existentes**

El Constructor deberá retirar, cambiar, restaurar o proteger contra cualquier daño, las conducciones de servicios públicos o privados existentes según se contemple en los planos del proyecto o las especificaciones particulares.

Ningún retiro, cambio o restauración se deberá efectuar sin la autorización escrita de la entidad afectada y se deberán seguir las indicaciones de ésta con especial cuidado y tomando todas las precauciones necesarias para que el servicio no se interrumpa o, si ello es inevitable, reduciendo la interrupción al mínimo tiempo necesario para realizar el trabajo, a efecto de causar las menores molestias a los usuarios.

Cuando el trabajo consista en protección, el Constructor deberá proporcionar e instalar las defensas apropiadas que se indiquen en los planos o en las especificaciones particulares o que sean autorizadas por el Interventor.

Cuando la entidad afectada estime que debido al estado en el cual se encuentra el ducto, resulta imposible obtener partes recuperables del mismo, el Constructor procederá a su demolición.

**201.4.8 Traslado de postes y torres**

Cuando los documentos del proyecto lo prevean y su traslado esté debidamente aprobado por la entidad propietaria o concesionaria de servicios públicos, el Constructor procederá a ejecutar la remoción, traslado y reinstalación o disposición de postes y torres de servicio eléctrico, telefónico y otros existentes que no sean removidos o trasladados directamente por la entidad de servicios públicos propietaria o concesionaria de los mismos. El Constructor deberá gestionar todos los permisos para la ejecución de esta labor ante la entidad competente.

Esta actividad incluye, también, la demolición de los soportes de dichos elementos que se conviertan en obstáculos para las obras del proyecto, así como la remoción, transporte y disposición, en sitios de desecho definidos en el proyecto o autorizados por el Interventor, de todos los postes y elementos de los mismos que no sean reutilizables.

El Constructor deberá solicitar al propietario o concesionario correspondiente la realización de las modificaciones necesarias de las redes con la debida anticipación. Los traslados de las redes serán ejecutados directamente por el propietario o por el concesionario de la instalación o por quien él autorice de manera expresa.

#### **201.4.9 Remoción de rieles**

Cuando los documentos del proyecto lo prevean y su remoción esté debidamente aprobada por la entidad afectada, el Constructor deberá retirar los rieles en la longitud autorizada, trasladarlos y depositarlos en el sitio que ordene dicha entidad.

#### **201.4.10 Remoción de defensas metálicas y barreras de seguridad de hormigón**

Antes de iniciar obras en un sector de vía que se encuentre en servicio, se deberán retirar todas las defensas metálicas y barreras de seguridad existentes en las áreas afectadas.

La remoción de estos elementos se deberá realizar empleando procedimientos que eviten todo daño innecesario o no previsto. Las defensas se deberán desarmar cuidadosamente y, a continuación, el Constructor procederá a excavar alrededor de los postes que las sustentaban, de manera de poder retirarlos sin producirles ningún daño.

Si el proyecto contempla la rehabilitación y reinstalación de los elementos retirados, será de responsabilidad del Constructor su traslado, almacenamiento, limpieza y cuidado hasta el momento de su nueva reinstalación, actividades cuyo costo se deberá encontrar incluido dentro del precio unitario de esta partida de trabajo. Si la reinstalación no está prevista, el Constructor deberá trasladar y almacenar los elementos donde lo señalen los documentos del proyecto o el Interventor.

Todos los orificios dejados por las remociones que no vayan a ser ocupados por las obras del proyecto deberán ser rellenados por el Constructor, con un material igual al circundante.

#### **201.4.11 Disposición de los materiales**

A juicio del Interventor y de acuerdo con sus instrucciones al respecto, los materiales de las edificaciones o estructuras demolidas, que sean aptos y necesarios para rellenar y emparejar la zona de demolición u otras zonas

laterales del proyecto, se deberán utilizar para ese fin. Salvo que los documentos del proyecto contemplen lo contrario, todos los demás materiales provenientes de estructuras demolidas quedarán de propiedad del Constructor, quien deberá trasladarlos o disponerlos fuera de la zona de la vía, en un lapso no mayor a 24 horas después de efectuada la demolición, con procedimientos adecuados y en los sitios aprobados por el Interventor.

Los elementos que deban ser almacenados según lo establezcan los planos o las especificaciones particulares, se trasladarán al sitio establecido en ellos y se dispondrán de la manera que resulte apropiada para el Interventor.

Los elementos que deban ser relocalizados se deberán trasladar al sitio de nueva ubicación que indiquen los planos, donde se montarán de manera que se garantice su correcto funcionamiento.

#### **201.4.12 Limitaciones en la ejecución**

Los trabajos de demolición y remoción se deberán realizar en condiciones de luz solar. Sin embargo, cuando se requiera terminar el proyecto en un tiempo especificado por el INVÍAS o se deban evitar horas pico de tránsito público, el Interventor podrá autorizar el trabajo en horas de oscuridad, siempre y cuando el Constructor garantice el suministro y operación de un equipo de iluminación artificial que resulte satisfactorio para aquel. Si el Constructor no ofrece esta garantía, no se le permitirá el trabajo nocturno y deberá poner a disposición de la obra el equipo y el personal adicionales para completar el trabajo en el tiempo especificado, operando únicamente durante las horas de luz solar.

#### **201.4.13 Manejo ambiental**

Todas las labores de demolición, remoción y disposición de materiales se realizarán teniendo en cuenta lo establecido en los estudios o evaluaciones ambientales del proyecto y las disposiciones vigentes sobre la conservación del medio ambiente y los recursos naturales.

### **201.5 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS**

---

#### **201.5.1 Controles**

Durante la ejecución de los trabajos, se adelantarán los siguientes controles principales:



- Comprobar el estado y funcionamiento del equipo empleado en la ejecución de los trabajos;
- Verificar la eficiencia y la seguridad de los procedimientos de ejecución de los trabajos;
- Vigilar el cumplimiento de los programas de trabajo;

El Interventor verificará que el Constructor disponga de todos los permisos requeridos.

El Interventor identificará todos los elementos que deban ser demolidos o removidos; así mismo, señalará los elementos que deban permanecer en el sitio y ordenará las medidas para evitar que ellos sean dañados.

El Interventor medirá, para efectos de pago, el trabajo ejecutado por el Constructor de acuerdo con la presente especificación.

#### **201.5.2 Condiciones específicas para el recibo y tolerancias**

El Interventor considerará terminados los trabajos de demolición y remoción cuando la zona donde ellos se hayan realizado quede despejada, de manera que permita continuar con las otras actividades programadas, y los materiales sobrantes hayan sido adecuadamente dispuestos de acuerdo con lo que establece la presente especificación.

En general, en caso de que por el uso de procedimientos inadecuados resultara dañado o removido cualquier elemento que no esté contemplado en el proyecto, será de cargo y costo del Constructor la reposición de éste a entera satisfacción del Interventor.

#### **201.6 MEDIDA**

---

La medida para la demolición y remoción, ejecutada de acuerdo con los planos, la presente especificación, y las instrucciones del Interventor, se hará de acuerdo con las siguientes modalidades:

- a) Global (gl), en cuyo caso no se harán mediciones;

- b) Por unidad completa (u), cuando se trate de demolición de obstáculos, edificaciones, puentes, alcantarillas y otras estructuras o remoción de estructuras metálicas, especies vegetales, obstáculos, postes y torres;
- c) Por kilogramo (kg) aproximado al entero, en cuanto se trate del desmontaje y traslado de estructuras metálicas;
- d) Por metro cúbico (m<sup>3</sup>), aproximado al entero, en el caso de demolición de estructuras, cuando su tipo permita la cuantificación en esa unidad;
- e) Por metro cuadrado (m<sup>2</sup>), aproximado al entero, en el caso de demolición de pavimentos rígidos, andenes de concreto y pisos. En este caso, la medida de la estructura se efectuará antes de destruirla;
- f) Por metro lineal (m), aproximado al entero, cuando se trate de la demolición de bordillos y del retiro de estructuras tales como alcantarillas, cercas de alambre, ductos de servicios existentes, defensas metálicas, barreras de seguridad, rieles y otros obstáculos que sean susceptibles de ser medidos por su longitud.

El resultado de la medida se deberá reportar con la aproximación establecida, empleando el método de redondeo de la norma INV E-823.

### **201.7 FORMA DE PAGO**

---

El pago se hará a los precios unitarios respectivos, estipulados en el contrato según la unidad de medida, por todo trabajo ejecutado satisfactoriamente de acuerdo con la presente especificación y aceptado por el Interventor.

El precio unitario deberá cubrir todos los costos por concepto de mano de obra, explosivos, asesoría, equipo, herramientas, materiales, apuntalamientos, andamios, obras para la protección de terceros; las operaciones necesarias para efectuar las demoliciones y para hacer los desmontajes, planos, separación de materiales aprovechables, cargue y transporte de éstos al lugar de depósito, descargue y almacenamiento; remoción de especies vegetales; traslado y reinstalación de obstáculos y cercas de alambre; traslado, cambio, restauración o demolición de conducciones de servicios existentes; cargue de materiales desechables, transporte y descargue en el sitio de disposición final, de acuerdo con lo señalado por el Interventor.

El precio unitario deberá incluir, además, la protección de aquellos elementos que, aunque se encuentren en la zona de los trabajos, no deban ser removidos.

La reinstalación de estructuras metálicas y tubos de alcantarillas no se encuentran cubiertas por el presente Artículo.

El precio unitario del traslado de postes o torres deberá incluir los costos de las gestiones ante los propietarios o concesionarios de las redes de servicios correspondientes.

El Constructor deberá considerar, en relación con los explosivos, todos los costos que implican su adquisición, transporte, escoltas, almacenamiento, vigilancia, manejo y control, hasta el sitio de utilización. En los casos en que no se autorice el uso de explosivos el precio unitario deberá considerar el suministro y aplicación de los productos alternativos.

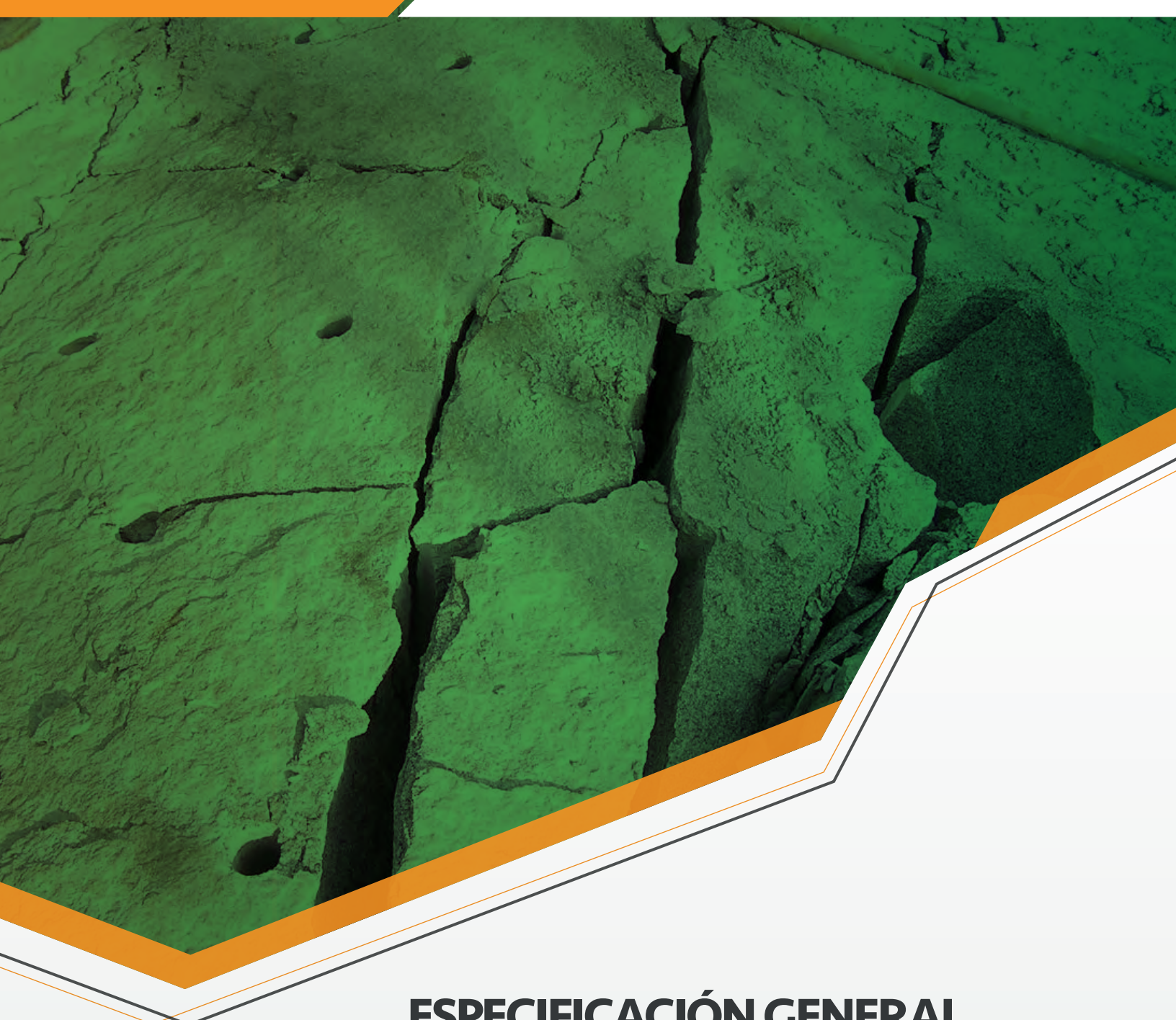
El precio unitario deberá incluir, además, los costos por concepto de la excavación para la demolición y remoción y por el suministro, conformación y compactación del material para relleno de todas las cavidades resultantes; la señalización temporal requerida y, en general, todos los costos relacionados con la correcta ejecución de los trabajos especificados.

El precio unitario deberá cubrir los costos de administración e imprevistos y la utilidad del Constructor.

### 201.8 ÍTEM DE PAGO

201.1	Demolición de edificaciones	Global (gl)
201.2	Demolición de estructuras	Global (gl)
201.3	Demolición de pavimentos rígidos, pisos, andenes y bordillos de concreto	Global (gl)
201.4	Demolición de obstáculos	Global (gl)
201.5	Demolición de edificaciones	Unidad (u)
201.6	Demolición de estructuras	Unidad (u)
201.7	Demolición de estructuras	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )
201.8	Demolición de pavimentos rígidos	Metro cuadrado (m <sup>2</sup> )
201.9	Demolición de pisos y andenes de concreto	Metro cuadrado (m <sup>2</sup> )
201.10	Demolición de bordillos de concreto	Metro lineal (m)

201.11	Desmontaje y traslado de estructuras metálicas	Kilogramo (kg)
201.12	Remoción de especies vegetales	Unidad (u)
201.13	Remoción de obstáculos (Se deberá hacer un ítem de pago para cada tipo de obstáculo)	Unidad (u)
201.14	Remoción de ductos de servicios existentes	Metro lineal (m)
201.15	Remoción de alcantarillas	Metro lineal (m)
201.16	Remoción de cercas de alambre	Metro lineal (m)
201.17	Traslado de postes	Unidad (u)
201.18	Traslado de torres	Unidad (u)
201.19	Remoción de rieles	Metro lineal (m)
201.20	Remoción de defensas metálicas	Metro lineal (m)
201.21	Remoción de barreras de seguridad	Metro lineal (m)



# ESPECIFICACIÓN GENERAL PARA DEMOLICIÓN MEDIANTE EL USO DEL CEMENTO NO EXPLOSIVO

.....  
VERSIÓN 2017



**EUCLID GROUP**  
**TOXEMENT**

**OFICINA PRINCIPAL:** Parque Industrial Gran Sabana, M3 - M7, Tocancipá.

PBX: (1) 869 87 87 • [WWW.TOXEMENT.COM.CO](http://WWW.TOXEMENT.COM.CO)

**OFICINAS NACIONALES:** • Medellín: (4) 448 01 21. • Cali: (2) 524 23 25. • Barranquilla: (5) 380 80 23 / 382 05 22. • Bucaramanga: (7) 690 96 51 / 691 52 14. • Cartagena: (5) 653 62 31 / 653 62 47.



Síguenos como [/toxement.col](https://www.facebook.com/toxement.col)

# ESPECIFICACIÓN GENERAL PARA DEMOLICIÓN MEDIANTE EL USO DEL CEMENTO NO EXPLOSIVO

## DEFINICIÓN

CRAS es un producto en polvo de color gris, cuyo componente base es la Cal inorgánica, que al ser mezclado con agua, produce una reacción expansiva que es capaz de demoler cualquier tipo de roca o concreto.

El CRAS produce la rotura:

- De una forma segura.
- De una manera precisa.
- Con vibración "0".
- Sin explosión.
- Sin ruido de martilleo ni temblor.
- Sin gases.
- Sin chispas.
- Sin problemas de accesibilidad.
- Sin contaminación.
- Sin atentados ecológicos.
- Sin paralizar ningún trabajo en la obra.

## CAMPOS DE APLICACIÓN

CRAS (Agente demoledor no explosivo) se utiliza en todo tipo de obras: megaproyectos, grandes obras o pequeñas demoliciones.

Puede ser utilizado en:

- Roca.
- Piedra Ornamental.
- Mármol.
- Granito.
- Concreto Masivo.
- Concreto armado: Actúa como un "ablandador" del concreto para facilitar su posterior demolición por medios mecánicos.

Se emplea en sitios donde no se puede utilizar explosivos por seguridad, donde sea difícil el acceso de maquinaria pesada o donde la maquinaria manual y los martillos neumáticos provocan enorme fatiga y son muy lentas. Los sitios de aplicación son:

- Zonas donde los explosivos no están permitidos.
- Zonas de uso o tráfico.
- Zonas cercanas a instalaciones eléctricas, gasolineras, gasoductos o centrales nucleares.
- Zonas habitadas.
- Núcleos históricos, zonas urbanas.
- Pantanos.
- Canales de riego.
- Diques de hormigón en puertos.
- Descabezamiento de pilotes.

## VENTAJAS

- La fuerza expansiva del CRAS es superior a las 7.000 TM. Generalmente son suficientes de 1.500 a 3.000 TM para demoler todo tipo de roca y hormigón.
- Fácil de utilizar, no requiere mano de obra especializada.
- Excepto por el ruido causado a realizar las perforaciones, la acción del CRAS es totalmente silenciosa y exenta de vibración.
- Las precauciones que deben tomarse con otros explosivos, no son necesarias con el uso de CRAS. No genera proyección de materiales.
- Las grietas y demoliciones son totalmente dirigidas y controladas, opuesto a los explosivos tradicionales.
- CRAS puede ser utilizado bajo agua o en rocas con fisuras, encapsulándolo previamente.
- Ideal para utilizar en demolición controlada como cortes en minas de granito o mármol.
- No genera microfisuras en las láminas (demolición controlada), evitando desperdicios y altos costos por material de desecho.
- Su transporte es seguro y de bajo valor asegurado.
- Altos ahorros en gastos por vigilancia armada al ser almacenado como otro material de construcción.
- CRAS es seguro y ecológico.

## FUNDAMENTOS BÁSICOS

- Los diámetros de barreno deben ser entre 30 a 70mm.
- La distancia entre perforaciones, 10 veces el diámetro de perforación.
- Rotura a medida: longitudinal, transversal, en cuadrícula, etc.
- La profundidad de las perforaciones en rocas o bolos sueltos será de un 80% o 90% de la altura de estas. En bancadas fijas será del 105% de la altura. La profundidad mínima para que el CRAS actúe correctamente será de 25cm.
- Al igual que en los explosivos convencionales, para que la fuerza expansiva de CRAS (Agente demoledor no explosivo) produzca la rotura, es imprescindible disponer de al menos una CARA LIBRE, además de aquella en la que se realicen los barrenos. Si no se dispone de cara libre, hay varias alternativas:

1. Hacer un corte con maquinaria convencional, de al menos 5 cm, de forma que el CRAS (Agente demoledor no explosivo) disponga de un espacio hacia donde expandirse.
2. Hacer perforaciones en forma de cuña, para generar dos caras libres y luego proseguir con la demolición normal:



## PROCEDIMIENTO DE APLICACIÓN

### Perforaciones

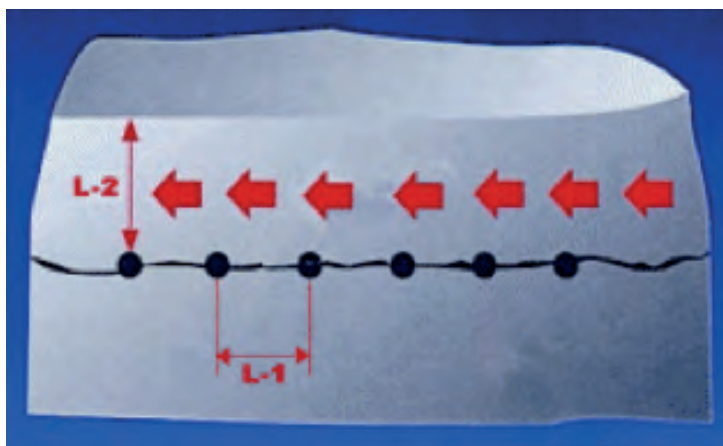
Por medio de un taladro, se realizan las perforaciones requeridas de acuerdo con el elemento a demoler, disponiendo las perforaciones en forma lineal. La distancia entre perforaciones debe ser máximo de 10 veces el diámetro del barreno utilizado si se requiere que la reacción se de entre las 12 y 24 horas, o 15 veces el diámetro si la ruptura puede esperar (48 horas aproximadamente); en este caso el consumo de producto es menor. Así, para un diámetro de 30mm, la distancia máxima entre perforaciones debe ser de 30 cm. A mayor diámetro, menor tiempo de reacción. El tipo de taladro utilizado debe ser correspondiente al trabajo a realizar, para trabajos pequeños se puede utilizar un taladro eléctrico, para trabajos mayores taladro neumático y para megaproyectos se recomienda utilizar un "Track - driller" para optimizar rendimientos.

En el caso de elementos sueltos, se debe perforar el 85% del total de la longitud del elemento a demoler; en el caso de elementos enterrados, se debe perforar el 105%, es decir un 5% más abajo del nivel.

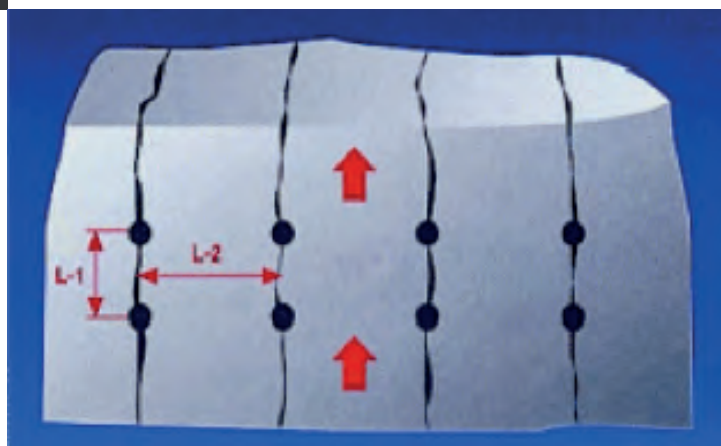
### Orientación de la Rotura o Fragmentación con CRAS

Con el demoledor CRAS, puede orientarse la línea de fragmentación o rotura, basándose en el principio lógico de que ésta se producirá siempre entre los agujeros más próximos:

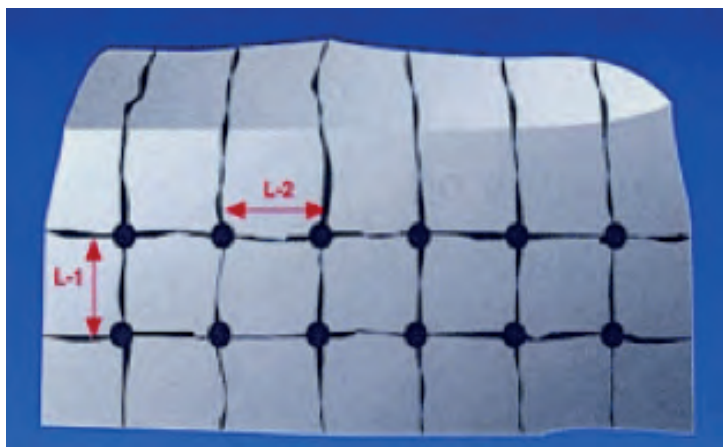
#### 1. Fragmentación longitudinal



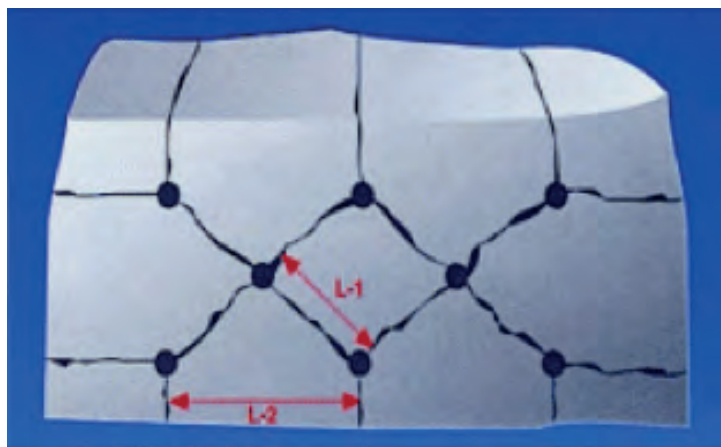
#### 2. Fragmentación transversa



#### 3. Fragmentación en cuadrícula

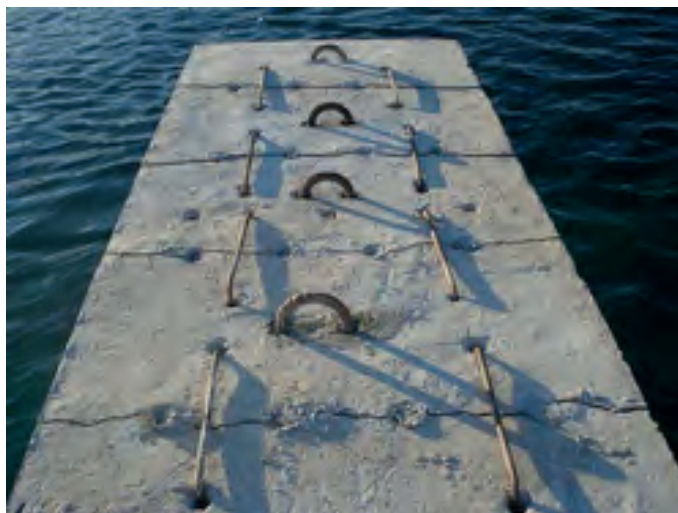


#### 4. Fragmentación en trestobillo





En el caso de concreto armado, se deben realizar las perforaciones teniendo en cuenta el plano del acero de refuerzo, se recomienda cortar primero las varillas o flejes para permitir un correcto trabajo del CRAS.



### Mezcla del CRAS

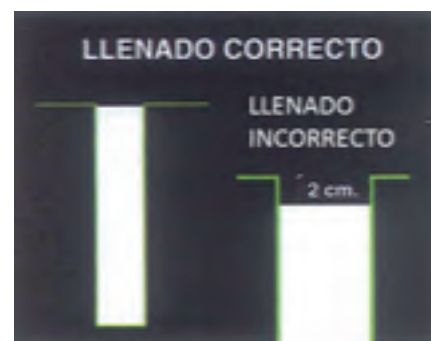
Mezclar el CRAS con un mínimo del 26% y un máximo de 30% de agua (260 ml - 300 ml por cada kg de CRAS) hasta garantizar una mezcla homogénea, agregando lentamente el CRAS al agua. A menor cantidad de agua, más rápida la reacción.

La temperatura del agua de mezclado no debe exceder los 10°C. Se recomienda mezclar preferiblemente con mezclador mecánico, para garantizar una mezcla homogénea y libre de grumos.



### Llenado de las Perforaciones

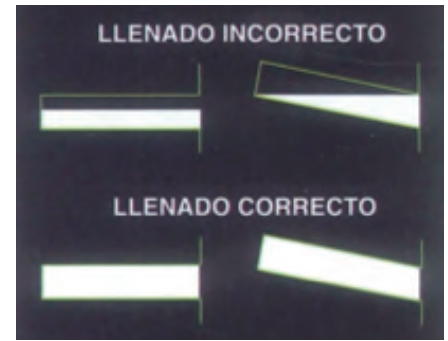
Las perforaciones deben estar libres de agua, polvo y otras partículas, una vez preparada la mezcla, se vierte el CRAS llenando hasta el borde. Se debe proteger de la lluvia mientras el producto reacciona.



Hay tres posibles tipos de aplicación, según la cual varía la forma:

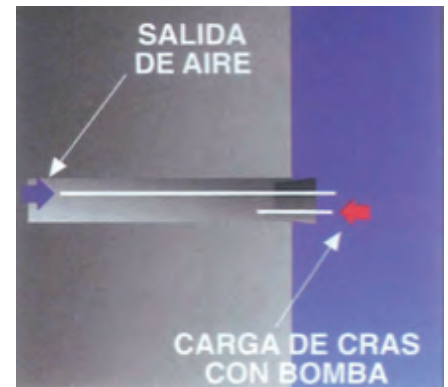
### Agujeros horizontales

**Primera solución:** hacer los agujeros con una ligera inclinación, para poderlos cargar de manera convencional.



**Segunda solución:** Encapsular el CRAS (Agente demoledor no explosivo) empleando un tubo de plástico.

**Tercera solución:** empleando una bomba para cargar mortero, taponando con yeso, dejando dos orificios: uno para cargar y otro para permitir la salida del aire.



### Carga de agujeros inundados

Se debe utilizar una bolsa de polietileno de diámetro ligeramente mayor al del barreno. Después de introducir el saco hasta el fondo del agujero se procede a cargar el CRAS (Agente demoledor no explosivo) en su interior a través de un tubo de plástico. Este tubo se debe sacar una vez cargado el CRAS (Agente demoledor no explosivo).



### Cargas submarinas

Se puede optar por la solución de encapsular el CRAS (Agente demoledor no explosivo) ó utilizar una bomba de carga, al ir cargándose el agujero de CRAS (Agente demoledor no explosivo) y ser este más pesado, el agua se irá desplazando.



## Reacción

La presión expansiva de CRAS se desarrolla de manera progresiva y proporcional al tiempo transcurrido desde la carga. La potencia aumenta a medida que transcurre el tiempo.

Las primeras fisuras se podrán apreciar a las 6 horas, dependiendo de la temperatura ambiente, de la cantidad de agua utilizada y del diámetro del barreno. La mayor fuerza expansiva se logrará a las 24 horas, excepto en climas muy fríos donde la reacción puede demorar más tiempo. En estos casos se recomienda calentar un poco el agua sin exceder los 12°C.



## Consumos

**Por metro lineal de perforación:** Los consumos de CRAS por metro de profundidad según el diámetro del barreno utilizado son:

Diametro del barreno	30 mm	35 mm	40 mm	45 mm	50 mm	60 mm	65 mm	70 mm
Consumo por metro lineal	1.15 kg	1.55 kg	2.00 kg	2.56 kg	3.15 kg	4.55 kg	5.30 kg	6.20 kg

## Por metro cúbico

El consumo de CRAS depende del diámetro del barreno y de la malla de perforaciones realizada, el siguiente cuadro presenta varias opciones y consumo de CRAS por m<sup>3</sup> del elemento a demoler:

Diametro Barreno	Desplazamiento	Nº Agujeros	m <sup>3</sup> Resultante	Kilos CRAS/ml	Consumo CRAS/m <sup>3</sup>
70	70 cm x 70 cm	2	1	6.25	12.50 kg
	80 cm x 80 cm	2	1.28	6.25	9.80 kg
	100 cm x 100 cm	1	1	6.25	6.25 kg
62,5	62.5 cm x 62.5 cm	3	1.17	4.70	12.00 kg
	70 cm x 70 cm	2	1	4.70	9.20 kg
50	50 cm x 50 cm	4	1	2.80	11.20 kg
	60 cm x 60 cm	3	1.08	2.80	7.50 kg
40	40 cm x 40 cm	6	1	2.00	12.00 kg
	50 cm x 50 cm	4	1	2.00	8.00 kg

En promedio general el consumo de CRAS en roca y hormigón sin armar esta alrededor de los 10kg / m<sup>3</sup> y en hormigón armado entre 18 kg / m<sup>3</sup> a 20kg / m<sup>3</sup>.

## Tipos de CRAS

Por el clima y los diámetros de las brocas con las que normalmente se trabaja en Colombia, el tipo de CRAS más utilizado es el CRAS VERDE o CRAS UNIVERSAL, sin embargo, es importante conocer los otros tipos de CRAS que pueden ser requerido en proyectos específicos.

TIPO	DIAMETRO	TEMPERATURA AGUA	TEMPERATURA AMBIENTE	USO
AMARILLO	25-50 mm (1"-2")	Máximo 12°C	Máximo 15° C	Bajas temperaturas. Se utiliza en lugares que siempre hace mucho frío -ej. Finlandia . o para trabajos muy puntuales.
VERDE -UNIVERSAL	35 -50 mm (1 1/3" - 2")	Máximo 12°C	Máximo 25° C	Se puede usar durante todo el año, en invierno puede tardar un poco más en romper. Se puede utilizar desde temperaturas inferiores a 0°C. Ej. En Brasil se utiliza todo el año.
VERDE -UNIVERSAL	25 - 35 mm (1" - 1 1/3")	Máximo 10°C	Máximo 35° C	Se puede usar durante todo el año, en invierno puede tardar un poco más en romper. Se puede utilizar desde temperaturas inferiores a 0°C.
AZUL	50 - 63mm (2"-2 1/2")	Máximo 12°C	Máximo 20° C (diámetro de 63mm = 2 1/2") Máximo 30°C (diámetro 50mm = 2")	Para obras de diametro superior a 50 mm.
AZUL ESPECIAL	50-70 mm ( 2"-2 3/4")	Máximo 12°C	Máximo 30° C	Para altas temperaturas o diámetro de 70mm.

## Seguridad

CRAS es un producto muy seguro de manejar, sin embargo se deben tomar las precauciones normales del manejo de un producto en polvo:

- Nunca llenar botellas o depósitos de acero con la mezcla de CRAS.
- No se debe observar dentro de las perforaciones llenadas durante el tiempo de reacción, ya que se puede presentar el efecto sifón y salir bruscamente la mezcla del agujero. En general el sifón se presenta por utilizar agua caliente para la mezcla, utilizar el CRAS UNIVERSAL en barrenos de más de 50 mm o debido a que la mezcla no quedó homogénea.
- Para el mezclado se deben utilizar siempre guantes, gafas de seguridad y mascarilla.



# EUCLID GROUP TOXEMENT

---

CONSTRUYENDO MEJORES PROYECTOS


---

[WWW.TOXEMENT.COM.CO](http://WWW.TOXEMENT.COM.CO)

Para mayor información consulte la hoja técnica visitando nuestro portal web o consulte nuestro departamento técnico.

**ESPECIFICACIÓN GENERAL PARA  
DEMOLICIÓN MEDIANTE EL USO  
DEL CEMENTO NO EXPLOSIVO**

---

	<b>NORMAS Y ESPECIFICACIONES GENERALES DE CONSTRUCCIÓN</b>	<b>FECHA ACTUALIZACIÓN</b>	<b>CAPÍTULO 8</b>
<b>EXCAVACION EN ROCA CON METODO NO EXPLOSIVO</b>		<b>ESPECIFICACIÓN 107-3</b>	
<b>NORMATIVIDAD ASOCIADA: NEGC 107.2</b>			
<p>GENERALIDADES:</p> <p>Se refiere a la demolición de roca por métodos no explosivos utilizando producto tipo CRAS o similares, o el método de la cuña hidráulica, utilizando la metodología descrita por los fabricantes del producto, tanto en la forma de aplicación como en las medidas de seguridad.</p> <p>No se autoriza el uso de los métodos tradicionales de voladura para la ejecución de las excavaciones en roca cuando se den los siguientes factores:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Las condiciones propias del proyecto, como: vías estrechas o callejones, el diámetro de las tuberías a instalar, la profundidad de las excavaciones, las características geotécnicas del terreno, proximidad a centros educativos u hospitalarios, entre otras.</li> <li>- La proximidad a viviendas y a diferentes estructuras que puedan verse afectadas por la explosión.</li> <li>- Zonas con alteraciones de orden público.</li> </ul> <p>En consecuencia, cuando en dichos sectores se deba realizar excavaciones en roca a menos de tres metros de profundidad, se deben emplear métodos alternativos de excavación a base de productos demolidores no explosivos conocidos como cementos expansivos, cuñas, sistemas mecánicos, térmicos u otros similares conocidos en el medio. Para la utilización del método propuesto se debe contar con la asesoría del fabricante.</p> <p>MEDIDA Y PAGO:</p> <p>La unidad de medida para las excavaciones en roca o para los cortes en roca con métodos no explosivos será el metro cúbico (m<sup>3</sup>), medido en su posición original. Los precios propuestos deben incluir el costo de la mano de obra, herramienta y equipo, el transporte, almacenamiento y utilización del material no explosivo, la perforación, la remoción del material cortado o fracturado hasta el sitio de cargue, igualmente el costo que conlleva atender todas las instrucciones, normas de seguridad y los demás costos directos e indirectos que se requieran para realizar esta actividad.</p> <p>El retiro, cargue y botada de los materiales excavados o cortados se pagará en el ítem correspondiente.</p> <p>Todos los daños en estructuras, redes y en general, en todas las obras existentes, ocasionados por la mala utilización de los métodos serán de entera responsabilidad del Contratista, y su costo correrá por cuenta de éste</p>			

## EXCAVACIONES VARIAS

### ARTÍCULO 600 – 13

#### 600.1 DESCRIPCIÓN

---

##### 600.1.1 Generalidades

Este trabajo consiste en la excavación necesaria para las fundaciones de las estructuras a las cuales se refiere el presente Artículo, de acuerdo con los alineamientos, pendientes y cotas indicadas en los planos u ordenados por el Interventor. Comprende, además, la construcción de sistemas de apuntalamientos y entibados, encofrados, ataguías y cajones y el sistema de drenaje que fuere necesario para la ejecución de los trabajos de excavación, así como el retiro subsiguiente de encofrados y ataguías. Incluye, también, la remoción, el transporte y la disposición de todo material que se encuentre dentro de los límites de las excavaciones y la limpieza final que sea necesaria para la terminación del trabajo.

No se incluyen en este Artículo las excavaciones contempladas por el Artículo 210, las excavaciones para pilotes pre-excavados, las cuales están comprendidas en el Artículo 621, y cualquier otra excavación considerada en algún otro Artículo de estas especificaciones.

##### 600.1.2 Clasificación

###### 600.1.2.1 Excavaciones varias sin clasificar

Se refiere a los trabajos de excavaciones varias de cualquier material, sin importar su naturaleza ni la presencia de la tabla de agua.

###### 600.1.2.2 Excavaciones varias clasificadas

###### 600.1.2.2.1 Excavaciones varias en roca en seco

Comprenden la excavación del mismo tipo de material descrito en el numeral 210.1.3.2.1 del Artículo 210.

**600.1.2.2.2 Excavaciones varias en roca bajo agua**

Comprenden toda excavación cubierta por el numeral anterior, donde la presencia permanente de agua sobre el nivel de la excavación dificulte la ejecución de ésta.

**600.1.2.2.3 Excavaciones varias en material común en seco**

Comprenden la excavación, en seco, de materiales no cubiertos por el numeral 600.1.2.2.1, "Excavaciones varias en roca en seco".

**600.1.2.2.4 Excavaciones varias en material común bajo agua**

Comprenden toda excavación de los materiales considerados en el numeral anterior, pero donde la presencia permanente de agua sobre el nivel de la excavación dificulte la ejecución de ésta.

**600.2 MATERIALES**

---

Los materiales provenientes de las excavaciones varias que sean adecuados y necesarios para la ejecución de rellenos, deberán ser almacenados por el Constructor para aprovecharlos en la construcción de aquellos, según lo determine el Interventor. Dichos materiales no se podrán desechar ni retirar de la zona de la obra para fines distintos a los definidos en los documentos del Contrato, sin la aprobación previa del Interventor.

Los materiales de las excavaciones varias que no sean utilizables, deberán ser dispuestos de acuerdo con lo que establezcan los documentos del proyecto y las instrucciones del Interventor, en zonas de disposición o desecho aprobadas ambientalmente.

**600.3 EQUIPO**

---

El Constructor propondrá, para consideración del Interventor, los equipos más apropiados para las operaciones por realizar, de acuerdo con el tipo de material por excavar, los cuales no deberán producir daños innecesarios en vecindades o en la



zona de los trabajos; y deberán garantizar el avance físico según el programa de trabajo, permitiendo el correcto desarrollo de las etapas constructivas siguientes.

## 600.4 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

---

### 600.4.1 Generalidades

El Constructor deberá notificar al Interventor, con suficiente antelación al comienzo de cualquier excavación, para que se efectúen todas las medidas y levantamientos topográficos necesarios y se fije la localización de la estructura en el terreno original, según el tipo de estructura de que se trate.

Antes de comenzar los trabajos de excavación, se deberán haber completado los trabajos previos de desmonte y limpieza, de conformidad con lo que resulte aplicable de lo especificado en el Artículo 200 de las presentes especificaciones.

Si dentro de los límites de la excavación se encuentran estructuras, cimientos antiguos u otros obstáculos, éstos deberán ser retirados por el Constructor, quien no tendrá derecho a compensación adicional por las dificultades o contratiempos que ocasione la remoción y/o retiro de tales obstrucciones.

Siempre que los trabajos lo requieran, las excavaciones varias deberán comprender labores previas, tales como el desvío de corrientes de agua o la construcción de cauces provisionales u otras que contemplen los planos del proyecto o indique el Interventor.

Los bordes exteriores de las excavaciones deberán delimitarse perfectamente, mediante estacas, jalones y líneas de demarcación de sus contornos. En las proximidades de toda excavación destinada a fundar estructuras o instalar alcantarillas, se colocará a lo menos una estaca de referencia altimétrica. Será de responsabilidad del Constructor conservar en todo momento la estaca de referencia altimétrica hasta la recepción de los trabajos; el Interventor, podrá ordenar la paralización de las excavaciones que no cuenten con esas referencias.

Las excavaciones se deberán adelantar de acuerdo con los planos de construcción. Las cotas de fundación de zapatas indicadas en ellos se consideran aproximadas y, por lo tanto, el Interventor podrá ordenar que

se efectúen todos los cambios que considere necesarios en las dimensiones de la excavación, para obtener una cimentación satisfactoria.

El Constructor deberá tomar todas las precauciones para que la perturbación del suelo contiguo a la excavación sea mínima.

En caso de que al llegar a las cotas de cimentación indicadas en los planos, el material sea inapropiado, el Interventor podrá ordenar una excavación a mayor profundidad a efectos de obtener un material de fundación apropiado o, alternativamente, a excavar a mayor profundidad y rellenar con un material que cumpla requisitos de los denominados adecuados o seleccionados, de acuerdo con el numeral 220.2.1 del Artículo 220, o según lo indiquen los documentos del proyecto.

En el primer caso, se deberá revisar los diseños de la estructura y efectuar las modificaciones que corresponda. En el segundo caso, el material de relleno será tratado conforme lo establece el Artículo 610, "Rellenos para estructuras", de estas especificaciones.

En ambos casos, el Interventor definirá las cotas hasta las cuales se deberá profundizar la excavación.

Para las excavaciones en roca, los procedimientos, tipos y cantidades de explosivos que el Constructor proponga utilizar, deberán contar con la aprobación previa del Interventor, así como la disposición y secuencia de las voladuras, las cuales se deberán proyectar de manera que su efecto sea mínimo por fuera de los taludes proyectados. En la dirección y la ejecución de estos trabajos se deberá emplear personal que tenga amplia experiencia al respecto.

Toda excavación que presente peligro de derrumbes que afecten el ritmo de los trabajos, la seguridad del personal o la estabilidad de las obras o propiedades adyacentes, deberá entibarse de manera satisfactoria para el Interventor. Los entibados deberán ser retirados antes de rellenar las excavaciones.

Si los sistemas de gravedad no son suficientes para mantener drenadas las excavaciones, se deberán instalar y mantener operando motobombas, mangueras, conductos deslizantes y todos los dispositivos necesarios que permitan mantener el agua a un nivel inferior al del fondo de las obras permanentes. Durante el bombeo, se deberá tener la precaución de no

producir socavaciones en partes de las obras o alterar las propiedades de los suelos.

Cualquier daño o perjuicio causado por el desarrollo de los trabajos, en la obra o en propiedades adyacentes, será responsabilidad del Constructor quien deberá reponer, sin costo adicional para el Instituto Nacional de Vías, los daños y perjuicios causados, a plena satisfacción del Interventor.

#### **600.4.2 Excavaciones para cimentaciones de estructuras de concreto**

##### **600.4.2.1 Excavación**

Los lugares para cimentaciones se deberán excavar conforme las líneas de pago indicadas en los planos u ordenadas por el Interventor, para permitir la construcción de las mismas a todo su ancho y longitud y dejando un fondo con una superficie plana y horizontal.

Cuando la cimentación se deba asentar sobre una superficie excavada que no sea roca, el Constructor deberá tener especial cuidado para no perturbar el fondo de la excavación, tomando la precaución adicional de no remover el material del fondo de la excavación, en mínimo veinte centímetros (20 cm) (o lo que autorice el Interventor), hasta la cota de cimentación prevista, sino en el instante en que se esté por colocar el cimientó.

En las excavaciones de las fundaciones de estructuras en cajón y pilas, el Constructor podrá adoptar el sistema constructivo que estime conveniente, siempre y cuando cuente con la aprobación del Interventor. Podrá facilitar el procedimiento constructivo con el empleo de islas, plataformas, sistemas neumáticos, aire comprimido, lanzas de agua, equipos de alto rendimiento de origen minero, y cualquier otro sistema autorizado. El empleo de cualquiera de estos sistemas constructivos derivados de las dificultades de la ejecución de obra, no implicará ningún pago adicional al pactado para el precio unitario establecido en esta especificación.

Cuando se encuentre un fondo rocoso, la excavación se deberá ejecutar de tal forma, que la roca sólida quede

expuesta y preparada en lechos horizontales o dentados para recibir el concreto, debiendo ser removidos todos los fragmentos de roca suelta o desintegrada, así como los estratos muy delgados. Las grietas y cavidades que queden expuestas, deberán ser limpiadas y rellenadas con concreto o mortero.

Cuando se usen pilotes para soportar zapatas de estribos o pilas de puentes o viaductos, la excavación de cada fondo se deberá completar antes de iniciar la hincada y ésta deberá finalizar antes de comenzar la fundición de la zapata que se trate. Al terminar la hincada de los pilotes, el Constructor deberá retirar todo el material suelto o desplazado, con el fin de que quede un lecho plano y sólido para recibir el concreto.

#### **600.4.2.2 Ataguías y encofrados**

Las ataguías y encofrados que se conformen para la protección de las excavaciones donde se van a construir los cimientos, se deberán llevar a profundidades y alturas apropiadas para que sean seguras y tan impermeables como sea posible, para realizar adecuadamente el trabajo por ejecutar dentro de ellas. Las dimensiones internas de las ataguías y encofrados deberán dejar espacio suficiente para la construcción de formaletas y la inspección de sus partes externas, así como para permitir el bombeo por fuera de aquellos.

Las ataguías y encofrados deberán ser construidos en tal forma, que protejan el concreto fresco contra cualquier daño que pudiera ocasionarle una creciente repentina y para prevenir cualquier daño debido a la erosión. En las ataguías y encofrados no se deberán dejar maderos o abrazaderas que puedan penetrar en el concreto del cimiento, salvo que el Interventor lo autorice por escrito.

No se permitirá ningún apuntalamiento de ataguías y encofrados que pueda producir esfuerzo, golpe o vibración en la estructura permanente.

Las ataguías y encofrados inclinados o desplazados lateralmente durante el proceso de hincado, deberán ser enderezados, relocalizados o suplementados para obtener el espacio necesario y el lugar apropiado para la cimentación de la estructura.

Al terminar el trabajo de que se trate, el Constructor deberá desmontar y retirar la obra falsa, de tal manera que no ocasione ningún daño al cimiento terminado.

#### **600.4.2.3 Sello de concreto**

Cuando, a juicio del Interventor, ocurran circunstancias que no permitan fundir el cimiento en seco, podrá exigir la construcción de un sello de concreto de las dimensiones que sean necesarias. El concreto se deberá cumplir con lo especificado en el Artículo 630 y deberá tener una resistencia mínima a la compresión de 21 MPa a 28 días.

Después de colocado el sello, el agua se extraerá por bombeo, continuándose la ejecución del trabajo en seco.

Cuando se utilicen encofrados de peso considerable con el fin de compensar parcialmente la presión hidrostática que actúa contra la base del sello de concreto, se deberán proveer anclajes especiales, tales como espigos o llaves, para transferir el peso total del encofrado a dicho sello.

Cuando el agua esté sujeta a mareas o corrientes, las paredes del encofrado se deberán perforar a la altura de la marea más baja, para controlar y obtener igual presión hidrostática dentro y fuera del elemento, durante la fundida y el fraguado de los sellos.

#### **600.4.2.4 Conservación de los cauces**

A menos que una especificación particular indique algo diferente, no se permitirá ninguna excavación por fuera de los cajones, ataguías, encofrados o tablestacados, ni alterar el lecho natural de las corrientes adyacentes a la estructura, sin el consentimiento del Interventor.

Si se efectúa cualquier excavación o dragado en el sitio de la estructura antes de colocar los caissons, encofrados, ataguías o tablestacados, el Constructor deberá rellenar la zona excavada o dragada, sin costo adicional para el Instituto Nacional de Vías, una vez colocada la cimentación, hasta la altura natural del terreno o lecho del río, con material aprobado por el Interventor.

En cursos de agua navegables, el Constructor deberá mantener, en todo momento, la profundidad del agua y los gálibos requeridos para el paso del tránsito lacustre o fluvial. También, deberá mantener luces y señales adecuadas durante todo el período de construcción.

Los materiales provenientes de las excavaciones de cimientos o rellenos de ataguías que se depositen en la zona de la corriente de agua, deberán ser retirados por el Constructor, dejando el lecho de la corriente en las mismas condiciones en que se encontraba originalmente.

#### **600.4.3 Excavaciones para alcantarillas**

Las excavaciones para alcantarillas se deberán efectuar de conformidad con el alineamiento, dimensiones, pendientes y detalles mostrados en los planos del proyecto y las instrucciones del Interventor.

Cuando se vaya a colocar una alcantarilla por debajo de la línea del terreno original, se deberá excavar una zanja a la profundidad requerida, de acuerdo a los Artículos 660, 661, 662 o 663, según corresponda, conformándose el fondo de la misma de manera que asegure un lecho firme en toda la longitud de la alcantarilla. El ancho de dicha zanja deberá ser el mínimo que permita trabajar a ambos lados de la alcantarilla y compactar debidamente el relleno debajo y alrededor de ella. Las paredes de la zanja deberán quedar lo más verticales que sea posible, desde la cimentación hasta, por lo menos, la clave de la alcantarilla.

Cuando se encuentre roca, ya sea en estratos o en forma suelta, o cualquier otro material que por su dureza no permita conformar un lecho apropiado para colocar la tubería, dicho material deberá ser removido hasta más abajo de la cota de cimentación y reemplazado por un material de subbase granular compactado, en un espesor mínimo de quince centímetros (15 cm). Esta capa se deberá compactar, como mínimo al

noventa y cinco por ciento (95 %) de la densidad máxima obtenida en el ensayo modificado de compactación (norma de ensayo INV E-142), teniendo en cuenta la corrección por presencia de partículas gruesas (norma de ensayo INV E-143), siempre que ella resulte necesaria.

Cuando se presenten materiales suaves, esponjosos o inestables que no permitan una base firme para la cimentación de la alcantarilla, dichos materiales deberán ser removidos en una profundidad igual al ancho de la excavación o la que autorice el Interventor, debiendo ser rellenados posteriormente con un material adecuado, según el numeral 220.2.1 del Artículo 220 o según lo indiquen los documentos del proyecto, el cual se compactará debidamente, para obtener un lecho firme y homogéneo.

#### **600.4.4 Excavaciones para filtros**

Las excavaciones para la construcción de filtros se deberán efectuar hasta la profundidad que se requiera y de conformidad con las dimensiones, pendientes y detalles que indiquen los planos del proyecto o determine el Interventor. Las paredes de las excavaciones deberán ser verticales y su fondo deberá ser conformado, a efecto de que quede una superficie firme y uniforme en toda su longitud.

#### **600.4.5 Excavaciones para gaviones, muros de contención de suelo reforzado con geotextil, descoles y zanjas**

Las excavaciones para la fundación de gaviones y muros de contención de suelo reforzado con geotextil, así como las necesarias para la construcción de descoles, zanjas y obras similares, se deberán realizar de conformidad con las dimensiones y detalles señalados en los planos o determinados por el Interventor.

#### **600.4.6 Bombeo**

En cualquier excavación que lo requiera, el bombeo se deberá hacer de manera que excluya la posibilidad de arrastrar cualquier porción de los materiales colocados. No se permitirá bombear agua durante la colocación del concreto o durante las veinticuatro (24) horas siguientes, salvo que el bombeo se pueda efectuar desde un sumidero apropiado, separado de la obra de concreto por un muro impermeable u otros medios efectivos.

No se deberá iniciar el bombeo para drenar una ataguía o un encofrado sellado, hasta tanto el sello haya fraguado suficientemente para resistir la presión hidrostática y, en ningún caso, antes de siete (7) días o el lapso adicional que autorice el Interventor.

#### **600.4.7 Limpieza final**

Al terminar los trabajos de excavación, el Constructor deberá limpiar y conformar las zonas laterales de la misma y las de disposición de sobrantes, de acuerdo con lo que establezca el plan ambiental y las indicaciones del Interventor.

#### **600.4.8 Limitaciones en la ejecución**

Las excavaciones varias sólo se llevarán a cabo cuando no haya lluvia o fundados temores de que ella ocurra y la temperatura ambiente, a la sombra, no sea inferior a dos grados Celsius (2° C).

Los trabajos de excavaciones se deberán realizar en condiciones de luz solar. Sin embargo, cuando se requiera terminar el proyecto en un tiempo especificado por el INVÍAS o se deban evitar horas pico de tránsito público, el Interventor podrá autorizar el trabajo en horas de oscuridad, siempre y cuando el Constructor garantice el suministro y la operación de un equipo de iluminación artificial que resulte satisfactorio para aquel. Si el Constructor no ofrece esta garantía, no se le permitirá el trabajo nocturno y deberá poner a disposición de la obra el equipo y el personal adicionales para completar el trabajo en el tiempo especificado, operando únicamente durante las horas de luz solar.

#### **600.4.9 Manejo ambiental y otras consideraciones**

Todas las labores de excavaciones varias se realizarán teniendo en cuenta lo establecido en los estudios o evaluaciones ambientales del proyecto y las disposiciones vigentes sobre la conservación del medio ambiente y de los recursos naturales.

Los desvíos provisionales de los cursos de agua no podrán dar lugar a modificaciones permanentes en los lechos de quebradas y ríos. Así mismo, se deberá evitar el represamiento y el empozamiento de agua que puedan originar áreas insalubres causantes de la proliferación de mosquitos y otras plagas.



Todos los materiales removidos de las excavaciones y que no tengan uso previsto en la obra deberán ser cuidadosamente recuperados para evitar que puedan ser arrastrados a cursos de agua, y serán transportados y depositados en lugares apropiados, de la manera prevista en los documentos del proyecto u ordenada por el Interventor.

En cuanto a hallazgos arqueológicos, paleontológicos y de minerales de interés comercial o científico, se seguirá lo dispuesto en el numeral 210.4.6 del Artículo 210.

## **600.5 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS**

---

### **600.5.1 Controles**

Durante la ejecución de los trabajos, se adelantarán los siguientes controles principales:

- Comprobar el estado del equipo de construcción.
- Verificar la eficiencia y la seguridad de los procedimientos de construcción.
- Vigilar el cumplimiento del programa de trabajo.
- Verificar el cumplimiento de las normas ambientales aplicables.
- Verificar el alineamiento, el perfil y las secciones de las áreas excavadas.
- Comprobar la lisura y la firmeza del fondo de las excavaciones.
- Medir los volúmenes de trabajo realizado en acuerdo a la presente especificación.

El Interventor verificará que el Constructor disponga de todos los permisos requeridos para la ejecución de los trabajos.

### **600.5.2 Condiciones específicas para el recibo y tolerancias**

El trabajo se dará por terminado cuando el alineamiento, el perfil y la sección de la excavación estén de acuerdo con los planos del proyecto y

las instrucciones del Interventor y éste considere, además, que la conservación de cauces es satisfactoria.

En ningún punto, la excavación realizada podrá variar con respecto a la autorizada por el Interventor en más de tres centímetros (3 cm) en cota, ni en más de cinco centímetros (5 cm) en la localización en planta.

Todas las deficiencias que excedan las tolerancias mencionadas deberán ser corregidas por el Constructor, sin costo adicional para el Instituto Nacional de Vías, a plena satisfacción del Interventor.

## **600.6 MEDIDA**

---

La unidad de medida de las excavaciones variadas será el metro cúbico (m<sup>3</sup>), aproximado a la décima de metro cúbico, de material excavado en su posición original, determinado dentro y hasta las líneas de pago indicadas en los planos y en esta especificación o autorizadas por el Interventor. El resultado de la medida se deberá reportar con la aproximación establecida, empleando el método de redondeo de la norma INV E-823.

No habrá ninguna medida por los sobrecanchos que se requieran para colocar encofrados, ni por el material que se haya excavado antes de que se hayan realizado los levantamientos topográficos mencionados en el numeral 600.4.1.

Todas las excavaciones serán medidas por volumen realizado, verificado antes y después de ser ejecutado el trabajo de excavación. El Constructor deberá permitir que el Interventor realice las mediciones y verificaciones que éste considere pertinentes antes de cerrar la excavación; si el Constructor cierra la excavación antes de que el Interventor realice las mediciones y verificaciones, se entenderá que se aviene a lo que unilateralmente éste determine.

En excavaciones para estructuras, alcantarillas y filtros, toda medida se hará con base en caras verticales a partir de los bordes autorizados de la excavación. Las excavaciones efectuadas por fuera de estos límites y los volúmenes adicionales causados por facilidad constructiva, desprendimientos, derrumbes, hundimientos, sedimentaciones o rellenos debidos a causas naturales, descuido o negligencia del Constructor, no se medirán y su corrección correrá por cuenta exclusiva de éste, a plena satisfacción del Interventor.

En caso de que ocurran derrumbes que el Interventor no atribuya a descuido o negligencia del Constructor, ellos se medirán, para efectos de pago, conforme lo establece el Artículo 211, “Remoción de derrumbes”.

La medida de la excavación para la fundación de gaviones, muros de contención de suelo reforzado con geotextil, así como para la ejecución de descoles, zanjas y similares, se hará con base en secciones transversales, tomadas antes y después de realizar el trabajo respectivo. No se incluirán en la medida las excavaciones realizadas por fuera de las líneas definidas en el proyecto o autorizadas por el Interventor.

### **600.7 FORMA DE PAGO**

---

El trabajo de excavaciones varias se pagará al precio unitario del contrato, por toda obra ejecutada de acuerdo con el proyecto, la presente especificación y las instrucciones del Interventor, para la respectiva clase de excavación, ejecutada satisfactoriamente y aceptada por éste.

El precio unitario deberá cubrir todos los costos por concepto de la excavación, eventual perforación y voladura, remoción, cargue, transporte y descargue de todos los materiales excavados en las zonas de utilización o desecho, así como su correcta disposición en estas últimas. También, deberá cubrir los costos de todas las obras provisionales y complementarias, tales como la construcción de accesos, desvíos de corrientes de agua, construcción de cauces provisionales, trabajos de conservación de cauces; ataguías, encofrados, caissons, tablestacados, andamios, entibados y desagües; y los equipos, bombeos, transportes, mano de obra, explosivos, limpieza final de la zona de construcción y, en general, todo costo relacionado con la correcta ejecución de los trabajos especificados.

El Constructor deberá considerar, en relación con los explosivos, todos los costos que implican su adquisición, transporte, escoltas, almacenamiento, vigilancia, manejo y control hasta el sitio de utilización.

Si el material excavado es roca, el precio unitario deberá cubrir su eventual almacenamiento para uso posterior, en las cantidades y sitios señalados por el Interventor. De los volúmenes de excavación se descontarán, para fines de pago, aquellos que se empleen en la construcción de rellenos para estructuras, mampostería, muros de contención de suelo reforzado con geotextil, concretos, filtros, subbases, bases y capas de rodadura.

En el caso de que los trabajos afecten una vía en la cual exista tránsito automotor, el precio unitario deberá incluir, además, los costos de señalización preventiva de la vía y el control del tránsito durante la ejecución de los trabajos.

El precio unitario deberá incluir, también, los costos de administración, imprevistos y la utilidad del Constructor.

Los trabajos de desmonte y limpieza previos a la ejecución de las excavaciones, se medirán y pagarán de acuerdo con el Artículo 200, "Desmonte y limpieza".

El sello de concreto para la protección del fondo de la excavación, cuando se requiera, se medirá y pagará de acuerdo con el Artículo 630, "Concreto estructural".

## **600.8 ÍTEM DE PAGO**

---

### **Alternativa I – Excavación sin clasificar**

600.1.1 Excavaciones varias sin clasificar Metro cúbico (m<sup>3</sup>)

### **Alternativa II– Excavación clasificada**

600.2.1 Excavaciones varias en roca en seco Metro cúbico (m<sup>3</sup>)

600.2.2 Excavaciones varias en roca bajo agua Metro cúbico (m<sup>3</sup>)

600.2.3 Excavaciones varias en material común en seco Metro cúbico (m<sup>3</sup>)

600.2.4 Excavaciones varias en material común bajo agua Metro cúbico (m<sup>3</sup>)

## EXCAVACIÓN DE LA EXPLANACIÓN, CANALES Y PRÉSTAMOS

### ARTÍCULO 210 – 13

#### 210.1 DESCRIPCIÓN

---

##### 210.1.1 Generalidades

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

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

##### 210.1.2 Definiciones

###### 210.1.2.1 Excavación de la explanación

El trabajo comprende el conjunto de actividades de excavación y nivelación de las zonas donde ha de fundarse la carretera, incluyendo taludes y cunetas; así como la escarificación, conformación y compactación de la subrasante en corte.

Incluye, además, las excavaciones necesarias para el ensanche o modificación del alineamiento horizontal o vertical de calzadas existentes.

###### 210.1.2.2 Excavación de canales

El trabajo comprende las excavaciones necesarias para la construcción de canales, zanjales interceptores y acequias, así como el mejoramiento de obras similares existentes y de cauces naturales.

**210.1.2.3 Excavación en zonas de préstamo**

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

**210.1.3 Clasificación****210.1.3.1 Excavación sin clasificar**

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

**210.1.3.2 Excavación clasificada****210.1.3.2.1 Excavación en roca**

Comprende la excavación de masas de rocas fuertemente litificadas que, debido a su buena cementación o alta consolidación, requieren el empleo sistemático de explosivos.

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

Se aceptará como criterio para determinar el horizonte de roca cuando la dureza y el fracturamiento no permitan efectuar faenas de remoción con equipos mecánicos. Esta dificultad se determinará directamente cuando una máquina del tipo bulldozer con una potencia mínima de 410 HP y peso mínimo de 48.500 kg o una retroexcavadora con una potencia mínima de 217 HP y peso mínimo de 30.200 kg, empleadas a su máxima potencia sean incapaces de remover el material. La utilización de uno u otro equipo dependerá del espacio disponible para operar y de la forma de la superficie de la roca,

prefiriéndose siempre el bulldozer. La operación será efectuada por los dientes de la retroexcavadora o el ripper del bulldozer en presencia del Interventor. Una vez comprobado por las partes lo expuesto, se procederá a dejar constancia de la situación en el Libro de Obra.

#### **210.1.3.2.2 Excavación en material común**

Comprende la excavación de materiales no cubiertos por el numeral anterior, 210.1.3.2.1, Excavación en roca.

#### **210.1.3.2.3 Método alternativo para determinar el tipo de material excavado**

Como alternativa de clasificación se podrá recurrir a mediciones de velocidad de propagación del sonido, practicadas sobre el material en las condiciones naturales en que se encuentre, y se considerará material común aquel en que dicha velocidad sea menor a dos mil metros por segundo (2.000 m/s) y roca, cuando sea igual o superior a este valor.

## **210.2 MATERIALES**

---

### **210.2.1 Utilización de materiales provenientes de la excavación de la explanación y de canales**

Todos los materiales provenientes de las excavaciones que sean utilizables y, según los planos y especificaciones o a juicio del Interventor, necesarios para la construcción o protección de terraplenes, pedraplenes u otras partes de las obras proyectadas, se deberán utilizar en ellos. El Constructor no podrá disponer de los materiales provenientes de las excavaciones ni retirarlos para fines distintos a los del contrato, sin autorización previa del Interventor.

Los materiales provenientes de la excavación que presenten características adecuadas para uso en la construcción de la obra, serán reservados para colocarlos posteriormente. Su disposición provisional se hará en los sitios aprobados previamente para tal fin por el Interventor.

Los materiales provenientes del descapote se deberán almacenar para su uso posterior en sitios accesibles y de manera aceptable para el Interventor; estos materiales se deberán usar preferentemente para el recubrimiento de los taludes de los terraplenes terminados.

### **210.2.2 Materiales de zonas de préstamo**

Los materiales adicionales que se requieran para las obras, se extraerán de las zonas de préstamo aprobadas por el Interventor y deberán cumplir con las características establecidas en las especificaciones correspondientes.

## **210.3 EQUIPO**

---

El Constructor propondrá, para consideración del Interventor, los equipos más adecuados para las operaciones por realizar, de acuerdo con el tipo de material por excavar, los cuales no deberán producir daños innecesarios ni a construcciones ni a cultivos; y garantizarán el avance físico de ejecución, según el programa de trabajo, que permita el desarrollo de las etapas constructivas siguientes.

El Constructor podrá utilizar cualquier tipo de equipo apropiado para la realización de las excavaciones incluyendo tractores con tapadora y desgarradora, motoniveladora, trailla y palas de empuje o arrastre, cargador y vehículos de transporte.

## **210.4 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS**

---

### **210.4.1 Excavación de la explanación**

#### **210.4.1.1 Generalidades**

La excavación de la explanación se deberá ejecutar de acuerdo con las secciones transversales del proyecto o las modificadas por el Interventor.

Los procedimientos constructivos que implemente el Constructor deben contemplar las medidas necesarias para preservar las condiciones de drenaje y la resistencia y la estabilidad del terreno no excavado. Los taludes



provisionales deben ser definidos en esos procedimientos por un ingeniero geotecnista.

El Constructor deberá adoptar las medidas necesarias para evitar fenómenos como inestabilidad de taludes en roca o de bloques de la misma, debida a voladuras inadecuadas o deslizamientos ocasionados por el descalce del pie de la excavación.

Las obras de excavación deberán avanzar en forma coordinada con las obras de contención y drenaje del proyecto, tales como muros, alcantarillas, desagües y descoles de cunetas y construcción de filtros. Además, se debe garantizar el correcto funcionamiento del drenaje y controlar fenómenos de erosión e inestabilidad.

La secuencia de todas las operaciones de excavación debe ser tal, que asegure la utilización de todos los materiales aptos y necesarios para la construcción de las obras señaladas en los planos del proyecto o indicadas por el Interventor.

Cualquier daño no previsto a una estructura o construcción existente causado por la ejecución de los trabajos de excavación deberá ser asumido por el Constructor, quién deberá reponer el bien a entera satisfacción de su propietario sin costo para el INVÍAS.

En la construcción de terraplenes sobre terreno inclinado o a media ladera, el talud de la superficie existente se deberá cortar en forma escalonada de acuerdo con los planos o las instrucciones del Interventor.

Las cunetas y bermas se deberán construir de acuerdo con las secciones, pendientes transversales y cotas especificadas en los planos o modificadas por el Interventor. Todo daño posterior a la ejecución de estas obras, causado por negligencia del Constructor, deberá ser subsanado por éste, sin ninguna erogación por parte del Instituto Nacional de Vías.

**210.4.1.2 Actividades previas**

Antes de iniciar las excavaciones se deben haber completado y aprobado los trabajos de localización, desmonte, limpieza y demoliciones, así como los de remoción de especies vegetales, cercas de alambre y demás obstáculos que afecten la ejecución de las obras del proyecto.

**210.4.1.3 Drenaje de las excavaciones**

El Constructor deberá tomar todas las medidas indispensables para mantener drenadas las excavaciones y demás áreas de trabajo. Se instalarán drenes o zanjas temporales, para interceptar el agua que pudiera afectar la ejecución del trabajo y se utilizarán los equipos necesarios para realizar un control efectivo de la misma.

Será responsabilidad del Constructor todo deterioro que se ocasione en los materiales de la excavación debido a deficiencias en el sistema de drenaje implementado. En este caso, correrán por su cuenta las medidas correctivas que tenga que ejecutar para subsanar el deterioro causado en los mismos, sin costo adicional para el INVÍAS.

Antes de iniciar los trabajos de excavación, el Constructor deberá presentar para aprobación por parte del Interventor el plan de drenaje temporal que piensa implementar para evitar que el agua se apoce y deteriore los materiales expuestos, en especial la subrasante del proyecto.

En todo momento, la superficie de la excavación debe tener pendientes transversales y longitudinales que garanticen el correcto drenaje superficial hacia los elementos de drenaje temporal o definitivo. No debe haber depresiones ni hundimientos que afecten el normal escurrimiento de las aguas superficiales, ni encharcamientos debidos a un drenaje defectuoso de las obras o taludes provisionales excesivos.

Cuando el diseño de los taludes contemple la construcción de bermas o terrazas intermedias, éstas se deberán conformar con pendiente hacia el interior del talud a una cuneta que debe recoger y encauzar las aguas superficiales.

#### **210.4.1.4 Manejo de la subrasante**

##### **210.4.1.4.1 Protección de la subrasante**

El Constructor deberá proteger la subrasante en todo momento para evitar su deterioro. Será responsabilidad del Constructor todo deterioro que se ocasione en la subrasante debido a la falta de implementación de los sistemas adecuados de protección. En este caso, correrán por su cuenta y a su costa las medidas correctivas que tenga que ejecutar para subsanar el deterioro causado en la misma.

En especial, deberá llevar a cabo las labores de construcción teniendo en cuenta los siguientes factores, adicionales al tema del drenaje mencionado en el numeral 210.4.1.3.

##### **210.4.1.4.1.1 Circulación sobre la subrasante**

El Constructor deberá organizar todos sus trabajos, en especial las labores de excavación, cargue del material excavado y descargue del material por colocar sobre la subrasante, de manera que los equipos no circulen directamente sobre la subrasante y la deterioren. Se exceptúan los casos en que la subrasante esté constituida por materiales que soporten el tráfico de construcción sin deteriorarse; se podrá tomar como guía para calificar el impacto adverso del tráfico temporal sobre la subrasante la presencia de acolchonamientos mayores que 20 mm (deformaciones ante el paso de los vehículos que se pueden observar a simple vista y que se recuperan en todo o en parte cuando el vehículo se aleja), o la ocurrencia de ahuellamientos mayores que 25 mm (deformaciones permanentes en forma de surcos longitudinales que no se recuperan al alejarse los vehículos).

**210.4.1.4.1.2 Pérdida de humedad en la subrasante**

Con el fin de evitar el fisuramiento o la activación de procesos de cambios volumétricos en las subrasantes arcillosas, no se debe permitir que éstas pierdan su humedad natural, salvo en casos específicos en que esta pérdida de humedad se requiera para la adecuada compactación de la misma, por lo tanto, el Constructor deberá tomar las medidas necesarias para prevenir esta pérdida de humedad.

**210.4.1.4.2 Compactación de la subrasante****210.4.1.4.2.1 Necesidad de compactar la subrasante**

En general, siempre se requiere compactar la subrasante en corte, bien sea que ésta vaya a servir de apoyo a un terraplén o relleno, o a la estructura misma del pavimento. Sin embargo, en algunas ocasiones los documentos del proyecto pueden indicar expresamente que la subrasante no requiere compactación.

En otras ocasiones, los documentos del proyecto pueden prohibir la compactación de la subrasante.

Cuando la subrasante natural sirve directamente como apoyo de la estructura del pavimento, ésta requiere de su compactación en un espesor no menor de 15 cm. Por lo tanto, si los documentos técnicos del proyecto indican que la subrasante natural no requiere compactación o especifican que se prohíbe compactarla, el diseño debe tener previsto al menos una capa de mejoramiento compactada con espesor mínimo de 20 cm (material de aporte sin estabilizar o estabilizado, o

estabilización de la parte superior de la subrasante), para ser construida encima de la subrasante natural; si el diseño no prevé esta capa de mejoramiento sobre la subrasante sin compactar, el Interventor podrá ordenar al Constructor su construcción en el espesor que juzgue conveniente, previa excavación de un espesor igual de material de subrasante para conservar las cotas del proyecto; en este caso, tanto la excavación como la construcción de la capa de mejoramiento se pagarán según los ítems que resulten aplicables.

#### **210.4.1.4.2.2 Procedimiento de compactación de la subrasante**

Los documentos técnicos del proyecto indicarán la profundidad y el grado de compactación requeridos para la subrasante del proyecto.

Si no lo indican, el procedimiento será, como mínimo, el siguiente: al alcanzar el nivel de subrasante en la excavación, se deberá escarificar en una profundidad mínima de quince centímetros (15 cm), conformar de acuerdo con las pendientes transversales especificadas y compactar, según las exigencias de compactación definidas en el numeral 210.5.2.2 en una profundidad mínima de quince centímetros (15 cm).

En caso de presencia de suelos especiales, como cenizas volcánicas, suelos blandos, suelos expansivos o suelos orgánicos, se deberán atender las indicaciones particulares contenidas en los documentos técnicos del proyecto.

En caso de que al nivel de la subrasante se encuentren suelos expansivos y salvo que los

documentos del proyecto o el Interventor determinen lo contrario, la excavación se llevará hasta un metro por debajo del nivel proyectado de subrasante y su fondo no se compactará. Esta profundidad sobreexcavada se rellenará y conformará con material que cumpla las características definidas en el Artículo 220, "Terraplenes". Los setenta centímetros (70 cm) inferiores se rellenarán con un material apropiado para "núcleo" y los treinta centímetros (30 cm) restantes con un material idóneo para "corona".

Un suelo se considerará expansivo de acuerdo con los criterios consignados en la norma de ensayo INV E-132, "Determinación de suelos expansivos".

Si el material encontrado al nivel de subrasante posee características orgánicas, deberá ser removido hasta una profundidad de un metro o hasta que la característica orgánica cese y se escogerá la menor de las dos dimensiones. Los treinta centímetros (30 cm) superiores se rellenarán con un material apropiado para "corona" y los restantes con un material idóneo para "núcleo".

Se considerará que el material posee características orgánicas cuando el contenido de materia orgánica, en masa, supera el dos por ciento (2%) determinado según la norma INV E-121, "Determinación del contenido orgánico en suelos mediante pérdida por ignición".

#### **210.4.1.5 Excavaciones en roca**

Los procedimientos, tipos y cantidades de explosivos y equipos que el Constructor proponga utilizar, deberán estar aprobados previamente por el Interventor; así como la secuencia y disposición de las voladuras, las cuales se

deberán proyectar en tal forma que sea mínimo su efecto fuera de los taludes proyectados. El Constructor garantizará la dirección y la ejecución de las excavaciones en roca, utilizando personal que tenga amplia experiencia en trabajos similares.

La aprobación dada por el Interventor no exime al Constructor de su responsabilidad por los errores y daños que causen las voladuras.

Toda excavación en roca se deberá profundizar quince centímetros (15 cm) por debajo de las cotas de subrasante. Las áreas sobre-excavadas se deben rellenar y conformar con material seleccionado proveniente de las excavaciones, con material de relleno seleccionado o con material de subbase granular, según lo indiquen los documentos del proyecto o lo apruebe el Interventor.

Cualquier roca situada en los límites de la excavación, o fuera de ellos, que hubiese sido golpeada, aflojada, o de alguna manera dañada por las voladuras u otras causas, deberá ser removida hasta asegurarse que no queden trozos inestables. No deberán quedar depresiones que dejen zonas colgadas, aunque se presenten firmes a simple vista.

La superficie final de la excavación en roca deberá encontrarse libre de cavidades que permitan la retención de agua y tendrá, además, pendientes transversales y longitudinales que garanticen el correcto drenaje superficial.

#### **210.4.1.6 Transiciones de corte a terraplén y viceversa**

En estos sitios, la excavación se deberá ampliar hasta que el terraplén penetre en ella en toda su sección. En la transición de corte a terraplén y viceversa se deberán construir escalones, con el ancho adecuado para el correcto trabajo de los equipos de construcción, de tal forma que se eliminen totalmente eventuales planos de contacto inclinados, que constituyan riesgo de inestabilidad en el terraplén. Tales escalones se deberán construir de acuerdo con los planos del proyecto o las instrucciones del Interventor.

**210.4.1.7 Ensanche o modificación del alineamiento de calzadas existentes**

En los proyectos de mejoramiento de vías en donde el afirmado existente se ha de conservar, los procedimientos que utilice el Constructor deberán permitir la ejecución de los trabajos de ensanche o modificación del alineamiento, evitando la contaminación del afirmado con materiales arcillosos, orgánicos o vegetales. Los materiales excavados deberán ser cargados y transportados hasta los sitios de utilización o disposición aprobados por el Interventor.

Así mismo, el Constructor deberá garantizar el tránsito y conservar la superficie de rodadura existente.

Si el proyecto exige el ensanche del afirmado existente, las fajas laterales se excavarán hasta el nivel de subrasante, dándole a ésta, posteriormente, el tratamiento indicado en el numeral 210.4.1.4.

En las zonas de ensanche de terraplenes, el talud existente se deberá cortar en forma escalonada de acuerdo con lo que establezcan los documentos del proyecto y las indicaciones del Interventor.

**210.4.1.8 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 de la excavación final.

Cuando sea preciso adoptar medidas especiales para la protección superficial del talud, tales como plantaciones superficiales, revestimientos, etc., bien porque estén previstas en el proyecto o porque sean ordenadas por el Interventor, estos trabajos se deberán realizar inmediatamente después de la excavación del talud.

En el caso de que los taludes presenten deterioro antes del recibo definitivo de las obras, el Constructor eliminará los materiales desprendidos o movidos y realizará urgentemente



las correcciones complementarias ordenadas por el Interventor. Si dicho deterioro es imputable a una mala ejecución de las excavaciones, el Constructor será responsable por los daños ocasionados y, por lo tanto, las correcciones se efectuarán a su costa.

#### **210.4.2 Excavación de canales**

La construcción de los canales, zanjas de drenaje, zanjas interceptoras y acequias, así como el mejoramiento de obras similares y cauces naturales se deberá efectuar de acuerdo con los alineamientos, secciones y cotas indicados en los planos o determinados por el Interventor. En general, en esta clase de obras la pendiente longitudinal no deberá ser menor de 0.25%, salvo que el Interventor dé una autorización en contrario por escrito. Las excavaciones serán iniciadas por el extremo aguas abajo de la obra.

Toda desviación de las cotas y secciones especificadas, especialmente si causa estancamiento del agua o erosión, deberá ser subsanada por el Constructor, a entera satisfacción del Interventor, y sin costo adicional para el Instituto Nacional de Vías.

#### **210.4.3 Disposición de materiales sobrantes provenientes de la excavación**

Los materiales sobrantes de la excavación deberán ser colocados de acuerdo con las instrucciones del Interventor y en zonas aprobadas por éste; se usarán de preferencia para el tendido de los taludes de terraplenes o para emparejar las zonas laterales de la vía. Se dispondrán en tal forma que no ocasionen ningún perjuicio al drenaje de la carretera o a los terrenos que ocupen, a la visibilidad en la vía ni a la estabilidad de los taludes o del terreno al lado y debajo de la carretera. Todos los materiales sobrantes se deberán extender y emparejar de tal modo que permitan el drenaje de las aguas alejándolas de la vía, sin estancamiento y sin causar erosión, y se deberán conformar para presentar una buena apariencia.

Cuando los materiales sobrantes no se puedan emplear en las obras del proyecto, se deberán transportar y disponer en vertederos conforme a lo indicado en los planos del proyecto, las especificaciones particulares o las instrucciones del Interventor y se deberá atender especialmente lo indicado en el Artículo 106, "Aspectos Ambientales".

**210.4.4 Excavación en zonas de préstamo**

Los materiales adicionales que se requieran para los terraplenes o rellenos del proyecto se obtendrán mediante el ensanche de las excavaciones del proyecto, si ello es posible y está autorizado, o de zonas de préstamo, previamente aprobadas por el Interventor.

En la excavación de préstamos se seguirá todo lo pertinente a los procedimientos de ejecución de las excavaciones de la explanación y canales.

**210.4.5 Sobre-excavación**

Se considerará como sobre-excavación, el retiro o ablandamiento de materiales, por fuera de los alineamientos o cotas indicados en los planos o aprobados especialmente por el Interventor. Las sobre- excavaciones no se pagarán y el Constructor estará obligado a ejecutar a su propia costa los rellenos necesarios por esta causa, de acuerdo con las especificaciones y la aprobación de la Interventoría.

Toda sobre-excavación que haga el Constructor, por negligencia o por conveniencia propia para la operación de sus equipos, correrá por su cuenta y el Interventor podrá suspenderla, si lo estima necesario, por razones técnicas o económicas. En estos casos, el Constructor deberá rellenar por su cuenta estas sobre-excavaciones con los materiales y procedimientos adecuados y aprobados por el Interventor de manera que se restauren las condiciones iniciales del sitio.

**210.4.6 Hallazgos arqueológicos, paleontológicos y de minerales de interés comercial o científico**

En caso de algún descubrimiento de ruinas prehistóricas, sitios de asentamientos indígenas o de época colonial, reliquias, fósiles, meteoritos u otros objetos de interés arqueológico, paleontológico o minerales de interés comercial o científico durante la ejecución de las obras, el Constructor tomará de inmediato medidas para suspender transitoriamente los trabajos en el sitio del descubrimiento y notificará al Interventor, quien dará aviso al Instituto Nacional de Vías y a la autoridad oficial que tenga a cargo la responsabilidad de investigar y evaluar dichos hallazgos. El Constructor, a pedido del Interventor, colaborará en su protección.

Cuando la investigación y evaluación de los hallazgos arqueológicos, paleontológicos y de minerales de interés comercial o científico retrase el avance de la obra, el Interventor deberá efectuar en conjunto con el Constructor, los ajustes pertinentes en el programa de trabajo.

#### **210.4.7 Limpieza final**

Al terminar los trabajos de excavación, el Constructor deberá limpiar y conformar las zonas laterales de la vía, las de préstamo y las de disposición de sobrantes, de acuerdo con lo que establezca el plan ambiental y las indicaciones del Interventor.

#### **210.4.8 Referencias topográficas**

Durante la ejecución de la excavación para explanación, canales y préstamos, el Constructor deberá mantener, sin alteración, todas las referencias topográficas y las marcas especiales para limitar las áreas de trabajo.

#### **210.4.9 Limitaciones en la ejecución**

Los trabajos de excavación de la explanación, canales y préstamos se deberán realizar en condiciones de luz solar. Sin embargo, cuando se requiera terminar el proyecto en un tiempo especificado por el INVÍAS o se deban evitar horas pico de tránsito público, el Interventor podrá autorizar el trabajo en horas de oscuridad, siempre y cuando el Constructor garantice el suministro y operación de un equipo de iluminación artificial que resulte satisfactorio para aquel. Si el Constructor no ofrece esta garantía, no se le permitirá el trabajo nocturno y deberá poner a disposición de la obra el equipo y el personal adicionales para completar el trabajo en el tiempo especificado, operando únicamente durante las horas de luz solar.

#### **210.4.10 Manejo ambiental**

Todas las labores de excavación de la explanación, canales y préstamos se realizarán teniendo en cuenta lo establecido en los estudios o evaluaciones ambientales del proyecto y las disposiciones vigentes sobre la conservación del medio ambiente y los recursos naturales.

En particular, se tendrán en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Cuando se estén efectuando las excavaciones, se deberá tener cuidado para que no se presenten depresiones y hundimientos que afecten el normal escurrimiento de las aguas superficiales;
- Los materiales sobrantes de las excavaciones se deberán disponer conforme lo establece el numeral 210.4.3;
- Si está previsto el revestimiento vegetal de los taludes con material de descapote, éste se deberá efectuar inmediatamente después de culminada la excavación;
- El material de descapote de las zonas de préstamo deberá ser cuidadosamente conservado para colocarlo de nuevo sobre el área excavada, reintegrándolo al paisaje.

## **210.5 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS**

---

### **210.5.1 Controles**

Durante la ejecución de los trabajos, se adelantarán los siguientes controles principales:

- Comprobar el estado y funcionamiento del equipo utilizado para la ejecución de los trabajos;
- Verificar la eficiencia y seguridad de los procedimientos de ejecución de los trabajos;
- Vigilar el cumplimiento de los programas de trabajo;
- Verificar el alineamiento, perfil y sección de las áreas excavadas;
- Comprobar que toda superficie para base de terraplén o subrasante mejorada quede limpia y libre de materia orgánica;
- Verificar la compactación del fondo de la excavación, cuando corresponda;

El Interventor verificará que el Constructor disponga de todos los permisos requeridos.

El Interventor medirá, para efectos de pago, el trabajo ejecutado por el Constructor de acuerdo con la presente especificación.

## **210.5.2 Condiciones específicas para el recibo y tolerancias**

### **210.5.2.1 Acabado**

El trabajo de excavación se dará por terminado cuando el alineamiento, el perfil y la sección estén de acuerdo con los planos del proyecto y las instrucciones del Interventor.

La distancia entre el eje del proyecto y el borde de la excavación, no será menor que la distancia señalada en los planos o modificada por el Interventor.

La cota de cualquier punto de la subrasante conformada y terminada no deberá variar en más de tres centímetros (3 cm) con respecto a la cota proyectada, medida verticalmente hacia abajo y, en ningún caso, la cota de subrasante podrá superar la cota del proyecto.

Las cotas de fondo de las cunetas, zanjas y canales no deberán diferir en más de tres centímetros (3 cm) de las proyectadas.

### **210.5.2.2 Compactación de la subrasante**

Para efectos de la verificación de la compactación de la subrasante que se especifica en el numeral 210.4.1.4.2, se define como "lote", que se aceptará o rechazará en conjunto, la menor área que resulte de aplicar los siguientes criterios:

- Quinientos metros lineales (500 m) de subrasante compactada en su ancho total;
- Tres mil quinientos metros cuadrados (3500 m<sup>2</sup>) de subrasante compactada;
- El área de subrasante compactada con los mismos equipos, en una jornada de trabajo.

Los sitios para la determinación de la densidad seca de la subrasante en el terreno se elegirán al azar, según la norma de ensayo INV E-730 “Selección al azar de sitios para la toma de muestras”, pero de manera que se realice al menos una (1) prueba por hectómetro. Se deberán efectuar, como mínimo, cinco (5) ensayos por lote.

Para el control de la compactación de la subrasante, se deberá calcular su grado de compactación a partir de los resultados de los ensayos de densidad en el terreno y del ensayo de relaciones humedad-peso unitario (ensayo de compactación), mediante la expresión que resulte aplicable entre las siguientes:

- Material sin sobretamaños:

$$GC_i = \frac{\gamma_{d,i}}{\gamma_{d,m\acute{a}x}} \times 100 \quad [210.1]$$

- Material con sobretamaños:

$$GC_i = \frac{\gamma_{d,i}}{C\gamma_{d,m\acute{a}x}} \times 100 \quad [210.2]$$

Siendo:

$GC_i$ : Valor individual del grado de compactación, en porcentaje;

$\gamma_{d,i}$ : Valor individual del peso unitario seco del material en el terreno, determinado por cualquier método aplicable de los descritos en las normas de ensayo INV E-161, E-162 y E-164, sin efectuar corrección de ella por presencia de sobretamaños de manera que corresponda a la muestra total,

$\gamma_{d,m\acute{a}x}$ : Valor del peso unitario seco máximo del material, obtenido sobre una muestra representativa del mismo según las normas de ensayo INV E-141 (ensayo

normal de compactación) o INV E-142 (ensayo modificado de compactación);

$C_{y_d, máx}$ : Valor del peso unitario seco máximo del material, obtenido sobre una muestra representativa del mismo según las normas de ensayo INV E-141 o INV E-142, y corregido por sobretamaños según la norma de ensayo INV E-143, numeral 3.1, de manera que corresponda a la muestra total;

Sobretamaños (fracción gruesa) (PFG): Porción de la muestra total retenida en el tamiz de control correspondiente al método utilizado para realizar el ensayo de compactación (normas INV E-141 o INV E-142).

El peso unitario seco máximo corregido del material ( $C_{y_d, máx}$ ) que se use para calcular el grado de compactación individual  $GC_i$  se obtendrá, para cada sitio, a partir del contenido de sobretamaños,  $P_{FG}$ , presente en ese sitio.

Si los documentos del proyecto no indican otra cosa, los criterios de aceptación serán los siguientes:

Para suelos de subrasante que clasifican como A-1, A-2-4 y A-3, el valor del peso unitario seco máximo se obtendrá según la norma de ensayo INV E-142 y el lote se acepta si:

$GC_i (90) \geq 95.0 \%$	[210.3]
--------------------------	---------

Para otros materiales de subrasante, el valor del peso unitario seco máximo se obtendrá según la norma de ensayo INV E-141 y el lote se acepta si:

$GC_i (90) \geq 100.0 \%$	[210.4]
---------------------------	---------

Siendo:

$GC_i (90)$ : Límite inferior del intervalo de confianza en el que, con una probabilidad del 90%, se encuentra el

valor promedio del grado de compactación del lote, en porcentaje; se calcula según el numeral 107.3.1.3 del Artículo 107, “Control y aceptación de los trabajos”, a partir de los valores individuales del grado de compactación  $GC_i$ .

Las verificaciones de compactación se deberán efectuar en todo el espesor de la subrasante.

Los lotes que no alcancen las condiciones mínimas de compactación deberán ser escarificados, homogenizados, llevados a la humedad adecuada y compactados nuevamente hasta obtener el valor de la densidad seca especificada.

## **210.6 MEDIDA**

---

La unidad de medida será el metro cúbico ( $m^3$ ), aproximado al metro cúbico completo, de material excavado en su posición original. El resultado de la medida se deberá reportar con la aproximación establecida, empleando el método de redondeo de la norma INV E-823.

Todas las excavaciones para explanación, canales y préstamos serán medidas por volumen ejecutado, con base en las áreas de corte de las secciones transversales del proyecto, original o modificado, verificadas por el Interventor antes y después de ser ejecutado el trabajo de excavación.

Si el Constructor modifica el perfil de la excavación antes de que el Interventor realice la medición, se deberá atener a lo que unilateralmente éste determine.

No se medirán las excavaciones que el Constructor haya efectuado por negligencia o por conveniencia por fuera de las líneas de pago del proyecto o las autorizadas por el Interventor. Si dicha sobre-excavación se efectúa en la subrasante o en una calzada existente, el Constructor deberá rellenar y compactar los respectivos espacios sin costo adicional para el INVÍAS, usando materiales y procedimientos aceptados por el Interventor.

En las zonas de préstamo, solamente se medirán en su posición original los materiales efectivamente utilizados en la construcción de terraplenes y pedraplenes; alternativamente, se podrá establecer la medición de los volúmenes de materiales de préstamo utilizados, en su posición final en la vía, reduciéndolos a su posición original mediante relación de densidades secas determinadas por el Interventor,



teniendo en cuenta la corrección de partículas gruesas establecida por la norma INV E-228, siempre que ella se requiera.

No se medirán ni se autorizarán pagos para los volúmenes de material removido de derrumbes, durante los trabajos de excavación de taludes cuando, a juicio del Interventor, ellos fueren causados por procedimientos inadecuados o por negligencia del Constructor.

### **210.7 FORMA DE PAGO**

---

El trabajo de excavación se pagará al precio unitario del contrato por toda obra ejecutada de acuerdo con el proyecto o las instrucciones del Interventor, para la respectiva clase de excavación ejecutada satisfactoriamente y aceptada por éste.

El precio unitario para la excavación deberá cubrir todos los costos por concepto de excavación, remoción, cargue, acarreo libre, y descargue en la zona de utilización o desecho. Se deberá considerar la mano de obra, equipos, herramientas utilizadas y los costos de administración, imprevistos y utilidad del Constructor.

Deberá cubrir, además, los costos de conformación y protección de la subrasante; los costos de compactación de la subrasante cuando corresponda, según se indica en el numeral 210.4.1.4.2; la conformación de las zonas laterales y las de préstamo y disposición de sobrantes; los costos de perforación en roca, precortes, explosivos y voladuras; la excavación de zanjas u obras similares y el mejoramiento de esas mismas obras o de cauces naturales; y la limpieza final.

El Constructor deberá considerar, en relación con los explosivos, todos los costos que implican su adquisición, transporte, escoltas, almacenamiento, vigilancia, manejo y control, hasta el sitio e instante de utilización.

En las zonas del proyecto donde se deba realizar trabajo de descapote, el precio unitario deberá cubrir el almacenamiento de los materiales necesarios para las obras; y, cuando ellos se acordonen a lo largo de futuros terraplenes, su posterior traslado y extensión sobre los taludes de éstos, así como el traslado y extensión sobre los taludes de los cortes donde esté proyectada su utilización.

Si el material excavado es roca, el precio unitario deberá cubrir su eventual almacenamiento para uso posterior, en las cantidades y sitios señalados por el Interventor. De los volúmenes de excavación se descontarán, para fines de pago, aquellos que se empleen en la construcción de mamposterías; concretos; filtros; y subbases, bases y capas de rodadura tanto de pavimentos asfálticos como de pavimentos rígidos.

En los proyectos de ensanche o de modificación del alineamiento de calzadas existentes, donde se debe garantizar el tránsito, el Constructor deberá considerar en su precio unitario la señalización preventiva de la vía y el ordenamiento del tránsito automotor durante la ejecución de los trabajos, así como todos los costos por concepto de la conservación de la superficie de rodadura existente.

El precio unitario para excavación de préstamos deberá cubrir todos los costos de desmonte, limpieza y descapote, entendiéndose en este caso como descapote la remoción necesaria de material para acceder al estrato apto de las zonas de préstamo; la excavación, cargue, acarreo libre y descargue de los materiales de préstamo efectivamente utilizados en la construcción de terraplenes o pedraplenes; los costos de adquisición, obtención de permisos y derechos de explotación y de alquiler de las fuentes de materiales de préstamo; el drenaje de las zonas de préstamo; y los costos de adecuación paisajística de las zonas de préstamo para recuperar las características hidrológicas al terminar su explotación y demás requisitos establecidos en el Artículo 106, "Aspectos Ambientales".

El precio unitario deberá incluir los costos de administración e imprevistos y la utilidad del Constructor.

No habrá pago por las excavaciones y disposición o desecho de los materiales no utilizados que hayan sido obtenidos en las zonas de préstamo.

El transporte de los materiales provenientes de las excavaciones a una distancia mayor a cien metros (100 m) de acarreo libre se medirá y pagará de acuerdo con el Artículo 900, "Transporte de materiales provenientes de excavaciones y derrumbes".

## 210.8 ÍTEM DE PAGO

### Alternativa I – Excavación sin clasificar

210.1.1	Excavación sin clasificar de la explanación y canales	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )
210.1.2	Excavación sin clasificar de préstamos	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )

### Alternativa II– Excavación clasificada

210.2.1	Excavación en roca de la explanación y canales	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )
210.2.2	Excavación en material común de la explanación y canales	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )

210.2.3	Excavación en roca de préstamos	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )
210.2.4	Excavación en material común de préstamos	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

## REMOCIÓN DE DERRUMBES

### ARTÍCULO 211 – 13

#### 211.1 DESCRIPCIÓN

---

##### 211.1.1 Generalidades

Este trabajo consiste en la remoción, desecho y disposición o en la remoción, cargue, transporte hasta la distancia de acarreo libre, descargue y disposición de los materiales provenientes del desplazamiento de taludes o del terreno natural, depositados sobre una vía existente o en construcción, y que se convierten en obstáculo para la utilización normal de la vía o para la ejecución de las obras.

El trabajo se hará de acuerdo con esta especificación y las instrucciones del Interventor, quien exigirá su aplicación desde la entrega de la vía al Constructor hasta su recibo definitivo.

##### 211.1.2 Clasificación

Si el derrumbe se produce durante la ejecución de los cortes proyectados y dentro de sus límites, su remoción se medirá y pagará de acuerdo con el Artículo 210, "Excavación de la Explanación, Canales y Préstamos"; si procede de áreas fuera de los cortes proyectados o si ocurre antes o después de ejecutarse los trabajos de excavación, se medirá y pagará de acuerdo con la presente especificación.

Para efectos de esta clasificación se considera terminado el trabajo de corte cuando la explanación está acabada de acuerdo con los planos y especificaciones y a satisfacción del Interventor.

#### 211.2 MATERIALES

---

Los materiales por remover serán los provenientes del derrumbe.

#### 211.3 EQUIPO

---

Los equipos para la remoción de derrumbes estarán sujetos a la aprobación del Interventor y deberán ser suficientes para garantizar el cumplimiento de esta especificación y del programa de trabajo.

## **211.4 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS**

---

### **211.4.1 Remoción del derrumbe**

El Constructor deberá emprender el trabajo en los sitios afectados de la vía, cuando lo solicite el Interventor.

Cuando ocurra un derrumbe, el Constructor deberá colocar inmediatamente señales que indiquen, durante el día y la noche, la presencia del obstáculo de acuerdo con la disposiciones vigentes del Ministerio de Transporte y del Instituto Nacional de Vías; así mismo, será el responsable de mantener la vía transitable.

La remoción del derrumbe se efectuará en las zonas indicadas por el Interventor 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, subrasantes, subbases, bases y pavimentos terminados, se deberá extraer con las precauciones necesarias, sin causar daños a las obras, las cuales se deberán limpiar totalmente.

Todo daño atribuible por el Interventor a descuido o negligencia del Constructor será reparado por éste, sin costo alguno para el Instituto Nacional de Vías.

Los materiales provenientes de los derrumbes se deberán disponer de la misma manera que el material sobrante de las excavaciones, conforme se determina en el Artículo 210, "Excavación de la Explanación, Canales y Préstamos".

### **211.4.2 Limitaciones en la ejecución**

Los trabajos de remoción de derrumbes no se deberán realizar en momentos de lluvia.

Los trabajos de remoción de derrumbes se deberán realizar en condiciones de luz solar. Sin embargo, cuando se requiera terminar el proyecto en un tiempo especificado por el INVÍAS o se deban evitar horas pico de tránsito público, el Interventor podrá autorizar el trabajo en horas de oscuridad, siempre y cuando el Constructor garantice el suministro y operación de un equipo de iluminación artificial que resulte satisfactorio

para aquel. Si el Constructor no ofrece esta garantía, no se le permitirá el trabajo nocturno y deberá poner a disposición de la obra el equipo y el personal adicionales para completar el trabajo en el tiempo especificado, operando únicamente durante las horas de luz solar.

#### **211.4.3 Manejo ambiental**

A pesar de la urgencia con la cual se debe desarrollar generalmente esta actividad, ella se deberá adelantar en cumplimiento de las disposiciones vigentes sobre la conservación del medio ambiente y los recursos naturales.

En particular, se evitará verter los materiales provenientes del derrumbe en cursos o láminas de agua o en áreas habitadas.

### **211.5 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS**

---

#### **211.5.1 Controles**

Durante la ejecución de los trabajos, se adelantarán los siguientes controles principales:

- Comprobar el estado y funcionamiento del equipo empleado en la ejecución de los trabajos;
- Verificar la eficiencia y seguridad de los procedimientos de ejecución de los trabajos;
- Comprobar que la disposición de los materiales provenientes del derrumbe se ajuste a las exigencias de estas especificaciones y a las disposiciones legales vigentes;

El Interventor medirá, para efectos de pago, el trabajo ejecutado por el Constructor de acuerdo con la presente especificación.

#### **211.5.2 Condiciones específicas para el recibo y tolerancias**

El trabajo de remoción de derrumbes será aceptado cuando se ejecute de acuerdo con esta especificación y con las indicaciones del Interventor y se complete a satisfacción de éste.

La remoción del derrumbe se considerará completa cuando la vía quede limpia y libre de obstáculos y las obras de drenaje funcionen normalmente.

## **211.6 MEDIDA**

---

La unidad de medida para la remoción de derrumbes será el metro cúbico (m<sup>3</sup>), aproximado al metro cúbico completo, de material efectivamente retirado de cualquier parte de la vía.

El volumen de material removido, desechado y dispuesto se medirá en estado suelto, verificado por el Interventor con base en el número de viajes transportados.

No se determinarán los volúmenes de derrumbes que, a juicio del Interventor, fueren causados por procedimientos inadecuados o por negligencia del Constructor.

## **211.7 FORMA DE PAGO**

---

La remoción de derrumbes se pagará al precio unitario del contrato, por todo trabajo ejecutado satisfactoriamente, de acuerdo con la presente especificación y aceptado por el Interventor.

El precio unitario deberá cubrir todos los costos por concepto de remoción, cargue, transporte hasta la distancia de acarreo libre de cien metros (100 m), descargue, desecho y disposición de cualquier material; deberá incluir, también, los costos por mano de obra, señalización preventiva de la vía, control del tránsito automotor, limpieza y restablecimiento del funcionamiento de las obras de drenaje obstruidas por los materiales de derrumbe.

No se autorizarán pagos para los volúmenes de material de derrumbes, si los materiales se descargan sobre obras del proyecto o en áreas no autorizadas por el Interventor.

Tampoco se autorizarán pagos para los volúmenes de material de derrumbes, causados por procedimientos inadecuados o negligencia del Constructor.

El precio unitario deberá incluir los costos de administración e imprevistos y la utilidad del Constructor.

El transporte de material de derrumbe a una distancia mayor de cien metros (100 m) de acarreo libre, se medirá y pagará de acuerdo con el Artículo 900, "Transporte de Materiales provenientes de excavaciones y derrumbes".

### 211.8 ÍTEM DE PAGO

---

211.1 Remoción de derrumbes

Metro cúbico (m<sup>3</sup>)

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS



## CONFORMACIÓN DE LA CALZADA EXISTENTE

### ARTÍCULO 310 – 13

#### 310.1 DESCRIPCIÓN

---

Este trabajo consiste en la escarificación, la conformación, la nivelación y la compactación del afirmado existente, con o sin adición de material de afirmado o de sub-base granular; así como la conformación o reconstrucción de cunetas.

#### 310.2 MATERIALES

---

Se aprovecharán los materiales del afirmado existente que cumplan con los requisitos de calidad estipulados en el Artículo 311 para afirmados y en el Artículo 320 para sub-bases granulares.

En el caso de que sea necesaria la adición de nuevo material, éste deberá cumplir con los requisitos de calidad señalados en el Artículo 311 para afirmados o en el Artículo 320 para sub-bases, según los alcances del proyecto.

#### 310.3 EQUIPO

---

Rige lo indicado en el numeral 300.3 del Artículo 300, “Disposiciones generales para la ejecución de afirmados, sub-bases y bases granulares y estabilizadas”.

Normalmente, el equipo requerido para la conformación de la calzada incluye elementos para la explotación de materiales, eventualmente una planta de trituración, unidad clasificadora, equipos para mezclado, cargue, transporte, extensión, humedecimiento y compactación del material, así como herramientas menores.

#### 310.4 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

---

##### 310.4.1 Explotación de materiales y elaboración de agregados

Se aplica lo indicado en el numeral 300.4.1 del Artículo 300.

**310.4.2 Mejoramiento del afirmado**

Los materiales existentes que no cumplan con los requisitos de calidad establecidos en los Artículos 311 o 320, según corresponda, se escarificarán en el espesor ordenado por el Interventor, se retirarán, transportarán, depositarán y conformarán en los sitios destinados para disposición de sobrantes o desechos de acuerdo con estas especificaciones o lo dispuesto por el Interventor.

Cuando el material del afirmado existente cumpla con los requisitos de calidad establecidos en los Artículos 311 o 320, según corresponda, se deberá escarificar, conformar, humedecer o secar y compactar de acuerdo con lo especificado en esos Artículos, ya sea con o sin adición de material. La escarificación del afirmado existente se realizará necesariamente cuando no se requiera adicionar material o cuando el espesor de la capa compacta de material por adicionar sea inferior a diez centímetros (10 cm).

Para el caso de capas adicionales con espesores compactados iguales o superiores a diez centímetros (10 cm), la escarificación sólo se realizará cuando haya necesidad de efectuar el reemplazo de material de afirmado existente que no cumpla con los requisitos de calidad establecidos en los Artículos 311 o 320, según corresponda salvo que, por circunstancias especiales, el Interventor determine lo contrario.

El material por utilizar en la adición o en el reemplazo de material inadecuado, deberá cumplir también lo especificado en los Artículos 311 o 320 para afirmados o sub-bases granulares, según lo indique el proyecto.

En el mejoramiento del afirmado no deberán aparecer depresiones ni angostamientos que afecten la superficie de rodadura contemplada en el alineamiento y en las secciones típicas del proyecto.

Una vez conformada la calzada existente, el Constructor deberá conservarla con la planicidad y el perfil correctos, hasta que proceda a la construcción de la capa superior. Cualquier deterioro que se produzca por causa diferente a fuerza mayor deberá ser corregido por el Constructor sin costo adicional para el Instituto Nacional de Vías, a plena satisfacción del Interventor.

### 310.4.3 Cunetas y ensanches

La conformación o reconstrucción de cunetas, así como la construcción de ensanches menores, se harán de acuerdo con las secciones, pendientes transversales y cotas indicadas en los planos o determinadas por el Interventor y con lo especificado en los artículos correspondientes a excavaciones y terraplenes.

Los procedimientos requeridos para cumplir la presente especificación deberán incluir la excavación, el cargue, el transporte y la disposición de los materiales no utilizables y la conformación de los materiales que sean utilizables, para obtener la sección típica proyectada.

El mejoramiento de cunetas y los ensanches deberán avanzar coordinadamente con la construcción de las demás obras del proyecto.

### 310.4.4 Manejo ambiental

Rige lo indicado en el numeral 300.4.8 del Artículo 300.

## 310.5 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS

---

### 310.5.1 Controles

Se aplica todo lo que resulte pertinente del numeral 300.5.1 del Artículo 300.

### 310.5.2 Condiciones específicas para el recibo y tolerancias

Los trabajos de conformación de la calzada se deberán ajustar a los planos y secciones del proyecto y las instrucciones del Interventor. Su pendiente transversal deberá ser la especificada en el numeral 311.4.5 del Artículo 311, "Afirmado".

Las cunetas deberán quedar funcionando adecuadamente y libres de todo material de desecho.

En los casos en que se requiera adición de material, la verificación de su calidad se efectuará de acuerdo con lo establecido en el Artículo 311, "Afirmado", o en el Artículo 320, "Sub-base granular", según se haya incorporado material de afirmado o de sub-base granular, respectivamente.

El control de compactación se ajustará a lo establecido en el numeral 311.5.2.2.2 del Artículo 311, "Afirmado".

El trabajo se considerará terminado cuando el Interventor verifique y acepte que el Constructor se ha ceñido a lo establecido en los documentos y planos del proyecto y a lo ordenado por aquel.

### **310.6 MEDIDA**

---

La unidad de medida para la conformación de la calzada, será el metro cuadrado ( $m^2$ ), aproximado al entero, de trabajo realizado de acuerdo con esta especificación y a satisfacción del Interventor en el área definida por éste.

El resultado de la medida se deberá reportar con la aproximación establecida, empleando el método de redondeo de la norma INV E-823.

No se medirá, para efectos de pago, ningún área por fuera de los límites indicados en los documentos del proyecto o autorizados por el Interventor.

### **310.7 FORMA DE PAGO**

---

El pago se hará al respectivo precio unitario del contrato por toda área de calzada conformada a plena satisfacción del Interventor.

El precio unitario deberá cubrir todos los costos de excavación de cunetas y ensanches menores en corte, hasta un máximo de cincuenta metros cúbicos ( $50 m^3$ ) entre estaciones de cincuenta metros (50 m) del abscisado del proyecto, excavados a un solo lado de la vía; el cargue, el transporte de los materiales excavados hasta los sitios de utilización y desecho; la escarificación, el cargue, el transporte y el desecho en sitios aprobados de los materiales inadecuados de la calzada existente; la escarificación, la conformación, el humedecimiento o el secamiento y la compactación de los materiales apropiados de la calzada existente, de acuerdo con las secciones típicas del proyecto, con o sin adición de material.

El precio unitario deberá incluir los costos de administración e imprevistos y la utilidad del Constructor.

Habrá pago por separado por excavaciones de volumen superior al señalado en el segundo párrafo de este numeral, los cuales se reconocerán de acuerdo con el Artículo 210, "Excavación de la explanación, canales y préstamos", así como por el

suministro, el transporte y la colocación de los materiales requeridos de afirmado y sub-base granular, los cuales se reconocerán de acuerdo con los Artículos 311, “Afirmado” y Artículo 320, “Sub-base granular”.

### 310.8 ÍTEM DE PAGO

---

310.1	Conformación de la calzada existente	Metro cuadrado (m <sup>2</sup> )
-------	--------------------------------------	----------------------------------

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

## CONCRETO ESTRUCTURAL

### ARTÍCULO 630 – 13

#### 630.1 DESCRIPCIÓN

---

Este trabajo consiste en el suministro de materiales, fabricación, transporte, colocación, vibrado, curado y acabado de los concretos de cemento hidráulico, utilizados para la construcción de puentes, estructuras de drenaje, muros de contención y estructuras en general, de acuerdo con los planos y demás documentos del proyecto y las instrucciones del Interventor.

No se consideran los pavimentos de concreto hidráulico, las bases de concreto hidráulico y los adoquines de concreto, los cuales se encuentran contemplados en los Artículos 500, 505 y 510, respectivamente.

#### 630.2 MATERIALES

---

##### 630.2.1 Cemento

El cemento utilizado será hidráulico, de marca aprobada oficialmente, el cual deberá cumplir lo indicado en el Artículo 501. Si los documentos del proyecto o una especificación particular no señalan algo diferente, se empleará cemento hidráulico de uso general: Portland tipo I (norma ASTM C-150); tipo IS o IP (norma ASTM C595); o tipo GU (norma ASTM C1157).

El Constructor deberá presentar los resultados de todos los ensayos físicos y químicos relacionados con el cemento, como parte del diseño de la mezcla.

Si por alguna razón el cemento ha fraguado parcialmente o contiene terrones del producto endurecido, no podrá ser utilizado. Tampoco se permitirá el empleo de cemento extraído de bolsas usadas en jornadas anteriores.

##### 630.2.2 Agregados

###### 630.2.2.1 Agregado fino

Se considera como tal, a la fracción que pase el tamiz de 4.75 mm (No. 4). Provenirá de arenas naturales o de la trituration

de rocas, gravas, escorias siderúrgicas u otro producto que resulte adecuado, a juicio del Interventor. El porcentaje de arena de trituración no podrá constituir más del treinta por ciento (30 %) del agregado fino.

El agregado fino deberá cumplir los requisitos que se indican en la Tabla 630 - 1 y su gradación se deberá ajustar a la indicada en la Tabla 630 - 2.

En ningún caso, el agregado fino podrá tener más de cuarenta y cinco por ciento (45 %) de material retenido entre dos tamices consecutivos de los mostrados en la Tabla 630-2. Además, el módulo de finura deberá estar entre 2.3 y 3.1.

Durante el período de construcción no se permitirán variaciones mayores de dos décimas (0.2) en el módulo de finura, con respecto al valor correspondiente a la curva adoptada para la fórmula de trabajo.

Los porcentajes mínimos de material que pasan los tamices de 0.3 mm (No. 50) y de 0.15 mm (No. 100) indicados en la Tabla 630 – 2 pueden reducirse a 5 y 0 respectivamente en los siguientes casos:

- El agregado fino va a ser usado en un concreto con aire incluido que tenga más de 237 kilogramos de cemento por metro cúbico; se considera que un concreto con aire incluido es aquel se elabora con un cemento con inclusor de aire o que tiene un aditivo inclusor de aire, y que el contenido de aire incluido es 3.5 % como mínimo.
- El agregado fino va a ser usado en un concreto sin aire incluido que tenga más de 297 kilogramos de cemento por metro cúbico.

Un agregado fino que no cumpla los requisitos de granulometría y módulo de finura especificados en este numeral, puede ser aceptado si se demuestra, a juicio del Interventor que hay una evidencia adecuada de comportamiento satisfactorio de concretos del mismo tipo y para el mismo uso, construidos con ese agregado.

Tabla 630 – 1. Requisitos del agregado fino para concreto estructural

CARACTERÍSTICA	NORMA DE ENSAYO INV	REQUISITO
<b>Durabilidad (O)</b>		
Pérdidas en el ensayo de solidez en sulfatos, máximo (%)	E-220	10 15
- Sulfato de sodio		
- Sulfato de magnesio		
<b>Limpieza (F)</b>		
Límite líquido, máximo (%)	E-125	-
Índice de plasticidad (%)	E-125 y E-126	No plástico
Equivalente de arena, mínimo (%)	E-133	60
Valor de azul de metileno, máximo	E-235	5
Terrones de arcilla y partículas deleznales, máximo (%)	E-211	1
Partículas livianas, máximo (%)	E-221	0.5
Material que pasa el tamiz de 75 µm (No. 200), máximo (%)	E-214	5
<b>Contenido de materia orgánica (F)</b>		
Color más oscuro permisible	INV E-212	Igual a Muestra patrón
<b>Características químicas (O)</b>		
Contenido de sulfatos, expresado como SO <sub>4</sub> <sup>=</sup> , máximo (%)	INV E-233	1.2
<b>Absorción (O)</b>		
Absorción de agua, máximo (%)	E-222	4

Tabla 630 – 2. Granulometría del agregado fino para concreto estructural

TIPO DE GRADACIÓN	TAMIZ (mm / U.S. Standard)						
	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15
	3/8"	No. 4	No. 8	No. 16	No. 30	No. 50	No. 100
PORCENTAJE QUE PASA (%)							
UNICA	100	95-100	80-100	50-85	25-60	10-30	2-10

### 630.2.2.2 Agregado grueso

Para el objeto del presente Artículo, se denominará agregado grueso la porción del agregado retenida en el tamiz 4.75 mm (No. 4). Dicho agregado deberá proceder de la trituration de



roca o de grava o por una combinación de ambas; sus fragmentos deberán ser limpios, resistentes y durables, sin exceso de partículas planas, alargadas, blandas o desintegrables. Estará exento de polvo, tierra, terrones de arcilla u otras sustancias objetables que puedan afectar adversamente la calidad de la mezcla. No se permitirá la utilización de agregado grueso proveniente de escorias de alto horno.

El agregado grueso deberá cumplir los requisitos que se indican en la Tabla 630 - 3 y su gradación se deberá ajustar a alguna de las indicadas en la Tabla 630 - 4. La gradación por utilizar será la especificada en los documentos del proyecto para cada clase de concreto, cuyo tamaño máximo dependerá de la estructura de que se trate, la separación del refuerzo y la clase de concreto especificado.

La curva granulométrica obtenida al mezclar los agregados grueso y fino en el diseño y construcción del concreto, deberá ser continua y asemejarse a las teóricas obtenidas al aplicar las fórmulas de Fuller o Bolomey.

Tabla 630 – 3. Requisitos del agregado grueso para concreto estructural

REQUISITO	NORMA DE ENSAYO INV	REQUISITO
<b>Dureza (O)</b>		
Desgaste en la máquina de los Ángeles, máximo (%)	E-218	40
- En seco, 500 revoluciones, máximo (%)		
- En seco, 100 revoluciones, máximo (%)		
<b>Durabilidad (O)</b>		
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos, máximo (%) (Nota 1)	E-220	12
- Sulfato de sodio		
- Sulfato de magnesio		18
<b>Limpieza (F)</b>		
Terrones de arcilla y partículas deleznable, máximo (%)	E-211	0.25
Partículas livianas, máximo (%)	E-221	1.0
<b>Geometría de las partículas (F)</b>		
Índice de alargamiento, máximo (%)	E-230	25
Índice de aplanamiento, máximo (%)	E-230	25
<b>Características químicas (O)</b>		
Contenido de sulfatos, expresado como $SO_4^{=}$ , máximo (%)	E-233	1.0

Tabla 630-4. Franjas granulométricas de agregado grueso para concreto estructural

TIPO DE GRADACIÓN	TAMIZ (mm / U.S. Standard)								
	63	50	37.5	25.0	19.0	12.5	9.5	4.75	2.36
	2,5 "	2"	1 1/2 "	1 "	3/4 "	1/2 "	3/8 "	No. 4	No. 8
PORCENTAJE QUE PASA (%)									
AG-19	-	-	-	-	100	90-100	40-70	0-15	0-5
AG-25	-	-	-	100	95-100	-	20-55	0-10	0-5
AG-38	-	-	100	95-100	-	25-60	-	0-10	0-5
AG-50-1	-	100	95-100	-	35-70	-	10-30	0-5	-
AG-63-1	100	95-100	-	35-70	-	10-30	-	0-5	-
AG-50-2	-	100	90-100	20-55	0-15	-	0-5	-	-
AG-63-2	100	95-100	35-70	0-15	-	0-5	-	-	-

### 630.2.2.3 Reactividad

Para evaluar el potencial de que se presenten expansiones perjudiciales en el concreto debido a la reactividad de los agregados con los álcalis del cemento (reactividad álcali-sílice o álcali-carbonatos), se deberán seguir los lineamientos de las normas ASTM C33 y NTC 174.

#### 630.2.2.3.1 Evaluación de estructuras en servicio comparables

Como criterio para calificar la reactividad potencial, deberá prevalecer, de preferencia, la evaluación de estructuras en servicio que sean comparables; las estructuras deben haber sido construidas empleando los mismos agregados y el mismo cemento y deben tener, en general, al menos 10 años de servicio bajo condiciones de exposición suficientemente similares a las de la nueva estructura que se va a construir.

Para estructuras que estén diseñadas para períodos de diseño especialmente largos, o si los resultados de ensayos de laboratorio muestran que los agregados pueden ser perjudicialmente reactivos,

las estructuras en servicio que sean comparables deberán tener más de 20 años.

#### 630.2.2.3.2 Inspección petrográfica

La inspección petrográfica para determinar si los agregados contienen sustancias que potencialmente pueden ser perjudicialmente reactivas y en qué cantidades están presentes, se deberá realizar siguiendo las normas ASTM C195 y NTC 3773.

#### 630.2.2.3.3 Reactividad álcali-sílice

Los agregados fino y grueso no deberán presentar reactividad potencial del sílice presente en ellos con los álcalis del cemento. Se considera que el agregado es potencialmente reactivo, si al determinar su concentración de  $\text{SiO}_2$  y la reducción de alcalinidad R, mediante la norma INV E-234, se obtienen los siguientes resultados:

$\text{SiO}_2 > R$	cuando $R \geq 70$	[630.1]
--------------------	--------------------	---------

$\text{SiO}_2 > 35 + 0.5 R$	cuando $R < 70$	[630.2]
-----------------------------	-----------------	---------

Si en la mezcla se emplean arenas provenientes de escorias siderúrgicas, se comprobará que no contengan silicatos inestables ni compuestos ferrosos.

Si el agregado califica como potencialmente reactivo con base en los criterios anteriores, no debe ser utilizado en la producción de concretos, a no ser que se demuestre que no es nocivo para el concreto con base en evaluaciones complementarias, como las indicadas en el apéndice de la especificación

ASTM C33, en especial las que hacen referencia a las normas ASTM C 227 y C 1260.

#### **630.2.2.3.4 Reactividad álcali-carbonatos**

Los carbonatos presentes en los agregados fino y grueso no deberán presentar reactividad potencial con los álcalis del cemento. Aunque los agregados que pueden desarrollar potenciales reacciones perjudiciales álcali-carbonatos son poco frecuentes y rara vez hacen parte de los agregados con los cuales se elabora el concreto, si hay sospecha de su existencia se recurrirá a las normas de ensayo ASTM C 586 o ASTM C 1105 para calificar su potencial reactivo.

#### **630.2.2.4 Agregado ciclópeo**

El agregado ciclópeo será roca triturada o canto rodado de buena calidad. El agregado será preferiblemente angular y su forma tenderá a ser cúbica. La relación entre las dimensiones mayor y menor de cada piedra no será mayor que dos a uno (2:1).

El tamaño máximo admisible del agregado ciclópeo dependerá del espesor y del volumen de la estructura de la cual formará parte. En cabezales, aletas y obras similares con espesor no mayor de ochenta centímetros (80 cm), se admitirán agregados ciclópeos con dimensión máxima de treinta centímetros (30 cm). En estructuras de mayor espesor se podrán emplear agregados de mayor tamaño, previa autorización del Interventor y con las limitaciones establecidas en el numeral 630.4.8.3.

El material constitutivo del agregado ciclópeo no podrá presentar un desgaste mayor de cincuenta por ciento (50 %), al ser sometido a la prueba de Los Ángeles, gradación E, según la norma de ensayo INV E-219.

**630.2.3 Agua**

El agua que se emplee para las mezclas de concreto hidráulico deberá ser limpia y libre de aceites, ácidos, azúcar, materia orgánica y cualquier otra sustancia perjudicial al concreto terminado. En general, se considera adecuada el agua potable y ella se podrá emplear sin necesidad de realizar ensayos de calificación.

Cuando se empleen otras fuentes o cuando se mezcle agua de dos o más procedencias, el agua deberá ser calificada mediante ensayos. Los requisitos primarios para esta calificación serán los incluidos en la Tabla 630 - 5.

Tabla 630 -5.Requisitos para el agua de mezcla

PROPIEDAD	NORMA DE ENSAYO	LÍMITES
pH	ASTM D 1293	5.5 – 8.5
Resistencia a compresión, % mínimo en control a 7 días	INV E-410	90
Tiempo de fraguado, desviación respecto del tiempo de control (horas:minutos)	ASTM C 403	de 1:00 inicial a 1:30 final

El requisito de resistencia a compresión se refiere al porcentaje mínimo de resistencia a compresión a veintiocho (28) días de una mezcla de concreto con el agua que se desea emplear, respecto de otra elaborada con los mismos agregados y cemento, en las mismas proporciones, pero empleando un agua calificada, pudiéndose emplear agua destilada para este fin.

En relación con el requisito sobre tiempo de fraguado, las medidas se realizarán mediante la resistencia a penetración de morteros extraídos de muestras de concreto, elaboradas como se describió en el párrafo anterior.

Los requisitos que se muestran en la Tabla 630-6 se consideran opcionales y sirven solamente para que el productor de la mezcla mantenga documentada la química y el contenido del agua de mezclado, salvo que los documentos del proyecto o una especificación particular invoquen el cumplimiento de uno o más de ellos.

Tabla 630 – 6.Límites químicos opcionales para el agua de mezclado

CONTAMINANTE	NORMA DE ENSAYO	LÍMITE MÁXIMO (ppm) (Nota 2)
Ión Cloro ( Cl <sup>-</sup> )	ASTM C 114	1000
Sulfatos ( SO <sub>4</sub> <sup>=</sup> )	ASTM C 114	3000
Álcalis como ( Na <sub>2</sub> O + 0.658 K <sub>2</sub> O )	ASTM C 114 (Nota 1)	600
Sólidos totales por masa	ASTM C 1603	5000

Nota 1: Se pueden emplear también las normas ASTM D 4191 y ASTM D 4192

Nota 2: ppm corresponde a partes por millón

#### 630.2.4 Aditivos

Se podrán usar aditivos de reconocida calidad para modificar las propiedades del concreto, con el fin de que sea más adecuado para las condiciones particulares de la estructura por construir. Su empleo se deberá definir por medio de ensayos efectuados con antelación a la obra, con dosificaciones que garanticen el efecto deseado, sin perturbar las propiedades restantes de la mezcla.

Los aditivos y adiciones deberán estar libres de sustancias que, por su naturaleza o cantidad, afecten la resistencia o la durabilidad del concreto, armaduras, aceros de alta resistencia u otros elementos insertados.

Especialmente, se deberá evitar el uso de aditivos que, por su alto contenido de cloruros, pudieran acelerar la corrosión del acero de alta resistencia para el concreto pre-tensado o post-tensado.

Los aditivos reductores de agua y para control de fraguado deberán cumplir los requisitos de la norma ASTM C-494; los inclusores de aire cumplirán las exigencias de la norma ASTM C-260 y los puzolánicos habrán de satisfacer las exigencias de la norma ASTM C-618.

El uso del aditivo será responsabilidad directa del Constructor, así haya sido aprobado por el Interventor.

#### 630.2.5 Productos para el curado del concreto

El curado del concreto se podrá llevar a cabo por medio de:

- Humedad.
- Cubrimiento con películas líquidas.
- Cubrimiento con membranas.

**630.2.5.1 Curado por humedad**

Si el curado se realiza mediante humedad, el agua utilizada deberá cumplir los requisitos establecidos en el numeral 630.2.3. El material de cobertura podrá ser tela de fique o algodón, arena u otro producto de alta retención de humedad.

**630.2.5.2 Cubrimiento con películas líquidas**

Para el recubrimiento con películas líquidas, se empleará un producto de reconocida calidad que, aplicado mediante aspersión sobre la superficie de la estructura, genere una película que garantice el correcto curado de ésta. Deberá ser de un color claro para reflejar la luz y deberá permitir la verificación de la homogeneidad del vaciado de la mezcla.

La efectividad de los productos de curado se debe demostrar mediante experiencias previas exitosas o ensayos al inicio de la colocación del concreto. Deberán cumplir con la especificación ASTM C 309, tipo 2 clase B, o clase A sólo si la base es de parafina.

**630.2.5.3 Cubrimiento con membranas.**

Las láminas de curado pueden ser de polietileno blanco o de papel de curado, que cumplan con la especificación ASTM C 171.

**630.2.6 Clases de concreto**

Los documentos del proyecto definirán las diferentes clases del concreto. Cada clase de concreto deberá estar caracterizada, como mínimo, con los siguientes parámetros:

- Tipo de uso: concreto pretensado, postensado, reforzado, simple o ciclópeo.
- Tipo de colocación especial, si aplica. Por ejemplo: para instalar con bomba, para instalar bajo agua (tremie).
- Categoría y clase de exposición: se deberá definir de acuerdo con la norma NSR-10, título A, capítulo C.4, “Requisitos de durabilidad”, o la norma que la actualice o sustituya.
- Requisitos asociados a la clase de exposición, según la misma norma: relación agua/material cementante, resistencia mínima a la compresión, contenido de aire y tipo de material cementante, entre otros.
- Tipo de cemento hidráulico, el cual debe ser definido en función de las condiciones particulares de cada estructura, teniendo en cuenta los requisitos asociados a la clase de exposición.
- Aditivos, si se requieren.
- Tamaño máximo y tipo de gradación del agregado grueso.
- Relación agua/cemento, valor máximo.
- Resistencia a la compresión inconfiada (norma de ensayo INV E-410) para una edad específica, valor mínimo definido en el diseño, el cual deberá corresponder a la clase de exposición, pero no podrá ser inferior al indicado en la Tabla 630 – 7 para cada tipo de uso.
- Asentamiento (norma de ensayo INV E-404), intervalo de valores.
- Contenido de aire (norma de ensayo INV E-406), intervalo de valores.

Tabla 630 – 7. Valores mínimos de resistencia del concreto estructural

TIPO DE USO	RESISTENCIA MÍNIMA A LA COMPRESIÓN, A 28 DÍAS (MPa)
Concreto pretensado y postensado	32
Concreto reforzado	21
Concreto simple (sin refuerzo)	14
Concreto ciclópeo: se compone de concreto simple y agregado ciclópeo en una proporción de 40 %, como máximo, del volumen total.	14



### 630.3 EQUIPO

---

Los principales equipos y herramientas requeridos para la elaboración de concretos y la construcción de estructuras con este material, son los siguientes:

#### 630.3.1 Equipo para la elaboración de agregados

Para la elaboración de los agregados pétreos se requieren equipos para su explotación, cargue, transporte y proceso. La unidad de proceso consistirá en una unidad clasificadora y una planta de trituración provista de trituradoras primaria, secundaria y terciaria siempre que esta última se requiera, así como un equipo de lavado. La planta deberá estar provista de los filtros y demás accesorios necesarios para controlar la contaminación ambiental, de acuerdo con la reglamentación vigente.

#### 630.3.2 Central de fabricación de la mezcla

El concreto se fabricará en centrales de mezcla discontinua, capaces de manejar simultáneamente el número de fracciones de agregados que exija la fórmula de trabajo adoptada.

Las tolvas para agregados deberán tener paredes resistentes y estancas, bocas de anchura suficiente para que su alimentación se efectúe correctamente, y estarán provistas de dispositivos para evitar intercontaminaciones; su número mínimo será función del número de fracciones de agregado pétreo que exija la fórmula de trabajo adoptada.

Para el cemento a granel se utilizará una báscula independiente de la utilizada para los agregados. El mecanismo de carga deberá estar protegido contra un eventual cierre antes de que la tolva de pesada estuviera adecuadamente cargada. El de descarga, contra una eventual apertura antes que la carga del cemento en la tolva de pesada hubiera finalizado, y que la masa del cemento en ella difiera en menos del uno por ciento ( $\pm 1\%$ ) de la especificada; además, el mecanismo estará diseñado de forma que permita la regulación de la salida del cemento sobre los agregados.

La dosificación de los agregados se podrá efectuar por pesadas acumuladas en una (1) sola tolva o individualmente con una (1) tolva de pesada independiente para cada fracción. En el primer caso, las descargas de las tolvas de alimentación y la descarga de la tolva de pesada estarán protegidas de forma que:

- No podrá descargar más de una (1) tolva al mismo tiempo.
- El orden de descarga no podrá ser distinto al previsto.

La tolva de pesada no se podrá descargar hasta que haya sido depositada en ella la cantidad requerida de cada uno de los agregados y estén cerradas todas las descargas de las otras tolvas.

Si se emplea una sola tolva para la dosificación de los agregados, la masa acumulada que se mida en la tolva cada vez que se incorpora una fracción del agregado no podrá diferir en más de uno por ciento ( $\pm 1\%$ ) de la correspondiente a la dosificación teórica.

Si se emplean tolvas de pesada independientes para cada fracción, todas ellas deberán poder ser descargadas simultáneamente. La masa de agregado en cada tolva no podrá diferir en más de dos por ciento ( $\pm 2\%$ ) de la correspondiente a la dosificación teórica.

No se permitirá que se descargue parte alguna de la dosificación, hasta que todas las tolvas de los agregados y la del cemento estén correctamente cargadas, dentro de los límites especificados. Una vez comenzada la descarga, no se podrá comenzar una nueva dosificación hasta que las tolvas de pesada estén vacías, sus compuertas de descarga cerradas y los indicadores de masa de las balanzas en cero (0), con una tolerancia del tres por mil ( $\pm 0.3\%$ ) de su capacidad total.

Los dosificadores ponderales deberán estar aislados de vibraciones y de movimientos de otros equipos de la central, de forma que, cuando éstos funcionen, sus lecturas, después de paradas las agujas, no difieran de la masa designada en más del uno por ciento ( $\pm 1\%$ ) para el cemento, uno y medio por ciento ( $\pm 1.5\%$ ) para cada fracción del agregado o uno por ciento ( $\pm 1\%$ ) para el total de las fracciones, si la masa de éstas se determina conjuntamente. Su precisión no deberá ser inferior al cinco por mil ( $\pm 0.5\%$ ) para los agregados, ni al tres por mil ( $\pm 0.3\%$ ) para el cemento. El agua añadida se medirá en masa o volumen, con una precisión no inferior al uno por ciento ( $\pm 1\%$ ) de la cantidad total requerida.

Una vez fijadas las proporciones de los componentes, la única operación manual que se podrá efectuar para dosificar los agregados y el cemento de una amasada, será la de accionamiento de interruptores o conmutadores. Los mandos del dosificador deberán estar en un

compartimento fácilmente accesible, que pueda ser cerrado con llave cuando así se requiera.

Si se prevé la incorporación de aditivos a la mezcla, la central deberá poder dosificarlos con precisión suficiente. Los aditivos en polvo se dosificarán en masa y los aditivos en forma de líquido o de pasta en masa o en volumen, con una precisión no inferior al tres por ciento ( $\pm 3\%$ ) de la cantidad especificada de producto.

El temporizador del amasado y el de la descarga del mezclador deberán estar protegidos de tal forma que, durante el funcionamiento del mezclador, no se pueda producir la descarga hasta que haya transcurrido el tiempo de amasado previsto.

### **630.3.3 Mezcla en el sitio**

Se permite el empleo de mezcladoras estacionarias en el lugar de la obra, previa autorización del Interventor, cuya capacidad no deberá exceder de tres metros cúbicos ( $3\text{ m}^3$ ).

### **630.3.4 Elementos de transporte**

La utilización de cualquier sistema de transporte o de conducción del concreto deberá contar con la aprobación del Interventor. Dicha aprobación no deberá ser considerada como definitiva por el Constructor y se da bajo la condición de que el uso del sistema de conducción o transporte se suspenda inmediatamente, si el asentamiento o la segregación de la mezcla exceden los límites especificados.

Cuando la distancia de transporte sea mayor de trescientos metros ( $300\text{ m}$ ), no se podrán emplear sistemas de bombeo, sin la aprobación del Interventor. Cuando el concreto se vaya a transportar en vehículos a distancias superiores a seiscientos metros ( $600\text{ m}$ ), el transporte se deberá efectuar en camiones mezcladores.

### **630.3.5 Formaleta y obra falsa**

El Constructor deberá suministrar e instalar todas las formaletas necesarias para confinar y dar forma al concreto, de acuerdo con las líneas mostradas en los planos u ordenadas por el Interventor. Las formaletas podrán ser de madera o metálicas y se deberán poder ensamblar firmemente y tener la resistencia suficiente para contener la

mezcla de concreto, sin que se formen combas entre los soportes u otras desviaciones de las líneas y contornos que muestran los planos, ni se pueda escapar el mortero.

Las formaletas de madera podrán ser de tabla cepillada o de triplex, y deberán tener un espesor uniforme.

La obra falsa o armazones provisionales deberán ser construidos sobre cimientos suficientemente resistentes para soportar las cargas sin asentamientos perjudiciales. Toda la obra falsa deberá ser diseñada y construida con la solidez necesaria que le permita soportar, sin sufrir deformación apreciable, las cargas a que estará sometida, las cuales deberán incluir, además del peso de la superestructura, las correspondientes a las formaletas, arriostramientos, pistas de tráfico y demás cargas que le puedan ser impuestas durante la construcción. La obra falsa deberá ser convenientemente apuntalada y amarrada para prevenir distorsiones y movimientos que puedan producir vibraciones y deformaciones en la formaleta de la superestructura.

#### **630.3.6 Elementos para la colocación del concreto**

El Constructor deberá disponer de los medios de colocación del concreto que permitan una buena regulación de la cantidad de mezcla depositada, para evitar salpicaduras, segregación y choques contra las formaletas o el refuerzo.

#### **630.3.7 Vibradores**

Los vibradores para compactación del concreto deberán ser de tipo interno, y deberán operar a una frecuencia no menor de seis mil (6,000) ciclos por minuto y ser de una intensidad suficiente para producir la plasticidad y adecuada consolidación del concreto, pero sin llegar a causar la segregación de los materiales.

Para fundiciones delgadas, donde las formaletas estén especialmente diseñadas para resistir la vibración, se podrán emplear vibradores externos de formaleta.

#### **630.3.8 Equipos varios**

El Constructor deberá disponer de elementos para usos varios, entre ellos los necesarios para la ejecución de juntas, la corrección superficial del

concreto terminado, la aplicación de productos de curado, equipos para limpieza, etc.

## 630.4 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

---

### 630.4.1 Explotación de materiales y elaboración de agregados

Rige lo establecido en el Artículo 105, "Desarrollo y control de los trabajos", numeral 105.13.3.

### 630.4.2 Estudio de la mezcla y obtención de la fórmula de trabajo

La dosificación del concreto determinará las proporciones en que deben combinarse los diferentes materiales componentes como son: agregados, cemento, agua y eventualmente, aditivos, de modo de obtener un concreto que cumpla con la resistencia, manejabilidad, durabilidad y demás exigencias requeridas por las especificaciones particulares del proyecto, las presentes especificaciones y las dadas por el Interventor.

Con suficiente antelación al inicio de los trabajos, el Constructor deberá suministrar al Interventor, para su verificación, muestras representativas de los agregados, cemento, agua y eventuales aditivos por utilizar, avaladas por los resultados de ensayos de laboratorio que garanticen la conveniencia de emplearlos en el diseño de la mezcla.

Una vez el Interventor realice las comprobaciones que considere necesarias y dé su aprobación a los materiales con base en el cumplimiento de los requisitos de la presente especificación, el Constructor diseñará la mezcla y definirá una fórmula de trabajo, la cual someterá a consideración del Interventor. Dicha fórmula señalará:

- El tipo y la marca de cemento.
- Las proporciones en que se deben mezclar los agregados disponibles y la gradación media a que da lugar dicha mezcla, por los tamices correspondientes a la granulometría aceptada, así como la franja de tolerancia dentro de la cual es válida la fórmula propuesta.
- Las dosificaciones de cemento, agregados grueso y fino y aditivos en polvo, en peso por metro cúbico de concreto. La cantidad de agua y aditivos líquidos se podrá dar por peso o por volumen. Cuando se

contabilice el cemento por bolsas, la dosificación se hará en función de un número entero de bolsas.

- La resistencia a compresión de la mezcla a siete (7) y veintiocho (28) días de curado, o las edades que se fijen para cada clase de concreto, la cual se medirá según la norma INV E-410.
- La consistencia del concreto, cuyo asentamiento se deberá encontrar dentro de los límites indicados en los documentos del proyecto para cada clase de concreto, el cual se medirá según norma de ensayo INV E-404. Si los documentos del proyecto no indican los límites para el asentamiento del concreto, regirán los indicados en la Tabla 630 – 8.

Tabla 630 – 8. Límites para el asentamiento del concreto

TIPO DE ELEMENTO	ASENTAMIENTO NOMINAL (mm)	ASENTAMIENTO MÁXIMO (mm)
Elementos construidos con formaleta, secciones de más de 30 cm de espesor	10-30	50
Elementos construidos con formaleta, secciones de 30 cm de espesor o menos	10-40	50
Pilas vaciadas in-situ	50-80	90
Concreto colocado bajo agua	50-80	90

La fórmula de trabajo se deberá reconsiderar cada vez que varíe alguno de los siguientes factores:

- El tipo, la clase o la categoría del cemento o su marca.
- El tipo, absorción y tamaño máximo del agregado grueso.
- El módulo de finura del agregado fino en más de dos décimas (0.2).
- La gradación del agregado combinado en una magnitud tal, que ella se salga de la tolerancia fijada.
- La naturaleza y la proporción de los aditivos.
- El método de puesta en obra del concreto.

El Constructor deberá considerar que el concreto deberá ser dosificado y elaborado para asegurar una resistencia a la compresión promedio suficientemente superior a la especificada en los planos del proyecto,

según la clase de concreto, de manera que se minimice la frecuencia de los resultados de pruebas por debajo del valor de especificado. Con este fin, el Constructor deberá tener en cuenta que la magnitud en que el promedio de resistencia de la mezcla deba exceder la resistencia especificada de diseño dependerá de la desviación estándar de la resistencia durante la etapa de producción y de la precisión con la que dicho valor pueda ser estimado a partir de datos históricos sobre mezclas iguales o similares.

Al efectuar las cochadas de tanteo en el laboratorio para el diseño de la mezcla, las muestras para los ensayos de resistencia deberán ser preparadas y curadas de acuerdo con la norma INV E-402 y ensayadas según la norma de ensayo INV E-410. Se deberán elaborar curvas que muestren la variación de la resistencia a compresión a veintiocho (28) días (o a la edad definida para la clase de concreto) en función de la relación agua/cemento y del contenido de cemento. Estas curvas se deberán basar en no menos de tres (3) puntos y preferiblemente cinco (5), que representen cochadas que den lugar a resistencias a compresión por encima y por debajo de la requerida. Cada punto deberá representar el promedio de, por lo menos, tres (3) cilindros ensayados a veintiocho (28) días (o a la edad definida para la clase de concreto).

Los valores de relación agua/cemento máxima y contenido mínimo de cemento admisibles por resistencia para el concreto a ser empleado en la estructura, serán los que permitan obtener una resistencia promedio por encima la resistencia de diseño del elemento, según lo indica la Tabla 630 - 9.

En todos los casos, la relación agua/cemento y el contenido de cemento deben cumplir con los valores máximo y mínimo, respectivamente, permitidos por las consideraciones de durabilidad correspondientes a la clase de concreto definida en los documentos del proyecto, de acuerdo con el numeral 630.2.6.

Tabla 630 – 9. Resistencia promedio requerida a la compresión

RESISTENCIA DE DISEÑO A LA COMPRESIÓN ( $f'_c$ )		RESISTENCIA PROMEDIO REQUERIDA A LA COMPRESIÓN	
MPa	kg/cm <sup>2</sup>	MPa	kg/cm <sup>2</sup>
< 21	< 210	$f'_c + 7$	$f'_c + 70$
21 – 35	210 - 350	$f'_c + 8.5$	$f'_c + 85$
> 35	> 350	$f'_c + 10$	$f'_c + 100$

Cuando se especifique concreto con inclusor de aire, éste deberá cumplir con los requisitos indicados en el numeral 630.2.4; la cantidad de aditivo utilizado deberá producir el contenido de aire incluido que indique en los documentos del proyecto. La cantidad de aire incluido se determinará según la norma de ensayo INV E-406.

La aprobación que dé el Interventor al diseño de la mezcla no implica necesariamente la aceptación posterior de las obras de concreto que se construyan con base en dicho diseño, ni exime al Constructor de su responsabilidad de cumplir con todos los requisitos de las especificaciones y los planos. La aceptación de las obras para fines de pago dependerá de su correcta ejecución y de la obtención de la resistencia a compresión mínima especificada para la respectiva clase de concreto, resistencia que será comprobada con base en las mezclas realmente incorporadas en tales obras.

No se permitirá ningún cambio al diseño de la mezcla, sin autorización del Interventor.

#### **630.4.3 Preparación de la zona de los trabajos**

La excavación necesaria para las cimentaciones de las estructuras de concreto y su preparación para la cimentación, incluyendo su limpieza y apuntalamiento, cuando sea necesario, se deberá efectuar conforme se estipula en el Artículo 600. Cualquier deterioro ocurrido después de terminada la excavación, deberá ser subsanado por el Constructor, sin costo adicional para el Instituto Nacional de Vías, empleando procedimientos aceptables para el Interventor.

#### **630.4.4 Instalación de la formaleta y obra falsa**

Todas las formaletas para confinar y soportar la mezcla de concreto mientras se endurece deberán ser diseñadas por el Constructor y aprobadas por Interventor. Las formaletas deberán ser diseñadas de tal manera, que permitan la colocación y la consolidación adecuada de la mezcla en su posición final y su fácil inspección; así mismo, deberán ser suficientemente herméticas para impedir pérdidas del mortero de la mezcla.



La aprobación del diseño de las formaletas por parte del Interventor, no exime al Constructor de su responsabilidad respecto de la seguridad, calidad del trabajo y cumplimiento de todas las especificaciones.

Las formaletas, tanto de madera como metálicas, se ensamblarán firmemente y deberán tener la resistencia suficiente para contener la mezcla de concreto sin distorsiones. Antes de iniciar la colocación del concreto, se deberán limpiar de impurezas, incrustaciones de mortero y cualquier otro material extraño. Su superficie interna se deberá cubrir con aceite u otro producto que evite la adherencia, que no manche la superficie del concreto y no sea absorbido por éste.

Las abrazaderas que se utilicen para sostener las formaletas y que queden embebidas en el concreto, deberán ser pernos de acero provistos de rosca, tuercas y acoples adecuados, que permitan retirar los extremos exteriores sin producir daños en las superficies del concreto. Todos los huecos resultantes del retiro de las abrazaderas se deberán llenar con un mortero de consistencia seca.

No se podrá colocar concreto dentro de las formaletas si éstas no han sido inspeccionadas y aprobadas por el Interventor.

Las formaletas se podrán remover parcial o totalmente tan pronto como la mezcla haya adquirido la resistencia suficiente, comprobada mediante ensayos, para sostener su propio peso y el peso de cualquier otra carga.

Toda obra falsa o cimbra para la construcción de puentes u obras similares, deberá ser diseñada por el Constructor, quien someterá el diseño a consideración del Interventor. En el diseño se deberán tener en cuenta las cargas muertas y vivas a las que estará sometida la obra falsa durante y después de la colocación del concreto. Las eventuales deflexiones de la obra falsa, debido a las cargas, se deberán compensar mediante contraflechas, de tal forma que la estructura terminada se ajuste a los niveles indicados en los planos.

En la construcción de cimbras para arcos, se deberán proveer los medios adecuados que permitan un descenso gradual de los centros hasta obtener el autoporte del arco. Las cimbras se colocarán sobre gatos aprobados para levantar y corregir cualquier asentamiento leve que pueda ocurrir una vez iniciada la colocación del concreto.

#### 630.4.5 Fabricación de la mezcla

##### 630.4.5.1 Almacenamiento de los agregados

Cada tipo de agregado se acopiará por pilas separadas, las cuales se deberán mantener libres de tierra o de elementos extraños y dispuestas de tal forma que se evite al máximo la segregación de los agregados.

El almacenamiento de los agregados se podrá realizar sobre patios pavimentados construidos para este fin. Si los acopios se disponen sobre el terreno natural, no se utilizarán los quince centímetros (15 cm) inferiores de los mismos. En todos los casos, los acopios deberán ser cubiertos.

Los acopios se construirán por capas de espesor no mayor a metro y medio (1.50 m) y no por montones cónicos.

##### 630.4.5.2 Suministro y almacenamiento del cemento

El cemento en sacos se deberá almacenar en sitios secos y aislados del suelo, en acopios de no más de siete metros (7 m) de altura.

Si el cemento se suministra a granel, se deberá almacenar en sitios aislados de la humedad. La capacidad mínima de almacenamiento será la suficiente para el consumo de dos (2) jornadas de producción normal.

Todo cemento que tenga más de dos (2) meses de almacenamiento en sacos o tres (3) en silos, deberá ser examinado por el Interventor, para verificar si aún es susceptible de utilización.

##### 630.4.5.3 Almacenamiento de aditivos

Los aditivos se protegerán convenientemente de la intemperie y de toda contaminación. Los sacos de productos en polvo se almacenarán bajo cubierta y observando las mismas precauciones que en el caso del almacenamiento del cemento. Los aditivos suministrados en forma líquida se almacenarán en recipientes estancos.

#### 630.4.5.4 Elaboración de la mezcla

Cuando la mezcla se produce en una planta central, sobre camiones mezcladores o por una combinación de estos procedimientos, el trabajo se deberá efectuar de acuerdo con los requisitos aplicables de la especificación ASTM C-94.

##### 630.4.5.4.1 Mezclado en plantas estacionarias en el lugar de la obra

Salvo indicación en contrario del Interventor, la mezcladora se cargará primero con una parte no superior a la mitad (1/2) del agua requerida para la cochada; a continuación, se añadirán simultáneamente el agregado fino y el cemento y, posteriormente, el agregado grueso, completándose luego la dosificación de agua durante un lapso que no deberá ser inferior a cinco segundos (5 s), ni superior a la tercera parte (1/3) del tiempo total de mezclado, contado a partir del instante de introducir el cemento y los agregados.

La mezcla se hará a la velocidad recomendada por el fabricante de la máquina y el tiempo de mezclado deberá ser superior a uno y medio minutos (1.5 min), contados a partir del momento en que todos los materiales están dentro del tambor mezclador y hasta el instante en que se inicie la descarga. Se podrá reducir este tiempo, solamente si se demuestra que la mezcla es satisfactoria. En todo caso, el tiempo de mezclado no deberá exceder de 5 minutos.

Como norma general, los aditivos se añadirán a la mezcla disueltos en una parte del agua de mezclado.

Antes de cargar nuevamente la mezcladora, se vaciará totalmente su contenido. En ningún caso, se permitirá el remezclado de concretos que hayan fraguado parcialmente, aunque se añadan nuevas cantidades de cemento, agregados y agua.

Cuando la mezcladora haya estado detenida por más de treinta (30) minutos, deberá ser limpiada perfectamente antes de verter materiales en ella. Así mismo, se requiere su limpieza total, antes de comenzar la fabricación de concreto con otro tipo de cemento.

Cuando la mezcla se elabore en mezcladoras al pie de la obra, el Constructor, con la supervisión del Interventor, transformará las cantidades correspondientes a la fórmula de trabajo en unidades volumétricas. El Interventor verificará que existen los elementos de dosificación precisos para obtener una mezcla de la calidad deseada.

#### **630.4.5.4.2 Mezclado en planta central**

Se deberá ajustar, en todo lo pertinente, a lo indicado en el numeral anterior para la mezcla en mezcladoras estacionarias.

#### **630.4.5.4.3 Mezclado en camiones mezcladores (mixer)**

Cuando se emplee un camión mezclador para mezclado completo, en tránsito o al llegar a la obra, cada bachada deberá ser mezclada por no menos de setenta (70) ni más de cien (100) revoluciones de tambor o paletas a la velocidad de rotación fijada por el fabricante del equipo. El tiempo adicional de mezcla, cuando sea requerido, se debe completar a la velocidad de agitación especificada por el fabricante.

Todos los materiales incluyendo el agua, deben estar dentro del tambor mezclador antes de iniciar el mezclado propiamente dicho y accionar el contador de revoluciones. El mezclado debe iniciar dentro de los treinta (30) minutos siguientes al instante en que el cemento es puesto en contacto con los agregados dentro del tambor.

Cuando los agregados estén húmedos, haya agua dentro del tambor, la temperatura ambiente exceda de treinta grados Celsius (30 °C), se use un cemento de alta resistencia o se empleen aditivos aceleradores de fraguado, el tiempo citado en el párrafo anterior se deberá reducir a quince (15) minutos.

Cuando se trate de mezclado parcial en planta central, el tiempo de mezcla en la mezcladora estacionaria de la planta central se podrá reducir a treinta (30) segundos, completando el mezclado en el camión mezclador en tránsito, en la forma indicada en este numeral.

Los camiones mezcladores no se deberán cargar a más del 63 % del volumen del tambor para mezclado completo en tránsito o al llegar a la obra, ni a más del 70 % del volumen del tambor, cuando haya mezclado parcial en la planta central.

#### **630.4.5.4.4 Mezclado manual**

La mezcla manual sólo se podrá efectuar, previa autorización del Interventor, para estructuras pequeñas que requieran concreto de resistencia a la compresión no superior a 14 MPa a los 28 días, o en casos de emergencia que requieran un reducido volumen de concreto. En tal caso, se deberá colocar un 20 % adicional de cemento, en peso, sobre el requerido según el diseño de la mezcla.

El mezclado manual se deberá hacer en bachadas no mayores de un cuarto de metro cúbico (0.25 m<sup>3</sup>), sobre una superficie lisa e impermeable.

Las cantidades de agregados se deberán medir en cajones de tamaños apropiados. El agregado fino y el cemento se deben mezclar cuidadosamente por medio de palas mientras estén secos, hasta que la mezcla tenga un color uniforme, después de lo cual se forma un cráter en el cual se incorpora el agua en

la cantidad necesaria para obtener un mortero de consistencia adecuada. El material de la parte exterior del anillo del cráter se palea entonces hacia el centro y se da vueltas a toda la masa cortándola en secciones, hasta que se logre una consistencia uniforme.

Se humedece completamente el agregado grueso y se añade al mortero dando vueltas y revolviendo toda la masa cuando menos seis (6) veces, hasta que todas las partículas de este agregado queden perfectamente cubiertas por el mortero y la mezcla tenga color y apariencia uniformes.

Las cargas mezcladas a mano no se podrán emplear para concreto colocado debajo del agua.

#### **630.4.5.4.5 Reablandamiento del concreto**

No se deberá hacer ningún reablandamiento del concreto, agregándole agua o por otros medios, excepto que con la autorización escrita del Interventor se podrá añadir agua adicional de mezcla al concreto transportado en camiones mezcladores o agitadores, siempre que no se exceda la relación agua/cemento especificada para la mezcla, que dicho concreto, a su descarga, cumpla todos los requisitos exigidos y que no se excedan los tiempos de mezcla y transporte especificados en este Artículo.

#### **630.4.6 Descarga, transporte y entrega de la mezcla**

El concreto, al ser descargado de mezcladoras estacionarias, deberá tener la consistencia, trabajabilidad y la uniformidad requeridas para la obra.

Cuando se empleen camiones mezcladores o agitadores, la descarga de la mezcla, el transporte, la entrega y la colocación del concreto deberán ser completados en un tiempo máximo de una y media (1 1/2) horas, desde el momento en que el cemento se añade a los agregados, salvo que el Interventor fije un plazo diferente según las condiciones climáticas, el uso de aditivos o las características del equipo de transporte.

El concreto descargado de camiones mezcladores o de camiones agitadores, debe ser entregado con la consistencia, trabajabilidad y uniformidad requeridos para la obra. La velocidad de descarga del concreto premezclado debe ser controlada por la velocidad de rotación del tambor en la dirección de la descarga con la canaleta o compuerta de descarga completamente abierta. Si es necesario agregar agua adicional a la mezcla para alcanzar o mantener el asentamiento especificado, sin exceder la relación agua/cemento requerida, se debe mezclar nuevamente el contenido del tambor, por un mínimo de veinte (20) revoluciones a la velocidad de mezclado, antes de proceder a la descarga del concreto.

El concreto puede ser transportado en camiones tipo volqueta u otro equipo provisto de agitadores, si los documentos del proyecto lo admiten o el Interventor aprueba por escrito esta posibilidad. En tal caso, los recipientes deberán ser metálicos, lisos en su interior, con las esquinas redondeadas, equipados con compuertas para controlar la descarga y provistos de cobertores adecuados para proteger el concreto contra la intemperie. El concreto transportado en estos equipos debe ser mezclado previamente y debe ser entregado con la consistencia y la uniformidad requeridas. La descarga en el punto de entrega debe ser completada en cuarenta y cinco minutos (45 min) desde que el cemento sea puesto en contacto con los agregados, lapso que el Interventor podrá variar según las condiciones climáticas del lugar o el uso de aditivos.

A su entrega en la obra, el Interventor rechazará todo concreto que haya desarrollado algún endurecimiento inicial, así como aquel que no sea entregado dentro del límite de tiempo aprobado o no tenga el asentamiento dentro de los límites especificados.

El concreto que por cualquier causa haya sido rechazado por el Interventor, deberá ser retirado de la obra y reemplazado por el Constructor, a su costa, por un concreto satisfactorio.

#### **630.4.7 Preparación para la colocación del concreto**

Por lo menos cuarenta y ocho (48) horas antes de colocar concreto en cualquier lugar de la obra, el Constructor notificará por escrito al Interventor al respecto, para que éste verifique y apruebe los sitios de colocación.

La colocación no podrá comenzar, mientras el Interventor no haya aprobado el encofrado, el refuerzo, las partes embebidas y la preparación de las superficies que han de quedar contra el concreto. Dichas superficies se deberán encontrar completamente libres de suciedad, lodo, desechos, grasa, aceite, partículas sueltas y cualquier otra sustancia perjudicial. La limpieza puede incluir el lavado por medio de chorros de agua y aire, excepto para superficies de suelo o relleno, para las cuales este método puede no ser el adecuado.

Se deberá eliminar toda agua estancada o libre de las superficies sobre las cuales se va a colocar la mezcla y controlar que, durante la colocación de la mezcla y el fraguado, no se mezcle agua que pueda lavar o dañar el concreto fresco.

Las fundaciones en suelo contra las cuales se coloque el concreto, deberán ser humedecidas completamente, o recubrirse con una delgada capa de concreto, si así lo exige el Interventor.

#### **630.4.8 Colocación del concreto**

##### **630.4.8.1 Requisitos generales**

Esta operación se deberá efectuar en presencia del Interventor, salvo en determinados sitios específicos autorizados previamente por éste.

El concreto no se podrá colocar en instantes de lluvia, a no ser que el Constructor suministre cubiertas que, a juicio del Interventor, sean adecuadas para proteger el concreto desde su colocación hasta su fraguado.

Todo el concreto debe ser vaciado en horas de luz solar y su colocación en cualquier parte de la obra no se debe iniciar si no es posible completarla en dichas condiciones, a menos que se disponga de un adecuado sistema de iluminación, aprobado por el Interventor.

El concreto no se debe exponer a la acción del agua antes del fraguado final, excepto lo que se dispone en el numeral 630.4.9 para el concreto depositado bajo agua. El concreto se deberá colocar en seco y durante su colocación o después de ella no deberá ser expuesto a la acción de aguas o suelos que



contengan soluciones alcalinas, hasta pasado un periodo por lo menos de tres (3) días, o de agua salada hasta los siete (7) días. Durante este lapso, el concreto se deberá proteger bombeando el agua perjudicial fuera de las formaletas y ataguías.

En todos los casos, el concreto se deberá depositar lo más cerca posible de su posición final y no se deberá hacer fluir por medio de vibradores. Los métodos utilizados para la colocación del concreto deberán permitir una buena regulación de la mezcla depositada, evitando su caída con demasiada presión o chocando contra las formaletas o el refuerzo. Por ningún motivo se permitirá la caída libre del concreto desde alturas superiores a uno y medio metros (1.50 m).

Al verter el concreto, se removerá enérgica y eficazmente, para que las armaduras queden perfectamente envueltas; cuidando especialmente los sitios en que se reúna gran cantidad de ellas, y procurando que se mantengan los recubrimientos y separaciones de la armadura.

En todos los casos que sea difícil colocar el concreto junto a las formaletas debido a las obstrucciones producidas por el acero de refuerzo o por cualquier otra condición, se deberá procurar el contacto apropiado entre el concreto y las caras interiores de las formaletas, vibrando estas últimas por medio de golpes en sus superficies exteriores con mazos de caucho o madera o por medio de vibradores de formaleta.

En caso de usar equipos inclinados (canoas, canaletas) deben tener una longitud máxima de 7 m, manteniendo un flujo continuo a una velocidad uniforme del concreto con pendientes, según el asentamiento del concreto, norma de ensayo INV E-404, no sobrepasando los valores de la Tabla 630 - 10.

Tabla 630 – 10. Pendientes máximas de equipos según el asentamiento de concreto

ASENTAMIENTO DEL CONCRETO (mm)	PENDIENTE (V:H)
10 a 80	1:2
80 a 120	1:3

No se permitirá la colocación de concreto al cual se haya agregado agua después de salir de la mezcladora. Tampoco se permitirá la colocación de la mezcla fresca sobre concreto total o parcialmente endurecido, sin que las superficies de contacto hayan sido preparadas como juntas, según se describe en el numeral 630.4.11.

El Constructor deberá tener la precaución de no mover los extremos del refuerzo que sobresalga del concreto, por lo menos durante las primeras veinticuatro (24) horas luego de colocado el concreto.

A menos que los documentos del proyecto o el Interventor indiquen algo en contrario por el tipo de obra, el concreto se deberá colocar en capas continuas horizontales cuyo espesor no exceda de treinta centímetros (0.3 m).

Las descargas deberán sucederse una tras otra, debiendo cada una de ellas colocarse y compactarse antes de que la precedente haya alcanzado el fraguado inicial, para que no quede una separación entre las mismas. La superficie superior de cada capa de concreto se debe dejar algo áspera para lograr una liga eficiente con la capa subsiguiente. Cada capa superior deberá ser compactada de forma que se evite la formación de una junta de construcción entre ella y la capa inferior.

Las capas que se completen en un día de trabajo o que hayan sido colocadas poco antes de interrumpir temporalmente las operaciones, se deben limpiar de cualquier material objetable tan pronto como las superficies sean lo suficientemente firmes para retener su forma. En ningún caso se suspenderá o interrumpirá temporalmente el trabajo dentro de los cuarenta y cinco centímetros (45 cm) abajo de

la parte superior de cualquier superficie, a menos que los detalles de la obra tengan en cuenta un coronamiento de menos de dicho espesor, en cuyo caso, la junta de construcción se puede hacer en la parte inferior de dicho coronamiento.

El método y la manera de colocar el concreto se deberán regular de forma que todas las juntas de construcción se coloquen en las zonas de bajo esfuerzo cortante y, en lo posible, en sitios que no sean visibles.

#### **630.4.8.2 Colocación por bombeo**

La colocación del concreto por bombeo puede ser permitida dependiendo de la adaptabilidad del método a usar en la obra. El equipo se deberá disponer de manera que las vibraciones derivadas de su operación no deterioren el concreto recién colocado.

Al emplear bombeo mecánico, la operación de la bomba deberá ser tal, que se produzca una corriente continua del concreto, sin bolsas de aire. Cuando se terminen las operaciones de bombeo, en caso de que se vaya a usar el concreto que quede en las tuberías, éste se debe expeler de tal manera que no se contamine o se produzcan segregaciones.

Al emplear bombeo neumático, el equipo de bombeo se debe colocar la más cerca posible del depósito de concreto. Las líneas de descarga deberán ser horizontales o inclinadas hacia arriba respecto de la máquina de bombeo.

Cuando se utilice equipo de bombeo, siempre se deberá disponer de los medios alternativos para continuar la operación de colocación del concreto en caso de que se dañe la bomba. El bombeo deberá continuar hasta que el extremo de la tubería de descarga quede completamente por fuera de la mezcla recién colocada.

Los equipos de bombeo deberán ser limpiados cuidadosamente después de cada periodo de operación.

### 630.4.8.3 Colocación del agregado ciclópeo

La colocación del agregado ciclópeo, se deberá ajustar al siguiente procedimiento:

La piedra, limpia y húmeda, se deberá colocar cuidadosamente a mano, sin dejarla caer por gravedad en la mezcla de concreto simple, para no causar daño a las formaletas, a las alcantarillas en el caso de cabezales o al concreto adyacente parcialmente fraguado.

En estructuras cuyo espesor sea inferior a ochenta centímetros (80 cm), la distancia libre entre piedras o entre una piedra y la superficie de la estructura, no será inferior a diez centímetros (10 cm). En estructuras de mayor espesor, la distancia mínima se aumentará a quince centímetros (15 cm). En estribos y pilas no se podrá usar agregado ciclópeo en los últimos cincuenta centímetros (50 cm) debajo del asiento de la superestructura o placa.

Si se interrumpe la fundición, al dejar una junta de construcción se deben dejar piedras sobresaliendo no menos de diez centímetros (10 cm) para formar una llave. Antes de continuar el vaciado del concreto se deberá limpiar la superficie donde se colocará el concreto fresco y humedecerse la misma con agua limpia.

El concreto ciclópeo no se deberá usar en estructuras cuya altura sea menor de sesenta centímetros (60 cm) y/o en las que el espesor sea inferior a treinta centímetros (30 cm).

La proporción máxima del agregado ciclópeo será el cuarenta por ciento (40 %) del volumen total de concreto.

### 630.4.9 Colocación del concreto bajo agua

El concreto no deberá ser colocado bajo agua, excepto cuando así se especifique en los planos o lo autorice el Interventor, quien efectuará una supervisión directa de los trabajos. En tal caso, el concreto tendrá un diez por ciento (10 %) de exceso de cemento, en peso, respecto del obtenido en el diseño de la mezcla.

Dicho concreto se deberá colocar cuidadosamente en su lugar, en una masa compacta, por medio de un tremie u otro método aprobado por el Interventor. Todo el concreto bajo el agua se deberá depositar en una operación continua.

No se deberá colocar concreto dentro de corrientes de agua y las formaletas diseñadas para retenerlo bajo el agua deberán ser impermeables. El concreto se deberá colocar de tal manera, que se logren superficies aproximadamente horizontales, y que cada capa se deposite antes de que la precedente haya alcanzado su fraguado inicial, con el fin de asegurar la adecuada unión entre las mismas.

#### **630.4.10 Vibración**

El concreto colocado se deberá consolidar mediante vibración interna, hasta obtener la mayor densidad posible, de manera que quede libre de cavidades producidas por partículas de agregado grueso y burbujas de aire, y que cubra totalmente las superficies de los encofrados y los materiales embebidos. Durante la consolidación, el vibrador se deberá operar a intervalos regulares y frecuentes, en posición casi vertical y con su cabeza sumergida profundamente dentro de la mezcla.

Para lograr la compactación de cada capa antes de que se deposite la siguiente sin demorar la descarga, se debe usar un número suficiente de vibradores para consolidar el concreto que se está recibiendo, dentro de los quince (15) minutos siguientes a su colocación dentro de las formaletas. Para evitar demoras en el caso de averías, se debe disponer de un (1) vibrador auxiliar en el sitio de la obra para fundiciones individuales hasta de cincuenta metros cúbicos (50 m<sup>3</sup>) y dos (2) vibradores auxiliares para fundiciones de mayor volumen.

Las vibraciones se deben aplicar en el punto de descarga y donde haya concreto depositado poco antes.

Los vibradores no deberán ser empujados rápidamente, sino que se permitirá que ellos mismos se abran camino dentro de la masa de concreto y se retirarán lentamente para evitar la formación de cavidades.

La vibración deberá ser tal, que el concreto fluya alrededor del refuerzo y otros elementos que deban quedar embebidos en el concreto y llegue hasta las esquinas de las formaletas.

La vibración no debe ser aplicada sobre el refuerzo, ni forzarse a secciones o capas de concreto que hayan endurecido a tal grado que el concreto no pueda volverse plástico por su revibración.

No se deberá colocar una nueva capa de concreto, si la precedente no está debidamente consolidada.

La vibración no deberá ser usada para transportar mezcla dentro de las formaletas, ni se deberá aplicar directamente a éstas o al acero de refuerzo, especialmente si ello afecta masas de mezcla recientemente fraguada.

Con el fin de obtener un concreto debidamente compactado, carente de cavidades, hormigueros y similares, la vibración mecánica deberá ser completada con la compactación manual que sea necesaria a lo largo de las superficies de las formaletas y en las esquinas y puntos donde sea difícil obtener una vibración adecuada.

Las dimensiones de las agujas de los vibradores de inmersión y, en general, los tiempos de vibrado deberán ser cuidadosamente controlados, de manera de obtener las densidades máximas sin sobre-vibrar.

#### **630.4.11 Juntas**

Se deberán construir juntas de construcción, contracción y dilatación, con las características y en los sitios indicados en los planos de la obra o donde lo indique el Interventor. El Constructor no podrá introducir juntas adicionales o modificar el diseño de localización de las indicadas en los planos o aprobadas por el Interventor, sin la autorización de éste. En superficies expuestas, las juntas deberán ser horizontales o verticales, rectas y continuas, a menos que se indique lo contrario.

En general, se deberá dar un acabado pulido a las superficies de concreto en las juntas y se deberán utilizar para las mismas los rellenos, sellos o retenedores indicados en los planos.

#### **630.4.12 Agujeros para drenaje**

Los agujeros para drenaje o alivio se deberán construir de la manera y en los lugares señalados en los planos. Los dispositivos de salida, bocas o respiraderos para igualar la presión hidrostática se deberán colocar más

abajo que las aguas mínimas y también de acuerdo con lo indicado en los planos.

Los moldes para practicar agujeros a través del concreto pueden ser de tubería metálica, plástica o de concreto, cajas de metal o de madera. Si se usan moldes de madera, ellos deberán ser removidos después de colocado el concreto.

#### 630.4.13 Remoción de las formaletas y de la obra falsa

El tiempo de remoción de formaletas y obra falsa está condicionado por el tipo y la localización de la estructura, el curado, el clima y otros factores que afecten el endurecimiento del concreto.

Si las operaciones de campo no están controladas por pruebas de laboratorio, los valores de la Tabla 630 - 11 pueden ser empleados como guía para el tiempo mínimo requerido antes de la remoción de formaletas y soportes.

Tabla 630 – 11. Tiempo mínimo para remoción de formaletas y soportes

TIPO DE OBRA	TIEMPO MÍNIMO PARA REMOCIÓN DE FORMALETAS Y SOPORTES
Estructuras para arcos	14 días
Estructuras bajo vigas	14 días
Soportes bajo losas planas	14 días
Losas de piso	14 días
Placa superior en alcantarillas de cajón	14 días
Superficies de muros verticales	48 horas
Columnas	48 horas
Lados y vigas y todas las demás partes	24 horas

Si las operaciones de campo son controladas por ensayos de resistencia de cilindros de concreto, la remoción de formaletas y demás soportes se podrá efectuar al lograrse las resistencias fijadas en el diseño. Los cilindros de ensayo deberán ser curados bajo condiciones iguales a las más desfavorables de la estructura que representan.

La remoción de formaletas y soportes se debe hacer cuidadosamente y en forma tal, que permita al concreto tomar gradual y uniformemente los esfuerzos debidos a su peso propio.

#### **630.4.14 Acabado**

Todas las superficies de concreto deberán recibir un acabado inmediatamente después del retiro de las formaletas. El tipo de acabado dependerá de las características de la obra construida.

##### **630.4.14.1 Acabado ordinario**

Es el procedimiento usado para la mayoría de las estructuras. Inmediatamente después de remover las formaletas, toda la rebaba y salientes irregulares de la superficie del concreto se deberán cincelar a ras de la superficie. Todos los alambres y varillas que sobresalgan se deberán cortar, cuando menos, cinco milímetros (5 mm) bajo la superficie. Todas las cavidades pequeñas se deberán limpiar cuidadosamente, saturarse con agua y rellenarse con un mortero compuesto por una (1) parte de cemento hidráulico y dos (2) de arena, el cual deberá ser completamente apisonado en su lugar. En caso de cavidades mayores, se aplicará una capa delgada de pasta de cemento puro antes de colocar el mortero de relleno. Todos los remiendos deberán mantenerse húmedos por un período no menor de cinco (5) días.

Para el relleno de cavidades grandes o profundas se deberá incluir agregado grueso en el mortero de relleno.

Las zonas con hormigueros excesivos pueden ser causa de rechazo de la estructura, en cuyo caso el Constructor deberá demoler y reconstruir, a su costa, la parte afectada.

Todas las juntas de construcción y de dilatación en la obra terminada deben dejarse cuidadosamente trabajadas y quedar sin restos de mortero y concreto. El relleno de las juntas deberá quedar con los bordes limpios en toda su longitud.



**630.4.14.2 Acabado por frotado de superficie**

Tan pronto como se hayan removido las formaletas y lo permita la condición del concreto, se iniciará el frotado, empapando las superficies con agua, y frotándolas luego con una piedra de carborundo de mediana aspereza, esmerilando la superficie hasta formar una pasta.

La operación de frotado se debe continuar hasta que todas las señales dejadas por las formaletas y demás salientes e irregularidades hayan sido removidas y la superficie presente una textura lisa y un color uniforme.

En este proceso no se deberá emplear ninguna lechada de cemento ni enlucido de mortero.

La pasta producida por el frotamiento debe ser cepillada cuidadosamente o ser extendida uniformemente en una capa delgada sobre la superficie, dejándose que vuelva a fraguar. El acabado final se obtiene mediante un segundo frotado con una piedra de carborundo más fina.

Este sistema de acabado es prescriptivo para las barandas de concreto a las cuales hace referencia el Artículo 632, así como en las demás superficies en los cuales se requiera de manera explícita en los documentos del proyecto.

**630.4.14.3 Acabado de pisos de puentes**

Si el piso va a ser cubierto con una capa asfáltica, basta con asegurar que la superficie de concreto sea correctamente nivelada para que presente las pendientes transversales indicadas en los planos del proyecto.

Si el piso del puente se va a usar como capa de rodadura, deberá ser sometido a las operaciones de acabado descritas en el Artículo 500, para los pavimentos de concreto hidráulico.

**630.4.14.4 Acabado de losas de pisos**

Si los documentos del proyecto no establecen otra cosa diferente, su acabado será como el descrito en el Artículo 500 para los pavimentos de concreto hidráulico, exceptuando el texturizado transversal final.

**630.4.14.5 Acabado de andenes de concreto**

El concreto colocado y compactado deberá ser alisado con equipo similar al empleado en los pavimentos de concreto hidráulico. Los bordes y las juntas de dilatación se deberán acabar con una herramienta apropiada para ello.

Se deberá garantizar que la textura no sea resbaladiza cuando la superficie esté mojada.

**630.4.15 Curado**

Inmediatamente después del retiro de las formaletas y del acabado de las superficies, el concreto se someterá a un proceso de curado que se prolongará a lo largo del plazo prefijado por el Interventor, según el tipo de cemento utilizado y las condiciones climáticas del lugar.

En general, los tratamientos de curado se deberán mantener por un período no menor de catorce (14) días después de terminada la colocación de la mezcla de concreto; en algunas estructuras no masivas, este período podrá ser disminuido, pero en ningún caso será menor de siete (7) días.

Se deben tomar todas las precauciones necesarias para proteger el concreto fresco contra las altas temperaturas y los vientos que puedan causar un secado prematuro y la formación de agrietamientos superficiales. De ser necesario, se colocarán cortinas protectoras contra el viento hasta que el concreto haya endurecido lo suficiente para recibir el tratamiento de curado.

El curado, mediante alguno de los sistemas mencionados en el numeral 630.2.5, se realizará de conformidad con todo lo que resulte pertinente del Artículo 500, relativo al curado de los pavimentos de concreto hidráulico.

En la eventualidad de que se produzca un sismo durante el proceso de curado, el Constructor deberá tener especial cuidado en efectuar una revisión detallada del concreto colocado y de la estructura luego del sismo, informando al Interventor sobre cualquier daño motivado por el fenómeno. Sin perjuicio de ello, si así lo estimase el Interventor, se realizarán los ensayos que considere convenientes para verificar la calidad del concreto, pudiendo ordenar el retiro de éste si, a su juicio, los ensayos realizados revelaren alteraciones al concreto colocado.

#### **630.4.16 Deterioros**

Todo concreto defectuoso o deteriorado deberá ser reparado o removido y reemplazado por el Constructor, según lo requiera el Interventor. Toda mano de obra, equipo y materiales requeridos para la remoción, reparación, reemplazo, acabado y curado del concreto defectuoso, serán suministrados por el Constructor, sin costo adicional para el Instituto Nacional de Vías.

#### **630.4.17 Limpieza final**

Al terminar la obra, y antes de la aceptación final del trabajo, el Constructor deberá retirar del lugar toda obra falsa, materiales excavados o no utilizados, desechos, basuras y construcciones temporales, restaurando en forma aceptable para el Interventor, toda propiedad, tanto pública como privada, que pudiera haber sido afectada durante la ejecución de este trabajo y dejar el lugar de la estructura limpio y presentable.

#### **630.4.18 Limitaciones en la ejecución**

La temperatura de la mezcla de concreto, inmediatamente antes de su colocación, deberá estar entre diez y treinta y dos grados Celsius (10° C – 32° C).

Cuando se pronostique una temperatura inferior a cuatro grados Celsius (4° C) durante el vaciado o en las veinticuatro (24) horas siguientes, la temperatura del concreto no podrá ser inferior a trece grados Celsius (13° C) cuando se vaya a emplear en secciones de menos de treinta centímetros (30 cm) en cualquiera de sus dimensiones, ni inferior a diez grados Celsius (10° C) para otras secciones.

La temperatura durante la colocación no deberá exceder de treinta y dos grados Celsius (32° C), para que no se produzcan pérdidas en el asentamiento, fraguado falso o juntas frías. Cuando la temperatura de las formaletas metálicas o de las armaduras exceda de cincuenta grados Celsius (50° C), se deberán enfriar mediante rociadura de agua, inmediatamente antes de la colocación del concreto.

La colocación del concreto en horas de la noche o en instantes de lluvia solo se permitirá si se cumplen las condiciones indicadas en el numeral 630.4.8.1.

#### **630.4.19 Manejo ambiental**

Todas las labores de ejecución de obras de concreto estructural se realizarán teniendo en cuenta lo establecido en los estudios o evaluaciones ambientales del proyecto y las disposiciones vigentes sobre la conservación del medio ambiente y los recursos naturales.

### **630.5 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS**

---

#### **630.5.1 Controles**

Durante la ejecución de los trabajos, se adelantarán los siguientes controles principales:

- Verificar el estado y el funcionamiento de todo el equipo de construcción.
- Supervisar la correcta aplicación del método aceptado previamente, en cuanto a la elaboración y manejo de los agregados, así como la manufactura, el transporte, la colocación, la consolidación, la ejecución de juntas, el acabado y el curado de las mezclas.
- Comprobar que los materiales por utilizar cumplan los requisitos de calidad exigidos por la presente especificación.
- Efectuar los ensayos necesarios para el control de la mezcla.
- Vigilar la regularidad en la producción de los agregados y en la mezcla de concreto durante el período de ejecución de las obras.

- Verificar el cumplimiento de todas las medidas requeridas sobre seguridad y medio ambiente.
- Tomar, de manera cotidiana, muestras de la mezcla elaborada para determinar su resistencia.
- Realizar medidas para determinar las dimensiones de la estructura y comprobar la uniformidad de la superficie.
- Medir, para efectos de pago, los volúmenes de obra satisfactoriamente ejecutados.

### **630.5.2 Condiciones específicas para el recibo y tolerancias**

#### **630.5.2.1 Calidad del cemento**

Cada vez que el Interventor lo considere necesario, ordenará o ejecutará los ensayos de control que permitan verificar la calidad del cemento.

#### **630.5.2.2 Calidad del agua**

Siempre que el Interventor tenga alguna incertidumbre sobre su calidad, ordenará o ejecutará los ensayos relacionados en las Tablas 630 - 5 y 630 - 6; sólo la aceptará si se cumplen los límites establecidos en ellas.

#### **630.5.2.3 Calidad de los agregados**

Se verificará mediante la ejecución de las mismas pruebas descritas en el numeral 500.5.2.3 del Artículo 500. En cuanto a la frecuencia de ejecución, ella se deja al criterio del Interventor, de acuerdo con la magnitud de la obra bajo control. De dicha decisión se deberá dejar constancia escrita.

#### **630.5.2.4 Calidad de los aditivos y de los productos químicos de curado**

El Interventor deberá solicitar certificaciones a los proveedores de estos productos, donde garanticen su calidad y conveniencia de utilización.

### 630.5.2.5 Calidad de la mezcla

#### 630.5.2.5.1 Dosificación

La mezcla se deberá efectuar en las proporciones establecidas en la fórmula de trabajo, admitiéndose las siguientes variaciones en el peso de sus componentes (respecto a su propio peso):

- Agua, cemento y aditivos  $\pm 1 \%$
- Agregado fino  $\pm 2 \%$
- Agregado grueso hasta de 38 mm  $\pm 2 \%$
- Agregado grueso mayor de 38 mm  $\pm 3 \%$

La tolerancia del agua de mezclado se deberá medir con la tolerancia especificada, corregida según la condición de humedad de los agregados y la cantidad de aditivo líquido, si se usa.

Las mezclas dosificadas por fuera de estos límites, serán rechazadas por el Interventor.

#### 630.5.2.5.2 Consistencia

Se controlará la consistencia de cada carga entregada, para lo cual se tomará una muestra representativa de ella que someterá al ensayo de asentamiento (INV E-404), cuyo resultado se deberá encontrar dentro de los límites indicados en los documentos del proyecto para cada clase de concreto, según lo mencionado en el numeral 630.4.2. En caso de no cumplirse este requisito, se rechazará la carga correspondiente. Por ningún motivo se permitirá la adición de agua al concreto elaborado para incrementar su asentamiento.

#### 630.5.2.5.3 Resistencia

El concreto por evaluar se agrupará por lotes, entendiendo por lote el volumen de concreto de

una misma clase, elaborado con la misma fórmula de trabajo, representado por un conjunto de muestras que se someterán a evaluación en forma parcial, como se describe a continuación.

Una parcialidad del lote estará constituida por el menor volumen resultante entre (i) cincuenta metros cúbicos (50 m<sup>3</sup>) y (ii) el volumen de concreto colocado en una jornada de trabajo.

De dicha parcialidad se tomará una muestra compuesta por cuatro (4) especímenes según el método descrito en la norma de ensayo INV E-401, con los cuales se fabricarán probetas cilíndricas según la norma INV E-402, para someterlas a ensayos de resistencia a compresión según la norma INV E-410. De ellas, se fallarán dos (2) a siete (7) días y dos (2) a veintiocho (28) días, luego de ser sometidas al curado normalizado. Los valores de resistencia a siete (7) días sólo se emplearán para verificar la regularidad de la calidad de la producción del concreto, mientras que los obtenidos a veintiocho (28) días se emplearán para la comprobación de la resistencia del concreto.

El promedio de la resistencia a compresión de los dos (2) especímenes tomados simultáneamente de una misma cochada, se considerará como el resultado de un ensayo ( $f_i$ ).

La resistencia de cada parcialidad del lote será considerada satisfactoria, si se cumplen simultáneamente las siguientes condiciones:

$$f_i \geq (f'_c - k_1) \quad [630.3]$$

$$f_m \geq f'_c \quad [630.4]$$

Donde:

$f_i$ : Resultado de un ensayo de resistencia a compresión a los veintiocho (28) días, en MPa.

$f'_c$ : Resistencia característica a compresión a los veintiocho (28) días, indicada en los planos del proyecto y utilizada para el diseño estructural de la obra, en MPa.

$k_1$ : Constante de evaluación. Para concretos con resistencia a la compresión a los veintiocho (28) días ( $f'_c$ ) menor o igual a 20 MPa,  $k_1 = 2.6$  MPa; para concretos con resistencia a la compresión a los veintiocho (28) días ( $f'_c$ ) mayor o igual a 20 MPa,  $k_1 = 3.5$  MPa.

$f_m$ : Valor promedio de resistencia a compresión a los veintiocho (28) días de tres (3) ensayos consecutivos (MPa). Cuando se trate de la primera muestra, su resultado se considerará como promedio y cuando se trate de la segunda, se tomará el promedio de las dos primeras.

El resultado de los cálculos de resistencia del concreto, en MPa, deberá ser aproximado a la décima, empleando el método de redondeo de la norma de ensayo INV E-823.

Si en algún momento una o las dos exigencias recién indicadas son incumplidas, el Interventor ordenará una revisión de la parte de la estructura que esté en duda, utilizando métodos idóneos para detectar las zonas más débiles y requerirá que el Constructor, a su costa, tome núcleos de dichas zonas, en acuerdo a la norma INV E-418.

Se deberán tomar tres (3) núcleos por cada valor no conforme. Si el concreto de la estructura va a permanecer seco en condiciones de servicio, los testigos se secarán al aire durante siete (7) días a



una temperatura entre dieciséis y veintisiete grados Celsius (16° C a 27° C) y luego se probarán secos. Si el concreto de la estructura se va a encontrar húmedo en condiciones de servicio, los núcleos se sumergirán en agua por cuarenta y ocho (48) horas y se fallarán a continuación.

Se considerará aceptable la resistencia del concreto de la zona representada por los núcleos, si el promedio de la resistencia a compresión de los tres (3) núcleos, corregida por la esbeltez, es al menos igual al ochenta y cinco por ciento (85 %) de la resistencia especificada en los planos ( $f'_c$ ), siempre que ningún núcleo tenga menos del setenta y cinco por ciento (75 %) de dicha resistencia.

Si los criterios de aceptación anteriores no se cumplen, el Constructor podrá solicitar que, a sus expensas, se hagan pruebas de carga en la parte dudosa de la estructura conforme lo especifica el reglamento ACI. Si estas pruebas dan un resultado satisfactorio, se aceptará el concreto en discusión. En caso contrario, el Constructor deberá adoptar las medidas correctivas que solicite el Interventor, las cuales podrán incluir la demolición parcial o total de la estructura, si fuere necesario, y su posterior reconstrucción, a costa del Constructor, sin costo alguno para el Instituto Nacional de Vías.

Siempre que se produzcan rechazos se deberá reiniciar el promedio de las medias móviles ( $f_m$ ) para las evaluaciones subsiguientes.

#### **630.5.2.6 Calidad del producto terminado**

##### **630.5.2.6.1 Desviaciones máximas admisibles en las dimensiones laterales**

- Vigas pretensadas y postensadas: -0.5 cm a + 1.0 cm

- Vigas, columnas, placas, pilas, muros y estructuras similares de concreto reforzado: -1.0 cm a +2.0 cm
- Muros, estribos y cimientos -2.0 cm a +5.0 cm

#### 630.5.2.6.2 Desplazamiento

El desplazamiento de las obras, con respecto a la localización indicada en los planos, no podrá ser mayor que la desviación máxima positiva (+) indicada para las desviaciones en el numeral 630.5.2.6.1.

#### 630.5.2.6.3 Otras tolerancias

- Espesores de placas: -1.0 cm a + 2.0 cm
- Cotas superiores de placas y andenes: -1.0 cm a + 1.0 cm
- Recubrimiento del refuerzo:  $\pm 10\%$
- Espaciamiento entre varillas: -2.0 cm a + 2.0 cm

#### 630.5.2.7 Regularidad de la superficie

La superficie no podrá presentar irregularidades que superen los límites que se indican a continuación, al colocar sobre la superficie una regla de tres metros (3 m).

- Placas y andenes: 0.4 cm
- Otras superficies de concreto simple o reforzado: 1.0 cm
- Muros de concreto ciclópeo: 2.0 cm

#### 630.5.2.8 Curado

Toda fundida de concreto que no sea correctamente curada, puede ser rechazada por el Interventor. Si se trata de una superficie de contacto con fundidas subsecuentes de concreto, deficientemente curada, el Interventor podrá exigir

la remoción de una capa hasta de cinco centímetros (5 cm) de espesor, por cuenta del Constructor, y su consecuente reposición con una mezcla satisfactoria, correctamente curada.

Todo concreto donde los materiales, mezclas y producto terminado excedan las tolerancias de esta especificación deberá ser corregido por el Constructor, a su costa, de acuerdo con las indicaciones del Interventor y a plena satisfacción de éste. Esta corrección podrá contemplar, inclusive, la demolición parcial o total de la estructura.

### **630.6 MEDIDA**

---

La unidad de medida del concreto estructural será el metro cúbico (m<sup>3</sup>), aproximado al décimo de metro cúbico, de mezcla de concreto realmente suministrada, colocada y consolidada en obra, debidamente acabada y curada y aceptada a satisfacción por el Interventor. El resultado de la medida se deberá reportar con la aproximación establecida, empleando el método de redondeo de la norma de ensayo INV E-823.

El volumen se determinará multiplicando la longitud horizontal, medida a lo largo de la estructura, por el ancho y espesor especificados en los planos o modificados por el Interventor. No se medirá, para los fines de pago, ninguna obra ejecutada por fuera de las dimensiones o líneas establecidas en los documentos del proyecto u ordenadas por el Interventor.

De los volúmenes calculados se deducirán los correspondientes a las tuberías de drenaje y elementos de acero, excepto los ocupados por el acero de refuerzo y de pre-esfuerzo.

### **630.7 FORMA DE PAGO**

---

El pago se hará al precio unitario del contrato por toda obra ejecutada de acuerdo con esta especificación y aceptada a satisfacción por el Interventor.

El precio unitario deberá cubrir todos los costos de adquisición, obtención de permisos y derechos de explotación y alquiler de las fuentes de las cuales se extraerán los agregados pétreos, así como el descapote y la preparación de las zonas por explotar y la adecuación paisajística de las fuentes para recuperar sus características hidrológicas superficiales al terminar la explotación.

Deberá cubrir, también, todos los costos de construcción o mejoramiento de las vías de acceso a las fuentes, los de la explotación de ellas; la selección, la trituración, y el eventual lavado y la clasificación de los materiales pétreos; el suministro, el almacenamiento, los desperdicios, cargues, transportes, descargues y las mezclas de todos los materiales constitutivos de la mezcla cuya fórmula de trabajo se haya aprobado, incluyendo los aditivos.

El precio unitario deberá incluir, también, los costos por concepto de patentes utilizadas por el Constructor; el suministro, instalación y operación de los equipos; la preparación de la superficie de las excavaciones si no está contemplada en el Artículo 600; el suministro de materiales y accesorios para las formaletas y la obra falsa y su construcción y remoción; el diseño y la elaboración de las mezclas de concreto, su cargue, transporte al sitio de la obra, colocación y vibrado; el suministro y la aplicación del producto para el curado del concreto terminado, la ejecución de juntas y de agujeros para drenaje, el acabado, la limpieza final de la zona de las obras y, en general, todo costo relacionado con la correcta ejecución de los trabajos especificados.

También, deberá incluir el costo de la señalización preventiva y el ordenamiento del tránsito automotor durante la ejecución de los trabajos, y los costos de administración, imprevistos y la utilidad del Constructor.

Las obras de concreto que estén cubiertas por otro ítem de pago, tampoco se consideran incluidas en el presente Artículo.

El acero de refuerzo se medirá y pagará de acuerdo con el Artículo 640 y el de preesfuerzo de acuerdo con el Artículo 641.

### 630.8 ÍTEM DE PAGO

---

630.1 Concreto Clase \_\_\_\_\_

Metro cúbico (m<sup>3</sup>)

*Nota: se deberá elaborar un ítem de pago para cada clase de concreto que tenga el proyecto. Cada clase de concreto deberá describirse completamente, de acuerdo con las indicaciones del numeral 630.2.6.*

## PAVIMENTO DE CONCRETO HIDRÁULICO

### ARTÍCULO 500 – 13

#### 500.1 DESCRIPCIÓN

---

Este trabajo se refiere a la construcción de un pavimento de concreto hidráulico con juntas; y consiste en la elaboración, el transporte, la colocación y el vibrado de una mezcla de concreto hidráulico en forma de losas, con o sin refuerzo; la ejecución y el sellado de juntas; el acabado, el curado y las demás actividades necesarias para la correcta construcción del pavimento de concreto hidráulico, de acuerdo con los alineamientos, cotas, secciones y espesores indicados en los planos del proyecto o ajustados por el Interventor.

#### 500.2 MATERIALES

---

##### 500.2.1 Concreto

Estará conformado por una mezcla homogénea de cemento con o sin adiciones, agua, agregados fino y grueso y aditivos, cuando estos últimos se requieran, materiales que deberán cumplir los requisitos básicos que se mencionan a continuación.

##### 500.2.1.1 Cemento

El cemento utilizado será hidráulico, de marca aprobada oficialmente, el cual deberá cumplir lo indicado en el Artículo 501. Si los documentos del proyecto o una especificación particular no señalan algo diferente, se empleará cemento hidráulico de uso general: Portland tipo I (norma ASTM C-150); tipo IS o IP (norma ASTM C595); o tipo GU (norma ASTM C1157).

El Constructor deberá presentar los resultados de todos los ensayos físicos y químicos relacionados con el cemento, como parte del diseño de la mezcla.

Si por alguna razón el cemento ha fraguado parcialmente o contiene terrones del producto endurecido, no podrá ser

utilizado. Tampoco se permitirá el empleo de cemento extraído de bolsas usadas en jornadas anteriores.

#### 500.2.1.2 Agua

Se considera adecuada el agua que cumpla los requisitos establecidos en el numeral 630.2.3 del Artículo 630.

#### 500.2.1.3 Agregado fino

Se considera como tal, la fracción que pasa el tamiz de 4.75 mm (No. 4). Provenirá de arenas naturales o de la trituración de rocas, gravas, escorias siderúrgicas u otro producto que resulte adecuado, de acuerdo con los documentos del proyecto.

El porcentaje de arena de trituración no podrá constituir más de treinta por ciento (30 %) de la masa del agregado fino.

El agregado fino deberá satisfacer el requisito granulométrico señalado en la Tabla 500 - 1. Además de ello, la gradación del agregado fino escogida para el diseño de la mezcla no podrá presentar más de cuarenta y cinco por ciento (45 %) de material retenido entre dos tamices consecutivos y su módulo de finura se deberá encontrar entre 2.3 y 3.1.

Siempre que el módulo de finura varíe en más de dos décimas (0.2) respecto del obtenido con la gradación escogida para definir la fórmula de trabajo, se deberá ajustar el diseño de la mezcla.

Tabla 500 - 1. Granulometría para el agregado fino para pavimentos de concreto hidráulico

TIPO DE GRADACIÓN	TAMIZ (mm / U.S. Standard)						
	9.5	4.75	2.36	1.18	0.600	0.300	0.150
	3/8"	No. 4	No. 8	No. 16	No. 30	No. 50	No. 100
% PASA							
UNICA	100	95-100	80-100	80-85	25-60	10-30	2-10

El agregado fino deberá cumplir, además, los requisitos de calidad indicados en la Tabla 500 - 2.

Tabla 500 - 2. Requisitos del agregado fino para pavimentos de concreto hidráulico

CARACTERÍSTICA	NORMA DE ENSAYO INV	REQUISITO
<b>Durabilidad (O)</b>		
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos, máximo (%)	E-220	10
- Sulfato de sodio		15
- Sulfato de magnesio		
<b>Limpieza (F)</b>		
Índice de plasticidad (%)	E-125 y E-126	NP
Equivalente de arena, mínimo (%)	E-133	60
Terrones de arcilla y partículas deleznable, máximo (%)	E-211	3
Partículas livianas, máximo (%)	E-221	0.5
Material que pasa el tamiz de 75 µm (No. 200), máximo (%)	E-14	3
<b>Contenido de materia orgánica (F)</b>		
Color más oscuro permisible	E-212	Igual a muestra patrón
<b>Características químicas (O)</b>		
Contenido de sulfatos, expresado como $SO_4^{2-}$ , máximo (%)	E-233	1.2
<b>Absorción (O)</b>		
Absorción de agua, máximo (%)	E-222	4

Si el agregado fino no cumple el requisito indicado en la Tabla 500 - 2 para el contenido de materia orgánica, se podrá aceptar si al ser ensayado en relación con el efecto de las impurezas orgánicas sobre la resistencia del mortero, se obtiene una resistencia relativa a siete (7) días no menor de noventa y cinco por ciento (95 %), calculada de acuerdo con el procedimiento descrito en la norma de ensayo ASTM C 87.

#### 500.2.1.4 Agregado grueso

Se considera como tal, la porción del agregado retenida en el tamiz de 4.75 mm (No. 4). Dicho agregado deberá proceder fundamentalmente de la trituración de roca o de grava o por una combinación de ambas; sus fragmentos deberán ser limpios, resistentes y durables, sin exceso de partículas planas, alargadas, blandas o desintegrables. Estará exento de polvo, tierra, terrones de arcilla u otras sustancias objetables que puedan afectar adversamente la calidad de la mezcla. No se permitirá la utilización de agregado grueso proveniente de escorias de alto horno.

Su gradación se deberá ajustar a alguna de las señaladas en la Tabla 500 - 3. Siempre que el tamaño máximo nominal sea mayor de 25.0 mm (1”), gradaciones AG-1 y AG-2, el agregado grueso se deberá suministrar en las dos fracciones que indica la Tabla 500 – 3.

Tabla 500 - 3. Granulometrías para el agregado grueso para pavimentos de concreto hidráulico

TIPO DE GRADACIÓN		TAMIZ (mm / U.S. Standard)								
		63.0	50.0	37.5	25.0	19.0	12.5	9.5	4.75	2.36
		2 ½”	2”	1 ½”	1”	¾”	½”	3/8”	No. 4	No. 8
		% PASA								
AG 1	Fracción 1: 2 ½” a 1”	100	90-100	35-70	0-15	-	0-5	-	-	-
	Fracción 2: 1 ½” a No.4	-	-	100	95-100	-	25-60	-	0-10	0-5
AG 2	Fracción 1: 2” a ¾”	-	100	90-100	20-55	0-15	-	0-5	-	-
	Fracción 2: 1” a No. 4	-	-	-	100	90-100	-	20-5	0-10	0-5
AG 3	1 ½” a No. 4	-	-	100	95-100	-	25-60	-	0-10	0-5

La curva granulométrica obtenida al mezclar los agregados grueso y fino en el diseño y construcción del concreto, deberá ser continua y asemejarse a las teóricas obtenidas al aplicar las fórmulas de Fuller o Bolomey.

El tamaño máximo nominal del agregado no deberá superar un tercio (1/3) del espesor de diseño del pavimento. El agregado grueso deberá cumplir, además, los requisitos de calidad señalados en la Tabla 500 - 4.

En los casos en los que la obtención de la textura superficial del pavimento se realice con denudación química, según las especificaciones del numeral 500.4.15 y se prevea, además, una incrustación de gravilla en la superficie del concreto fresco, combinada con la denudación, el tamaño de la gravilla incrustada estará comprendido entre cuatro y ocho milímetros ( 4 mm - 8 mm), su desgaste Los Ángeles, según la norma de ensayo INV E-218, no será superior a veinte por ciento (20 %) y su coeficiente de pulimento acelerado, según la norma de ensayo INV E-232, no será inferior a cincuenta centésimas (0.50).



Si se denuda el concreto sin incrustación de gravilla, el agregado grueso del concreto deberá tener también, como mínimo, el coeficiente de pulimento acelerado prescrito en el párrafo anterior.

Siempre que se requiera la mezcla de dos (2) o más agregados gruesos para obtener la granulometría de diseño, los requisitos indicados en la Tabla 500 - 4 para dureza, durabilidad y contenido de sulfatos deberán ser satisfechos de manera independiente por cada uno de ellos. La limpieza y las propiedades geométricas se medirán sobre muestras del agregado combinado en las proporciones definidas en la fórmula de trabajo.

Tabla 500 - 4. Requisitos del agregado grueso para pavimentos de concreto hidráulico

CARACTERÍSTICA	NORMA DE ENSAYO INV	REQUISITO
<b>Dureza (O)</b>		
Desgaste en la máquina de los Ángeles (Gradación A), máximo (%) - 500 revoluciones - 100 revoluciones	E-218	40 8
Degradación por abrasión en el equipo Micro-Deval, máximo (%)	E-238	30
Resistencia mecánica por el método del 10 % de finos - Valor en seco, mínimo (kN) - Relación húmedo/seco, mínimo (%)	E-224	90 75
<b>Durabilidad (O)</b>		
Pérdidas en el ensayo de solidez en sulfatos, máximo (%) - Sulfato de sodio - Sulfato de magnesio	E-220	10 15
<b>Limpieza (F)</b>		
Terrones de arcilla y partículas deleznable, máximo (%).	E-211	3
Partículas livianas, máximo (%).	E-221	0.5
<b>Geometría de las partículas (F)</b>		
Partículas fracturadas mecánicamente (una cara), mínimo (%)	E-227	60
Partículas planas y alargadas (relación 5:1), máximo (%)	E-240	10
<b>Características químicas (O)</b>		
Proporción de sulfatos del material combinado, expresado como $SO_4^{2-}$ , máximo (%)	E-233	1.0
Reactividad álcali - agregado grueso y fino: Concentración $SiO_2$ y reducción de alcalinidad R Nota: ver numeral 500.2.1.5.3	E-234	$SiO_2 \leq R$ cuando $R \geq 70$ $SiO_2 \leq 35 + 0.5R$ cuando $R < 70$

**500.2.1.5 Reactividad**

Para evaluar la posibilidad de que se presenten expansiones perjudiciales en el concreto debido a la reactividad de los agregados con los álcalis del cemento (reactividad álcali-sílice o álcali-carbonatos), se deberán seguir los lineamientos de las normas ASTM C33 y NTC 174.

**500.2.1.5.1 Evaluación de pavimentos en servicio comparables**

Para calificar la reactividad potencial, deberá prevalecer, en la mayoría de los casos, la evaluación de pavimentos en servicio que sean comparables; los pavimentos deben haber sido construidos empleando los mismos agregados y el mismo cemento, y deben tener en general al menos 10 años de servicio bajo condiciones de exposición suficientemente parecidas a las de la nueva estructura que se va a construir.

**500.2.1.5.2 Inspección petrográfica**

La inspección petrográfica para determinar si los agregados contienen sustancias que potencialmente pueden ser perjudicialmente reactivas y en qué cantidades están presentes, se deberá realizar siguiendo las normas ASTM C 295 y NTC 3773.

**500.2.1.5.3 Reactividad álcali-sílice**

Si el agregado califica como potencialmente reactivo con base en los criterios de la Tabla 500 - 4, no debe ser utilizado en la producción de concretos, a no ser que se demuestre que no es nocivo para el concreto con base en evaluaciones complementarias, como las indicadas en el apéndice de la especificación ASTM C33, en especial las que hacen referencia a las normas ASTM C 227 y C 1260.

Si en la mezcla se emplean arenas provenientes de escorias siderúrgicas, se comprobará que no contengan silicatos inestables ni compuestos ferrosos.

#### 500.2.1.5.4 Reactividad álcali-carbonatos

Los agregados fino y grueso no deberán presentar reactividad potencial de los carbonatos presentes en ellos con los álcalis del cemento. Aunque los agregados que pueden desarrollar potenciales reacciones perjudiciales álcali-carbonatos son poco frecuentes y rara vez hacen parte de los agregados con los cuales se elabora el concreto, si hay sospecha de su existencia se recurrirá a las normas de ensayo ASTM C586 o ASTM C1105 para calificar su potencial reactivo.

#### 500.2.1.6 Aditivos

Se podrán usar aditivos de reconocida calidad para modificar las propiedades del concreto, con el fin de que sea el más adecuado para las condiciones particulares del pavimento por construir. Su empleo se deberá definir por medio de ensayos efectuados con antelación a la obra, con las dosificaciones que garanticen el efecto deseado, sin que se perturben las propiedades restantes de la mezcla, ni representen peligro para la armadura que pueda tener el pavimento.

Los aditivos por usar pueden ser los siguientes:

- Inclusores de aire, los cuales deberán cumplir los requerimientos de la especificación ASTM C 260. El agente inclusor de aire deberá ser compatible con cualquier aditivo reductor de agua que se utilice.
- Aditivos químicos, que pueden ser reductores de agua, acelerantes de fraguado y retardantes de fraguado, los cuales deberán cumplir los requerimientos de la especificación ASTM C 494, incluyendo el ensayo de resistencia a la flexión. Los aditivos reductores de agua se deberán incorporar en la mezcla separadamente de los inclusores de aire, de conformidad con las instrucciones del fabricante.

La utilización de acelerantes y retardantes se debe evitar en la medida de lo posible; se podrán utilizar únicamente en casos especiales, previa evaluación por parte del Constructor, que permita definir las condiciones de empleo de los mismos. El documento con toda la sustentación respectiva, incluyendo los certificados de calidad de los productos propuestos, deberá ser presentado al Interventor para su evaluación y eventual aprobación, sin la cual no se permitirá su uso en el proyecto.

La utilización de acelerantes es indispensable en el caso de que se especifique el uso de concretos de fraguado rápido, técnica conocida como fast-track.

#### 500.2.2 Acero

En los documentos del proyecto se indicará el acero necesario para la construcción del pavimento, bien sea para los elementos de enlace o transferencia en las juntas o como refuerzo de las losas. Las barras de acero deberán cumplir con la especificación ASTM A 615.

##### 500.2.2.1 Pasadores o barras pasajuntas

En las juntas transversales que muestren los documentos técnicos del proyecto y/o en los sitios en que indique el Interventor, se colocarán pasadores como mecanismo para garantizar la transferencia efectiva de carga entre las losas adyacentes. Las barras serán de acero redondo y liso, con límite de fluencia ( $f_y$ ) mínimo de 280 MPa (2800 kg/cm<sup>2</sup>); ambos extremos de los pasadores deberán ser lisos y estar libres de rebabas cortantes. En general, las barras deberán estar libres de cualquier imperfección o deformación que restrinja su deslizamiento libre dentro del concreto.

Antes de su colocación, los pasadores se deberán revestir con una capa de grasa u otro material que permita el libre movimiento de ellos dentro del concreto e impida su oxidación.

El casquete para los pasadores colocados en las juntas transversales de dilatación deberá ser de metal u otro tipo de material aprobado y deberá tener la longitud suficiente para cubrir entre cincuenta y setenta y cinco milímetros (50 mm –

75 mm) del pasador, debiendo ser cerrado en el extremo y con un tope para mantener la barra al menos a veinticinco milímetros (25 mm) del fondo del casquete. Los casquetes deberán estar diseñados para que no se desprendan de los pasadores durante la construcción.

#### 500.2.2.2 Barras de amarre

En las juntas que muestren los documentos técnicos del proyecto y/o en los sitios en que indique el Interventor, se colocarán barras de amarre, con el propósito de evitar el desplazamiento de las losas y la abertura de las juntas. Las barras serán corrugadas, con límite de fluencia ( $f_y$ ) de 420 MPa (4200 kg/cm<sup>2</sup>).

En general, las barras de amarre no deberán ser dobladas y enderezadas; sin embargo, si por razones constructivas es absolutamente indispensable doblarlas y enderezarlas con expresa autorización del Interventor, se deberá utilizar un acero con límite de fluencia ( $f_y$ ) de 280 MPa (2800 kg/cm<sup>2</sup>); en este caso, el Constructor deberá rediseñar el sistema de barras de amarre para acomodarlo a la nueva resistencia, rediseño que deberá ser verificado y aprobado por el Interventor.

#### 500.2.2.3 Refuerzo de las losas

Los documentos del proyecto pueden requerir la colocación de una o dos parrillas de refuerzo en todas o algunas de las losas del proyecto, bien sea como parte integral del diseño o como sistema para controlar la aparición o el ensanche de grietas. Como guía general, se requerirá la colocación de, al menos, una parrilla de refuerzo en las losas que tengan las siguientes características:

- Longitud de la losa (mayor dimensión en planta) superior a 24 veces el espesor de la misma;
- Losas con relación largo/ancho mayor que 1.4;
- Losas de forma irregular (diferente de la rectangular o cuadrada);

- Losas con aberturas en su interior para acomodar elementos tales como pozos de inspección o sumideros.

Losas en las cuales no coinciden las juntas con las de las losas adyacentes.

El acero de refuerzo de las losas estará constituido por barras corrugadas con límite de fluencia ( $f_y$ ) de 420 MPa (4200 kg/cm<sup>2</sup>). Todos los detalles del refuerzo, como cuantía, distribución, localización, etc., deberán quedar claramente definidos en los documentos técnicos del proyecto.

### 500.2.3 Productos de curado

El curado del concreto se podrá llevar a cabo por medio de:

- Humedad;
- Cubrimiento con películas líquidas;
- Cubrimiento con membranas.

#### 500.2.3.1 Curado por humedad

Si el curado se realiza mediante humedad, el agua utilizada deberá cumplir los requisitos del numeral 630.2.3 del Artículo 630. El material de cobertura podrá ser tela de fique o algodón, arena u otro producto de alta retención de humedad.

#### 500.2.3.2 Cubrimiento con películas líquidas

Para el recubrimiento con películas líquidas, se empleará un producto de reconocida calidad que, aplicado mediante aspersión sobre la superficie del pavimento, genere una película que garantice el correcto curado de éste. Deberá ser de un color claro para reflejar la luz y deberá permitir la verificación de la homogeneidad del vaciado de la mezcla.

La efectividad de los productos de curado se debe demostrar mediante experiencias previas exitosas o ensayos al inicio de la colocación del concreto. Deberán cumplir la especificación ASTM C 309, tipo 2 clase B, o clase A sólo si la base es de parafina.

**500.2.3.3 Cubrimiento con membranas.**

Las láminas de curado pueden ser de polietileno blanco o de papel de curado, que cumplan la especificación ASTM C 171.

**500.2.4 Membranas para la separación del pavimento**

En caso de que los documentos del proyecto lo dispongan, se emplearán membranas de separación entre las losas y su capa de apoyo, cuya función es evitar la adherencia entre el concreto de las losas y el material de base o evitar el reflejo de fisuras de la base en las losas de concreto. Estas membranas deberán cumplir la especificación ASTM C 171.

Este tipo de membranas es recomendable cuando las losas de concreto se apoyan sobre bases de concreto sin juntas o con juntas que no coincidan con las de las losas del pavimento.

**500.2.5 Productos para las juntas****500.2.5.1 Material de sello**

El material de sello podrá ser de silicona o de aplicación en caliente. En los documentos técnicos del proyecto se especificará el tipo de material de sello por emplear en las juntas del pavimento, el cual deberá cumplir las especificaciones de la Tabla 500 - 5.

Tabla 500 - 5. Especificaciones para el material de sello de juntas en pavimentos de concreto hidráulico

TIPO DE SELLO	ESPECIFICACIÓN ASTM
Sello de silicona	D5893, tipo autonivelante
Sello de aplicación en caliente	D 6690

**500.2.5.2 Tirilla o cordón de respaldo**

La tirilla de respaldo deberá ser de espuma de polietileno extruida de celda cerrada y de diámetro aproximadamente veinticinco por ciento (25 %) mayor que el ancho de la caja de junta. Deberá cumplir con la especificación ASTM D 5249.

### 500.2.5.3 Material de relleno para juntas de expansión

El material de relleno para juntas de expansión deberá ser suministrado en piezas de la altura y el largo requeridos para la junta. Previa autorización del Interventor, se podrán utilizar ocasionalmente dos piezas para completar el largo (nunca la altura), caso en el cual los dos extremos que se juntan deberán quedar adecuadamente asegurados, para garantizar la conservación de la forma requerida, sin moverse. Los materiales por emplear deberán cumplir alguna de las especificaciones ASTM D 994, D 1751 o D 1752.

### 500.2.6 Resina epóxica

Si se insertan barras dentro del concreto endurecido, en orificios elaborados mediante taladrado, su anclaje al pavimento se deberá asegurar empleando resina epóxica conforme con la especificación ASTM C 881, Tipo I, grado 3, clase C. Las clases A y B se pueden emplear, si la temperatura del concreto endurecido es inferior a dieciséis grados Celsius (16° C).

La resina epóxica que se utilice para la reparación de fisuras a edades tempranas del concreto, deberá ser del Tipo IV, Grado 1, de la especificación ASTM C 881, y la que se use como imprimante para la reparación de juntas astilladas, será del Tipo III, Grado 1, de la misma especificación.

## 500.3 EQUIPO

---

El Constructor deberá poner al servicio de los trabajos contratados todo el equipo necesario para manejar los materiales y mezclas y ejecutar todas las partes del pavimento de concreto hidráulico, conforme se establece en el presente Artículo.

Para definir el equipo de construcción del pavimento, el Constructor deberá tener en cuenta todos los aspectos relacionados con la logística de producción, transporte y colocación, y las condiciones del proyecto, tales como el perfil de la vía y el espacio disponible. La selección del equipo más adecuado en términos de calidad y rendimiento deberá considerar, entre otros, los siguientes aspectos:

- Perfil especificado para la vía;



- Ancho de calzada;
- Ancho de fundida;
- Espesor del pavimento;
- Condiciones del entorno;
- Rendimiento requerido.

Todo el equipo deberá ser situado en el sitio de los trabajos con anticipación suficiente al inicio de las operaciones de pavimentación, con el fin de que el Interventor lo pueda revisar con todo detalle y aprobar su utilización.

En todos los casos, el equipo se deberá ajustar a lo dispuesto en la legislación vigente en las materias ambiental, de seguridad, de salud y de transporte.

#### **500.3.1 Equipo para la elaboración de agregados y la fabricación del concreto**

Al respecto, resulta aplicable el contenido de los numerales 630.3.1 y 630.3.2 del Artículo 630. La producción horaria de la central de fabricación deberá ser capaz de suministrar el concreto sin que se interrumpa la alimentación de la pavimentadora, cuando este equipo se utilice.

#### **500.3.2 Elementos de transporte**

El transporte del concreto a la obra se realizará en camiones mezcladores provistos de tambor giratorio cerrado con paletas internas, los cuales estarán equipados con cuentarrevoluciones. Deberán ser capaces de proporcionar mezclas homogéneas y descargar su contenido sin que se produzcan segregaciones.

Para distancias de transporte cortas, se podrán emplear camiones del tipo volqueta, sin elementos de agitación, de forma que se impida toda segregación, exudación, evaporación de agua o intrusión de cuerpos extraños en aquél. Su caja deberá ser lisa y estanca, y estar perfectamente limpia, para lo cual se deberá disponer de un equipo adecuado. Estos camiones deberán estar siempre provistos de una lona o cobertor para proteger el concreto fresco durante su transporte, evitando la excesiva evaporación del agua o la intrusión de elementos extraños. Se deberá disponer de los equipos necesarios para la limpieza de los elementos de transporte antes de recibir una nueva carga de concreto.

Ambos tipos de equipos de transporte deben cumplir la especificación ASTM C 94.

El Constructor deberá tener en cuenta y cumplir todas las disposiciones vigentes sobre tránsito automotor y medio ambiente, emanadas por las autoridades competentes, en especial el Ministerio de Transporte (MT) y el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

### **500.3.3 Equipos de puesta en obra del concreto**

La mezcla de concreto se extenderá y se consolidará por los medios apropiados para garantizar la homogeneidad de la mezcla colocada, evitando la segregación y la aparición de vacíos y logrando alcanzar el espesor y la densidad adecuados y el contenido de aire especificado. La colocación se puede realizar mediante extendido entre formaletas fijas o con equipos de formaletas deslizantes.

En general, el extendido entre formaletas fijas solo se recomienda para vías con nivel de tránsito uno (NT1) o para elementos especiales en vías de alto tránsito, tales como intercambiadores, remates, áreas pequeñas y similares. Para vías con tránsitos mayores (NT2 y NT3), se recomienda el extendido con equipos de formaletas deslizantes.

#### **500.3.3.1 Elementos necesarios para la puesta en obra del concreto empleando formaletas fijas**

Cuando se emplee el método de construcción con formaletas fijas, el equipo mínimo necesario para la ejecución de las obras estará integrado, básicamente, por los siguientes elementos:

##### **500.3.3.1.1 Formaletas**

Las secciones de formaleta para la construcción no deberán tener una longitud menor de tres metros (3 m) y su altura será igual al espesor del pavimento por construir. Deberán ser metálicas y tener la suficiente rigidez para que no se deformen durante la colocación del concreto y, si van a servir como rieles para el desplazamiento de equipos, para no deformarse bajo la circulación de los mismos. El ancho de su base debe ser mayor o igual al ochenta

por ciento (80 %) del espesor del pavimento y nunca menor de veinte centímetros (20 cm).

En la mitad de su espesor y a los intervalos requeridos, las formaletas tendrán orificios para insertar a través de ellos las barras de amarre, cuando ellas estén contempladas en el proyecto de las obras.

La fijación de las formaletas al suelo se hará mediante pasadores de anclaje adecuadamente separados, que impidan cualquier desplazamiento vertical u horizontal a causa de la presión de la mezcla y de la vibración del equipo.

En las curvas, las formaletas se acomodarán a los polígonos más convenientes, pudiéndose emplear formaletas rectas rígidas, de la longitud que resulte más adecuada.

Se deberá disponer de un número suficiente de formaletas para tener colocada, en todo momento de la obra, una longitud por utilizar igual o mayor que la requerida para tres (3) horas de trabajo, más la cantidad necesaria para permitir que el desformateado del concreto se haga a las dieciséis (16) horas de su colocación.

#### **500.3.3.1.2 Equipo para la construcción del pavimento**

Estará constituido por reglas o rodillos vibratorios que se desplazan sobre las formaletas fijas y producen simultáneamente la consolidación y la nivelación de la superficie del pavimento. Deberán tener el peso adecuado y contar con sus sistemas de vibración en apropiado estado de funcionamiento.

Para lograr la consolidación adecuada del concreto, será indispensable añadir vibración interna por medio de vibradores de agujas. En todos los casos, el equipo de vibración deberá garantizar una densificación uniforme en profundidad y en planta; el número, el espaciamiento y la frecuencia de los vibradores serán los necesarios para obtener un

concreto homogéneo y denso, que cumpla las recomendaciones de la norma ACI – 309R, relacionadas con la consolidación del concreto. La frecuencia de vibración de cada unidad no será inferior a tres mil quinientos (3500) ciclos por minuto para los vibradores de superficie, ni menor de cinco mil (5000) ciclos por minuto para los vibradores del interior, y la amplitud de vibración deberá ser suficiente para ser perceptible en la superficie del concreto a lo largo de la longitud vibrante y a una distancia mayor de trescientos milímetros (> 300 mm).

El Constructor deberá proveer un sistema electrónico o mecánico para verificar las características de operación de los vibradores, las cuales deben ser controladas al menos dos (2) veces al día o cuando lo solicite el Interventor.

#### **500.3.3.2 Pavimentadora de formaletas deslizantes para la puesta en obra del concreto**

La máquina pavimentadora de formaletas deslizantes deberá extender el concreto fresco en el espesor de diseño, consolidarlo y enrasarlo uniformemente, para obtener un pavimento denso y homogéneo.

La pavimentadora deberá estar equipada de un sistema guiado por hilo, con mecanismos de ajuste suficientemente sensibles para que actúen cuando las desviaciones de la máquina respecto del hilo excedan de tres milímetros (3 mm) en elevación o diez milímetros (10 mm) en planta.

La máquina deberá estar dotada de formaletas móviles de dimensiones, forma y resistencia suficientes para sostener lateralmente el concreto fresco durante el tiempo necesario para la construcción del pavimento, con la sección transversal requerida, sin caídas en los bordes de la losa. Deberá tener, además, dispositivos adecuados para mantener limpios los caminos de rodadura del conjunto de los equipos de extensión y terminación.

La pavimentadora consolidará adecuadamente el concreto por vibración interna en todo el ancho colocado, mediante vibradores transversales o una serie de unidades de vibrado longitudinal; en este caso, la separación entre unidades de vibrado estará comprendida entre cuatrocientos y seiscientos milímetros (400 mm-600 mm), medidos centro a centro. Además, la separación entre el centro de la unidad de vibrado externa y la cara interna de la formaleta correspondiente, no excederá de ciento cincuenta milímetros (150 mm).

La frecuencia de vibración de cada unidad no será inferior a cinco mil (5000) ciclos por minuto y la amplitud de la vibración deberá ser suficiente para ser perceptible en la superficie de concreto a lo largo de la longitud vibrante y a una distancia mayor de trescientos milímetros (> 300 mm).

Los elementos vibratorios de la pavimentadora no se deberán apoyar sobre pavimentos terminados y dejarán de funcionar en el instante en que ella se detenga.

La longitud de la placa conformadora de la pavimentadora será la necesaria para que no se aprecien ondulaciones en la superficie del concreto tras el borde posterior de la placa.

Si los pasadores o las barras de amarre se insertan en el concreto fresco por vibración, el equipo de inserción no requerirá que la pavimentadora se detenga y, para los pasadores, deberá estar dotado de un dispositivo que señale automáticamente su posición, con el fin de garantizar que las juntas queden centradas en ellos con una tolerancia máxima de cincuenta milímetros (50 mm) respecto de la posición real.

Detrás del equipo de inserción de los pasadores, o si el concreto se extiende en una única capa, la pavimentadora deberá ir provista de un fratás mecánico transversal oscilante, capaz de corregir todo tipo de irregularidades; así mismo, se arrastrará una arpillera mojada que borre las huellas producidas por el fratás. La arpillera consistirá de una tela de fique o yute con una masa mínima de trescientos gramos por metro cuadrado (300 g/m<sup>2</sup>), que cubra toda la superficie de terminación con una longitud de asiento

mínima al arrastrar, de un metro y medio (1,5 m). Además de mantenerse húmeda, la arpillera se deberá cambiar o lavar periódicamente.

#### **500.3.3.3 Equipos para la extensión manual del concreto**

En áreas localizadas de pequeñas dimensiones, inaccesibles al equipo convencional, el Interventor podrá autorizar la extensión y la consolidación del concreto por medios manuales. En este caso, para distribuir el concreto se emplearán palas y para enrasarlo se usará una regla vibratoria ligera.

#### **500.3.4 Herramientas y elementos para el acabado**

##### **500.3.4.1 Flotador o enrasador**

Esta herramienta manual de acabado superficial tendrá una superficie metálica, lisa y rígida, provista de un mango largo articulado que, al ser rotado, acciona un mecanismo de elevación que le permite el deslizamiento planeando sobre la superficie del concreto. Su longitud deberá ser del orden de tres metros (3 m) y su ancho de ciento cincuenta milímetros (150 mm); para áreas pequeñas, la longitud se puede reducir a un metro y medio (1.5 m) y su ancho a cien milímetros (100 mm). Deberá tener sus bordes ligeramente curvos y chaflanados, evitando que se hunda en el concreto fresco, dejando surcos. Su sección transversal deberá tener forma de canal.

##### **500.3.4.2 Tela de fique o de yute**

Será tejido de fibra vegetal de fique o de yute que se pasa en sentido longitudinal a la vía, luego de haber realizado el allanado. La tela no deberá tener costuras internas que dejen marcas en la superficie del pavimento.

##### **500.3.4.3 Cepillo de texturizado**

Esta herramienta constará de un cuerpo principal en forma de rastrillo o peine, que debe medir aproximadamente ochenta centímetros (0.80 m) de largo, con dientes metálicos flexibles y un mango. El peine metálico deberá ser utilizado

para dejar una textura estriada transversal en la superficie del concreto. La herramienta puede ser de manejo manual o puede ir montada sobre una máquina que sigue a la máquina pavimentadora, a una distancia determinada por la consistencia del concreto.

Los dientes del peine deberán tener un ancho de cerda de tres más o menos un milímetro ( $3 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$ ) y las separaciones entre dientes deberán ser las adecuadas, de manera de minimizar el ruido producido por el tránsito automotor al circular sobre el concreto endurecido, recomendándose valores promedio al azar, de trece milímetros (13 mm) o veintiséis milímetros (26 mm). La huella que deja el peine en el concreto fresco deberá tener entre tres y seis milímetros (3 mm - 6 mm) de profundidad.

Los dientes deberán estar colocados aproximadamente a cuarenta y cinco grados ( $45^\circ$ ), evitando así que ellos saquen los agregados a la superficie.

### **500.3.5 Equipos para el curado del concreto**

En el caso de membranas de curado, su aplicación se deberá realizar por medio de equipos pulverizadores mecánicos que aseguren un reparto uniforme y continuo del producto en todo lo ancho de la losa y en sus costados descubiertos. Estos equipos deberán estar provistos de dispositivos que proporcionen una adecuada protección del producto pulverizado contra el viento, así como de otro dispositivo dentro del tanque de almacenamiento del producto, cuya función es mantenerlo en agitación durante su aplicación.

En áreas reducidas o inaccesibles a dispositivos mecánicos, el Interventor podrá autorizar el empleo de aspersores manuales.

### **500.3.6 Elementos para la ejecución de juntas**

#### **500.3.6.1 Equipos de corte**

Para el corte de las juntas en el concreto endurecido se deberán usar equipos con disco de diamante o de algún otro elemento abrasivo que permita obtener resultados equivalentes; la calidad de los equipos y discos, así como la

idoneidad del personal que los opera, deberá garantizar que la labor se desarrolle sin generar desportillamientos o agrietamientos en las zonas de corte. La potencia de cada equipo deberá ser, cuando menos, de dieciocho caballos (18 CV).

Se requerirán discos de diferentes diámetros y anchos para realizar los cortes iniciales y el ensanche de los mismos. Los equipos podrán ser de discos sencillos o múltiples. Los equipos de corte disponibles deberán permitir cortar las juntas requeridas para un (1) día de trabajo (incluida la junta longitudinal) en menos de ocho (8) horas. Además, el Constructor deberá contar con máquinas de reemplazo en caso de daño.

#### **500.3.6.2 Elementos para la ejecución de la juntas en fresco**

Para la ejecución de las juntas en fresco, se empleará un equipo con cuchillas vibrantes o se podrán emplear dispositivos para la inserción de tiras continuas de plástico, con un espesor mínimo de treinta y cinco centésimas de milímetro (0.35 mm).

#### **500.3.7 Equipos de lavado, secado y sellado de juntas**

El equipo necesario para la ejecución de este trabajo deberá ser el recomendado por el fabricante del sello y deberá contar con la aprobación del Interventor, antes del inicio de las labores correspondientes.

#### **500.3.8 Bombas de agua de bajo consumo y alta presión**

El Constructor deberá garantizar la adecuada limpieza de la cavidad de corte de las juntas. Para ello, deberá proponer, para evaluación y eventual aprobación del Interventor, los equipos apropiados, dentro de las restricciones ambientales que puedan existir. Para el correcto lavado de las juntas se podrán utilizar bombas de agua de bajo consumo y de alta presión. La presión será, como mínimo, de 10 MPa.



### 500.3.9 Compresores de aire

El Constructor deberá garantizar el adecuado secado de la cavidad de corte. Para ello, deberá proponer, para evaluación y eventual aprobación del Interventor, los equipos más apropiados, dentro de las restricciones ambientales que puedan existir. Para el correcto secado de las juntas se podrán utilizar compresores de aire, de 1 MPa y caudal de setenta litros por segundo (70 l/s).

### 500.3.10 Equipos para la inserción del sello

Para la colocación del sello se podrán utilizar pistolas de calafateo o bombas para canecas con el producto sellante. En todo caso, los equipos deberán ser los recomendados por los fabricantes del material de sello.

## 500.4 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

---

### 500.4.1 Explotación de materiales y elaboración de agregados

Al respecto, resulta aplicable lo descrito en el numeral 630.4.1 del Artículo 630.

### 500.4.2 Estudio de la mezcla y obtención de la fórmula de trabajo

Con suficiente antelación al inicio de los trabajos, el Constructor suministrará al Interventor, para su verificación, muestras representativas de los agregados, cemento, agua y eventuales aditivos por utilizar, avaladas por los resultados de ensayos de laboratorio que garanticen la conveniencia de emplearlos en el diseño de la mezcla.

Una vez el Interventor efectúe las comprobaciones que considere necesarias y dé su aprobación a los materiales cuando resulten satisfactorios, de acuerdo con lo que establece la presente especificación, el Constructor diseñará la mezcla mediante algún método reconocido y definirá una fórmula de trabajo, la cual someterá a aprobación del Interventor. Dicha fórmula señalará:

- El tipo y la marca de cemento;
- Las proporciones en que se deben mezclar los agregados disponibles y la gradación media a que da lugar dicha mezcla, por los tamices

correspondientes a la granulometría aceptada, así como la franja de tolerancia dentro de la cual es válida la fórmula propuesta;

- Módulo de finura del agregado fino;
- Las dosificaciones de cemento, agua libre y eventuales aditivos, por metro cúbico (m<sup>3</sup>) de concreto fresco;
- La consistencia del concreto;
- El contenido de aire (si se ha especificado).

En la Tabla 500 - 6 se presentan los requisitos mínimos que deben cumplir las mezclas de concreto para pavimentos de concreto hidráulico.

Tabla 500 - 6. Criterios de diseño para la mezcla de concreto en pavimentos de concreto hidráulico

CARACTERÍSTICA	NORMA DE ENSAYO INV	REQUISITO
Resistencia a la flexotracción a veintiocho (28) días, mínimo (MPa): - Tránsito NT1 - Tránsito NT2 - Tránsito NT3 (Nota 1)	E-414	3.8 4.0 4.2
Contenido de cemento en masa por m <sup>3</sup> de concreto, mínimo ( kg) - Concreto de fraguado normal - Concreto de fraguado rápido (técnica fast-track)	-	300 350
Relación agua / material cementante, máximo - Concreto de fraguado normal - Concreto de fraguado rápido (técnica fast-track)	-	0.48 0.45
Asentamiento ( mm): - Formaleta fija - Formaleta deslizante	E-404	25 a 50 13 a 38

*Nota 1: si el proyecto especifica el uso de concretos de fraguado rápido, los documentos técnicos deberán definir la edad a la cual se deberá alcanzar la resistencia de diseño.*

Para cada dosificación ensayada, se controlarán la consistencia (INV E-404), las resistencias a flexotracción (INV E-414) a siete (7) y veintiocho (28) días y, cuando se exija, el contenido de aire incluido (INV E-406).

Los ensayos de resistencia se llevarán a cabo sobre probetas procedentes de cuatro (4) amasadas diferentes de concreto, elaborando series de cuatro (4) probetas por amasada.

De cada serie se ensayarán dos (2) probetas a siete (7) días y dos (2) a veintiocho (28) días, obteniéndose los valores promedio de cada grupo de resultados. Se considerará como fórmula de trabajo la mezcla cuyo valor promedio obtenido a veintiocho (28) días supere la resistencia especificada de diseño con un margen suficiente para que sea razonable esperar que, con la dispersión que introduce la ejecución de la obra, la resistencia característica real de la mezcla también sobrepase la especificada. Al efecto, el Constructor deberá tener en cuenta que la magnitud en que el promedio de resistencia de la mezcla deba exceder la resistencia especificada de diseño dependerá de la desviación estándar de la resistencia durante la etapa de producción y de la precisión con la que dicho valor pueda ser estimado a partir de datos históricos sobre mezclas iguales o similares.

Será obligatoria la realización de ensayos de módulo de elasticidad estáticos a los veintiocho (28) días, para la mezcla diseñada, según la norma de ensayo INV E-424. Este módulo podrá ser medido sobre cilindros fabricados para ensayar a tracción indirecta (norma de ensayo INV E-411). Los documentos del proyecto podrán establecer requisitos mínimos para el módulo de elasticidad del concreto, caso en el cual la mezcla deberá ser diseñada para cumplir también con dicho requisito.

El Constructor deberá remitir al Interventor el diseño completo de la mezcla, mostrando las proporciones y los resultados de resistencia a flexotracción del concreto a siete (7) y veintiocho (28) días, así como el módulo de elasticidad, determinado según la norma de ensayo INV E-424, y la densidad del concreto endurecido, determinada según la norma de ensayo ASTM C 642. El diseño deberá incluir una copia de todos los formularios de ensayo, incluyendo las fechas de las pruebas, una lista completa de los materiales, indicando tipo, fuente y características especificadas, tipo y resultados de las pruebas físicas y químicas sobre el cemento, el agua y los eventuales aditivos. También, deberá incluir el módulo de finura de la arena y el contenido de aire incluido en la mezcla. El diseño no podrá tener una edad superior a noventa (90) días y la producción industrial de la mezcla no podrá comenzar hasta que el Interventor apruebe el informe de diseño por escrito.

Durante el estudio de la fórmula de trabajo, se podrá establecer una correlación entre la resistencia a la flexión (INV E-414) y la resistencia a la compresión inconfiada (norma INV E-410, para tránsitos NT-1), o a la tracción indirecta (INV E-411, para tránsitos NT2 y NT3). Los resultados de las pruebas de resistencia a la compresión inconfiada o a la tracción indirecta solo se podrá aceptar como herramienta de control si se ha establecido, a través de ensayos con los mismos ingredientes de la mezcla y para la misma edad, una correlación confiable entre ella y la resistencia a flexión ( $r^2 \geq 0.90$ ).

Durante la etapa de producción se deberá reajustar la fórmula de trabajo cada vez que varíe alguno de los siguientes factores:

- El tipo, la clase o la categoría del cemento y/o su marca;
- El tipo, la absorción y el tamaño máximo del agregado grueso;
- El tipo de agregado fino o su módulo de finura en más de dos décimas (0.2);
- La naturaleza o la proporción de los aditivos;
- El método de puesta en obra;
- La procedencia del agua;
- Las tolerancias granulométricas indicadas en la Tabla 500 - 8.

#### 500.4.3 Tramo de prueba

Aceptados por el Interventor la fórmula de trabajo y el informe con el diseño de la mezcla, se procederá a la realización de un tramo de prueba con el mismo equipo, velocidad de puesta en obra y espesor de pavimento que se vayan a utilizar en la obra. La construcción de este tramo de prueba, de mínimo cien metros (100 m) de longitud en dos (2) carriles, será obligatoria en proyectos diseñados para NT3. Su obligatoriedad para niveles de tránsito menores deberá ser establecida en los documentos contractuales del proyecto.

El tramo servirá para verificar las condiciones de elaboración de la mezcla y comprobar que la colocación es adecuada y que los medios de vibración disponibles son capaces de consolidar adecuadamente el concreto en todo el espesor del pavimento; que se cumplen las limitaciones sobre uniformidad y regularidad superficial establecidas por la presente

especificación; que el proceso de curado y protección del concreto fresco es adecuado y que las juntas se realizan correctamente.

En caso que los resultados del primer tramo no sean satisfactorios, éste se demolerá por cuenta del Constructor y se construirá otro u otros, introduciendo variaciones en los equipos, métodos de ejecución o, incluso, en la dosificación, hasta obtener un pavimento con las condiciones exigidas. Logrado esto, se podrá proceder a la construcción del pavimento contratado.

Del trabajo satisfactorio se extraerán cinco (5) núcleos cilíndricos de ciento cincuenta (150 mm) de diámetro para determinar la densidad y la resistencia a la tracción indirecta. Estos testigos se tomarán conforme lo indica la norma de ensayo INV E-418, a los veintiséis (26) días de la puesta en obra, en sitios distantes entre sí no menos de siete metros (7 m) en sentido longitudinal y a no menos de quinientos milímetros (500 mm) de cualquier junta o borde.

Los testigos se sumergirán en agua durante cuarenta y ocho (48) horas y se someterán en seguida a ensayos de resistencia (compresión o tracción indirecta) y densidad (norma de ensayo ASTM C 642). Los documentos del proyecto deberán indicar cuál de los ensayos de resistencia se deberá aplicar; si no lo mencionan, se aplicará el ensayo de resistencia a la compresión (norma de ensayo INV E-410) para tránsito NT1 y resistencia a la tracción indirecta (norma de ensayo INV E-411) para tránsitos NT2 y NT-3.

La extracción de los testigos servirá, también, para observar la homogeneidad del concreto colocado, como verificación de los procesos de colocación y vibrado. La eventual presencia de hormigueros hará obligatoria la demolición de las losas afectadas y el replanteamiento completo de los procesos de colocación y vibrado del concreto.

Todos los orificios resultantes de la extracción de testigos del tramo de prueba aprobado, para determinar la resistencia y la densidad, deberán ser rellenados, vibrados y curados por el Constructor, a la mayor brevedad posible y sin costo para el Instituto Nacional de Vías, con un concreto de igual o mayor resistencia que el extraído.

**500.4.4 Preparación de la superficie existente**

La mezcla no se extenderá hasta que se compruebe que la superficie sobre la cual se va a colocar tenga la densidad apropiada y las cotas indicadas en los planos o definidas por el Interventor. Todas las irregularidades que excedan las tolerancias establecidas en la especificación de la unidad de obra correspondiente, se corregirán de acuerdo con lo establecido en ella, a plena satisfacción del Interventor.

Cuando la superficie existente presente deficiencias en las cotas en relación con las previstas en los planos o autorizadas por el Interventor, la deficiencia se deberá completar con material de pavimento de concreto hidráulico. El volumen de concreto colocado para suplir dicha deficiencia no será objeto de pago, si la capa de apoyo fue construida en desarrollo del mismo contrato.

Inmediatamente antes de verter el concreto, se humedecerá la superficie de apoyo del pavimento, sin que se alcance la saturación, para prevenir pérdidas rápidas en la humedad de la mezcla o, si el proyecto lo contempla, la superficie se cubrirá con papel especial o con material plástico, con traslajos no inferiores a ciento cincuenta milímetros (150 mm) y plegándose lateralmente contra las formaletas, cuando éstas se utilicen. El traslajo se hará teniendo en cuenta las pendientes longitudinal y transversal, para asegurar la impermeabilidad.

En todos los casos, se prohibirá circular sobre la superficie preparada, salvo las personas y equipos indispensables para la ejecución del pavimento.

Los requisitos indicados en este numeral rigen, también, para el tramo de prueba al cual hace referencia el numeral precedente.

**500.4.5 Elaboración de la mezcla****500.4.5.1 Manejo y almacenamiento de los agregados pétreos**

Los agregados se producirán o suministrarán en fracciones granulométricas diferenciadas, que se acopiarán y manejarán por separado hasta su introducción en las tolvas de agregados. Cada fracción será suficientemente homogénea y se deberá poder acopiar y manejar sin peligro de segregación, observando las precauciones que se detallan a continuación.

Cada fracción del agregado se deberá acopiar separada de las demás, para evitar que se produzcan contaminaciones entre ellas. Si los acopios se fueran a disponer sobre el terreno natural, se drenará la plataforma y no se utilizarán los quince centímetros (15 cm) inferiores de los mismos, a no ser que la zona de acopio esté pavimentada. Los acopios se construirán por capas de espesor no inferior a un metro y medio (1,5 m), y no por montones cónicos. Las cargas del material se colocarán adyacentes, tomando las medidas oportunas para evitar su segregación.

Cuando se detecten anomalías en el suministro de los agregados, ellos se acopiarán por separado hasta confirmar su aceptación; esta misma medida se aplicará cuando se autorice el cambio de procedencia de un agregado. No se emplearán métodos de transporte, desde los acopios hasta las tolvas de la central, que pudieran causar segregación, degradación o mezcla de fracciones de distintos tamaños.

La cantidad de los agregados almacenados al iniciar las obras, debe ser suficiente para quince (15) días de trabajo o para toda la obra, si el plazo para la colocación del concreto en obra es menor.

#### **500.4.5.2 Suministro y almacenamiento del cemento**

Al respecto se aplica lo prescrito en el numeral 630.4.5.2 del Artículo 630.

#### **500.4.5.3 Almacenamiento de aditivos**

En relación con el almacenamiento de aditivos, rige lo indicado en el numeral 630.4.5.3 del Artículo 630.

#### **500.4.5.4 Mezcla de los componentes**

La mezcla se realizará en una planta central, conforme se describe en el numeral 630.3.2 del Artículo 630.

El amasado se realizará mediante dispositivos capaces de asegurar la completa homogeneización de todos los componentes. La cantidad de agua añadida a la mezcla será

la necesaria para alcanzar la relación agua/cemento fijada por la fórmula de trabajo; para ello, se deberá tener en cuenta el agua aportada por la humedad de los agregados, especialmente el fino.

Los aditivos en forma líquida o en pasta se añadirán al agua de amasado, mientras que los aditivos en polvo se deberán introducir en el mezclador junto con el cemento o los agregados.

A la descarga del mezclador, todo el agregado deberá estar uniformemente distribuido en el concreto fresco, y todas sus partículas total y homogéneamente cubiertas de pasta de cemento. Los tiempos de mezcla y amasado, necesarios para lograr una mezcla homogénea y uniforme, sin segregación, así como la temperatura máxima del hormigón al salir del mezclador, serán fijados durante la realización del tramo de prueba especificado en el numeral 500.4.3. Si se utilizase hielo para enfriar el concreto, la descarga del concreto no comenzará hasta que el hielo se hubiera derretido en su totalidad, y se tendrá en cuenta para la relación agua/material cementante (a/c).

Antes de volver a cargar el mezclador, se vaciará totalmente su contenido. Si hubiera estado detenido por más de treinta (30) minutos, se limpiará perfectamente antes de volver a verter materiales dentro de él. De la misma manera se procederá antes de comenzar la fabricación de concreto con un nuevo tipo de cemento.

#### **500.4.6 Transporte del concreto al sitio de las obras**

El transporte del concreto entre la planta de fabricación y la obra se efectuará de la manera más rápida posible, empleando alguno de los medios descritos en el numeral 500.3.2. El concreto se podrá transportar a cualquier distancia, siempre y cuando no pierda sus características de trabajabilidad y se encuentre todavía en estado plástico en el momento de la descarga.

En el caso de construcción en tiempo caluroso, se cuidará de que no se produzca desecación de la mezcla durante el transporte. Si a juicio del



Interventor existe tal riesgo, se deberán utilizar retardadores de fraguado o adiciones de agua.

#### **500.4.7 Colocación de formaletas**

Cuando la obra se ejecute entre formaletas fijas, éstas podrán constituir por sí mismas el camino de rodadura de las máquinas de construcción del pavimento o podrán tener un carril para atender esa función. En cualquier caso, deberán presentar las características de rigidez, altura y fijación señaladas en el numeral 500.3.3.1.1.

Las caras interiores de las formaletas aparecerán siempre limpias, sin restos de concreto u otras sustancias adheridas a ellas. Antes de verter el concreto, dichas caras se deberán recubrir con un producto antiadherente, cuya composición y dosificación deberán contar con la aprobación del Interventor.

Se deberá controlar que la altura libre de las formaletas corresponda, efectivamente, al espesor de diseño de las losas.

El alineamiento de las formaletas, tanto en planta como en perfil, deberá ser correcto. No se podrán observar diferencias en la altura ni desviaciones en planta superiores a diez milímetros (10 mm) en relación con el alineamiento teórico. Además, en ningún punto se deberá observar una flecha superior a tres milímetros (3 mm) bajo una regla de tres metros (3 m) puesta sobre el riel de las formaletas. Toda desviación en exceso se deberá corregir inmediatamente.

Antes de colocar el concreto, deberá estar disponible una longitud mínima colocada y alineada de formaletas, conforme a lo indicado en el numeral 500.3.3.1.1.

Cuando la máquina utilice como formaleta un bordillo o una franja de pavimento rígido construido previamente, dicho elemento deberá tener una edad de, cuando menos, tres (3) días.

#### **500.4.8 Colocación de elementos de guía y acondicionamiento de los caminos de rodadura para pavimentadoras de formaletas deslizantes**

El espaciamiento de los piquetes que sostienen el hilo guía no será mayor de diez metros (10 m), distancia que se reducirá a cinco metros (5 m) en curvas horizontales de radio menor de quinientos metros (500 m) y en

curvas verticales; los apoyos de hilo en los piquetes tendrán la cota teórica y el hilo se deberá tensar, de manera que la flecha entre dos piquetes consecutivos sea menor de un milímetro (1 mm).

Donde se vacíe una franja de pavimento junto a otra existente, se podrá usar ésta como guía de las máquinas. En este caso, deberá haber alcanzado una edad mínima de tres (3) días y la superficie se deberá proteger 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 los caminos de rodadura, se suspenderá el vaciado, reanudándolo solamente cuando la franja vecina hubiera adquirido la resistencia necesaria o cuando se adopten las precauciones suficientes para que no se vuelvan a producir daños.

Los caminos de rodadura de las orugas se deberán mantener limpios y, cuando correspondan a la capa de soporte del pavimento, deberán estar suficientemente compactados para permitir el paso de ellas sin deformaciones. En este último caso, no deberán presentar irregularidades superiores a quince milímetros (15 mm), medidas con una regla de tres metros (3 m).

#### **500.4.9 Colocación de los elementos de las juntas**

Los elementos de las juntas del pavimento de concreto hidráulico se deberán colocar de acuerdo con los planos y demás documentos del proyecto.

##### **500.4.9.1 Colocación de los pasadores**

Los pasadores se colocarán paralelos entre sí y al eje de la calzada, en la ubicación que se tenga prevista para la junta transversal, de acuerdo con lo que establezcan los planos del proyecto. Se deberá dejar una referencia precisa que defina dicha posición a la hora de completar la junta.

La máxima desviación permisible, tanto en planta como en elevación, de la posición del eje de un pasador respecto a la teórica será de veinte milímetros (20 mm). La máxima desviación angular respecto a la dirección teórica del eje de cada pasador, medida por la posición de sus extremos, será de diez milímetros (10 mm) si se insertan por vibración o de

cinco milímetros (5 mm), medidos antes del vaciado del concreto, si se colocan previamente al mismo.

Inmediatamente antes de su instalación, los pasadores deben ser recubiertos al menos en una de sus mitades con material lubricante, previamente aprobado por el Interventor, para que se impida efectivamente la adherencia del acero con el concreto; el recubrimiento deberá ser colocado de manera que se forme una película de lubricación delgada y uniforme, sin que se presenten acumulaciones.

Salvo que los pasadores se introduzcan por vibración en el pavimento mediante máquinas adecuadas para ello, se deberán disponer, con anterioridad al vertido del concreto, sobre canastas de varillas metálicas suficientemente sólidas y con uniones soldadas que se fijarán a la base de un modo firme. La rigidez de la canasta en su posición definitiva será tal, que al aplicar a un extremo de cualquier pasador una fuerza de ciento veinte newton (120 N) en dirección horizontal o vertical, el desplazamiento del extremo del pasador no sea superior al cinco por mil (0.5 %) de su longitud.

#### **500.4.9.2 Colocación de las barras de amarre**

Cuando el proyecto contemple la colocación de barras de amarre, éstas se deberán instalar en forma perpendicular a la junta longitudinal, con la separación mostrada en los planos. Deberán quedar aproximadamente a mitad del espesor de la losa y en forma paralela a la superficie del pavimento, con una mitad a cada lado de la junta.

Cuando la pavimentación se realice entre formaletas fijas, las varillas se insertarán manualmente dentro de las formaletas, de manera que una mitad de ellas penetre dentro de la franja de concreto recién colocada.

Si la obra se realiza con pavimentadora de formaleta deslizante, las varillas se introducirán manualmente en la mitad del espesor del pavimento fresco, a las separaciones previstas en los planos del proyecto.

Si las barras de amarre se colocan en un pavimento endurecido, se efectuarán barrenos horizontales a la mitad del espesor de las losas y con una profundidad igual a la mitad de la longitud de las varillas, las cuales se insertarán manualmente y se anclarán con la resina epóxica mencionada en el numeral 500.2.6.

#### 500.4.10 Colocación de armaduras

En los pavimentos de tipo armado con juntas, las armaduras, que se encontrarán libres de suciedad, óxido no adherente, aceite, grasa y otras materias que puedan afectar la adherencia del acero con el concreto, se colocarán en los sitios y con la forma establecidos en los planos, sujetándolas, de ser preciso, para impedir todo movimiento durante la colocación del concreto. Si se disponen sobre soportes, éstos deberán aguantar una fuerza puntual de dos y medio kilonewton (2.5 kN) sin deformación visible.

Si la unión de las varillas no se hace mediante soldadura a tope, las varillas longitudinales se traslaparán en dos (2) mallas y las transversales en una (1). Al lado de cada junta, las armaduras se interrumpirán a cien milímetros (100 mm) de ella.

Es indispensable que la armadura se coloque paralela a la superficie del pavimento, por lo que las secciones de malla se deberán suministrar en témpanos y no en rollos.

Las varillas transversales irán debajo de las longitudinales y el recubrimiento de éstas, cuando se trate de la armadura superior, se deberá encontrar entre sesenta y ochenta milímetros (60 mm - 80 mm).

#### 500.4.11 Colocación del concreto

Antes de vaciar el concreto, la superficie de apoyo se deberá encontrar preparada, de acuerdo con lo descrito en el numeral 500.4.4.

La máxima caída libre de la mezcla desde el vehículo de transporte en el momento de la descarga, será de un metro y medio (1.5 m), procurándose que ello ocurra lo más cerca posible del lugar definitivo de colocación, para reducir al mínimo las posteriores manipulaciones. El concreto se deberá colocar, vibrar y acabar antes de que transcurra una (1) hora desde el momento de su mezclado. Sin embargo, el Interventor podrá

autorizar un aumento de este plazo, si ocurren condiciones favorables de humedad y temperatura, si se emplean camiones mezcladores o camiones provistos de agitadores o si se adoptan precauciones para retardar el fraguado del concreto.

Cuando la puesta en obra se realice entre formaletas fijas, el concreto se distribuirá uniformemente y, una vez extendido, se compactará por vibración y se enrasará con elementos adecuados, de modo de tener una superficie uniforme, lisa y libre de irregularidades, marcas y porosidades. Para este fin se emplearán reglas o rodillos vibratorios y, adicionalmente, vibradores de aguja, teniendo especial cuidado en la consolidación de los bordes de la losa.

Los elementos vibratorios de las máquinas no se apoyarán sobre las formaletas ni sobre pavimentos terminados y en las pavimentadoras de formaletas deslizantes deberán dejar de funcionar en el instante en que ellas se detengan.

En los pavimentos de tipo armado, el vaciado del concreto se hará en dos (2) capas, vertiendo la segunda capa encima de la armadura, lo más rápido que resulte posible, antes de que comience el fraguado de la primera. El plazo para la puesta en obra de ambas capas no podrá exceder de una (1) hora, salvo que el Interventor considere que se presentan condiciones favorables de temperatura y humedad, caso en el cual podrá prolongar el plazo, hasta un máximo de dos (2) horas.

Cuando la puesta en obra del concreto se realice con pavimentadoras de formaletas deslizantes, la descarga y la extensión previa del concreto en todo el ancho de pavimentación se realizarán de modo suficientemente uniforme para no desequilibrar el avance de la pavimentadora. Esta precaución se deberá extremar al pavimentar en pendientes.

Se cuidará que delante de la maestra enrasadora se mantenga, en todo momento, y en toda la anchura de pavimentación, un volumen suficiente de concreto fresco en forma de cordón, de unos diez centímetros (10 cm) de altura como máximo; delante de los fratases de acabado se mantendrá un cordón continuo de mortero fresco, de la menor altura posible.

Cuando el concreto se coloque contra un pavimento existente, la parte del equipo de colocación que repose sobre éste deberá estar equipada con cojines de protección en sus orugas o con llantas de caucho, que

circulen a suficiente distancia del borde del pavimento, para evitar la rotura o el agrietamiento de éste.

Donde la calzada tuviera dos (2) o más carriles en el mismo sentido de circulación, se vaciarán al menos dos (2) carriles al mismo tiempo, salvo indicación expresa en contrario del Interventor.

Se dispondrán pasarelas móviles, con el fin de facilitar la circulación del personal y evitar daños al concreto fresco. Los tajos de vaciado deberán tener todos sus accesos bien señalizados y acondicionados para proteger el pavimento recién construido.

En los casos en que el Interventor autorice la extensión y la compactación del concreto por medios manuales, se mantendrá siempre un volumen suficiente de mezcla delante de la regla vibratoria y se continuará compactando hasta que se haya conseguido la forma prevista y el mortero refluya ligeramente a la superficie.

En el caso de suspender la colocación del concreto por más de media (1/2) hora, se protegerá el frente del pavimento con telas de fique húmedas. Si el lapso de interrupción supera el plazo máximo admitido entre la mezcla y la terminación de la puesta en obra, se dispondrá una junta transversal de construcción, de acuerdo con lo que se indica en el numeral 500.4.13.

En vías de dos carriles, el concreto se colocará por carriles de ancho constante, separados por juntas longitudinales de construcción. En los casos en que se haya de colocar un ancho inferior al de un carril, se compactará y enrasará mecánicamente, con la ayuda de los métodos manuales mínimos que resulten necesarios.

El Constructor deberá ajustar los métodos y equipos de colocación y compactación siempre que se observen segregación o vacíos en el concreto colocado y compactado.

Si el Interventor considera que la compactación es deficiente, se requerirá la ejecución de ensayos de verificación de densidad. Estos ensayos de verificación consistirán en la toma de núcleos del concreto terminado después de, al menos, cuarenta y ocho (48) horas de curado. La densidad se determinará en la condición saturada y seca superficialmente, según la norma de ensayo ASTM C 642. Los ensayos se tomarán por lo menos uno (1) cada trescientos cincuenta metros cúbicos (350 m<sup>3</sup>) de concreto.

La densidad promedio de los núcleos no podrá ser menor de noventa y siete por ciento (97 %) y ningún núcleo tendrá una densidad menor de noventa y seis por ciento (96 %), con respecto a la densidad del concreto elaborado al definir la fórmula de trabajo. Si estas condiciones no se cumplen, se considerará que la vibración es inadecuada y se deberá mejorar, de manera que los requisitos anteriormente establecidos se logren en las posteriores verificaciones.

#### **500.4.12 Identificación de las losas**

Todas las losas deberán recibir una identificación, la cual se imprimirá en un sitio previsto para una de sus esquinas.

#### **500.4.13 Ejecución de juntas en fresco**

En las juntas longitudinales resultantes de colocar una franja de concreto contra otra ya construida, se aplicará al canto de ésta un producto que evite la adhesión del concreto nuevo con el antiguo.

Se tendrá especial cuidado de que el concreto nuevo que se coloque a lo largo de la junta sea homogéneo y quede perfectamente compactado, especialmente cuando la junta sea del tipo machihembrado. Si se observan desperfectos en el borde construido, ellos se deberán corregir antes de aplicar el producto antiadherente.

Las juntas transversales de construcción que se ejecuten en fresco irán siempre provistas de pasadores y se dispondrán al fin de la jornada de trabajo o cuando se presente una interrupción que haga temer el comienzo del fraguado, tal como se indicó en el numeral 500.4.11. Siempre que sea posible, se harán coincidir estas juntas con una junta transversal de contracción o una de dilatación y, de no ser así, se dispondrán a más de un metro y medio (1.5 m) de distancia de la junta más próxima.

#### **500.4.14 Acabado superficial**

Después de extendido y compactado, el concreto será sometido a un proceso de acabado superficial para lograr una superficie plana y ajustada a las cotas del proyecto, dentro de las tolerancias permitidas.

El acabado de pavimentos construidos entre formaletas fijas se podrá realizar por medio de herramientas manuales, como un flotador o un

enrasador. También, se podrán utilizar equipos de terminado que se deslicen sobre las formaletas fijas. La disposición y el movimiento del elemento enrasador serán los adecuados para eliminar las irregularidades superficiales y obtener el perfil, sin superar las tolerancias establecidas.

El acabado de los pavimentos construidos con pavimentadoras de formaletas deslizantes deberá ser efectuado por la misma máquina pavimentadora, la cual deberá disponer de los elementos necesarios para ello.

Una vez terminada esta operación y mientras el concreto se encuentre en estado plástico, se comprobará el acabado superficial con una regla de tres metros colocada paralela o perpendicularmente al eje de la calzada en cualquier sector de ella que no esté afectado por cambios de pendiente, verificando que las irregularidades no excedan de cinco milímetros (5 mm). En el caso de que se presenten diferencias mayores, ellas se deberán eliminar, ya sea agregando concreto fresco que se vibrará y terminará del mismo modo que el resto del pavimento, o bien eliminando los excesos con los bordes de la llana. Se prohibirá el riego de agua o la extensión de mortero sobre la superficie, para facilitar el acabado y corregir irregularidades del pavimento.

Terminadas las operaciones de acabado recién descritas y mientras el concreto aún esté fresco, se redondearán cuidadosamente los bordes de las losas con una llana especial de doce milímetros (12 mm) de radio. Las juntas transversales de construcción y las de dilatación se redondearán del mismo modo, pero con una llana de seis milímetros (6 mm) de radio.

#### **500.4.15 Texturizado superficial**

Además del uso de la tela especificada en el numeral 500.3.4.2, una vez culminadas las operaciones de acabado superficial y antes de que comience a fraguar el concreto, se le dará al pavimento una textura transversal homogénea, en forma de estriado, mediante la aplicación manual o mecánica del peine de dientes metálicos citado en el numeral 500.3.4.3, en forma sensiblemente perpendicular al eje de la calzada, y de tal forma que las estrías tengan la profundidad adecuada.

En proyectos para niveles de tránsito tres (NT3), se podrá autorizar la sustitución del texturizado mediante estriado por una denudación química de la superficie del concreto fresco, obtenida mediante la aplicación de un retardador de fraguado y la posterior eliminación, por



barrido con agua, del mortero no fraguado. También se podrá prever la incrustación de gravilla en la superficie del concreto fresco combinada con la denudación. En este caso, la gravilla deberá cumplir lo especificado en el numeral 500.2.1.4 y, salvo justificación en contrario, su dosificación será de cinco kilogramos por metro cuadrado (5 kg/m<sup>2</sup>).

La aplicación del retardador de fraguado tendrá lugar antes de transcurridos quince (15) minutos desde la puesta en obra, extendiendo a continuación una membrana impermeable, que se mantendrá hasta la eliminación del mortero. Esta operación se realizará antes de transcurridas veinticuatro (24) horas, salvo que un fraguado insuficiente del concreto requiera alargar este período.

#### **500.4.16 Protección del concreto fresco**

Durante el tiempo de fraguado, el concreto deberá ser protegido contra el lavado por lluvia, contra la insolación directa, el viento y la humedad ambiente baja. El Constructor tendrá la responsabilidad de medir las temperaturas del concreto y del aire, la humedad relativa y la velocidad del viento en el sitio de extensión del concreto. Cuando la combinación de estos factores indique que la velocidad de evaporación excede de 0.50 kg/m<sup>2</sup> por hora, deberá tomar precauciones para limitar las pérdidas de humedad o, de lo contrario, deberá suspender las operaciones de pavimentación mientras la rata de evaporación exceda el valor citado.

En épocas lluviosas, el Interventor podrá exigir al Constructor la colocación de un toldo sobre las máquinas de puesta en obra o un tren de tejadillos bajos, de color claro, cerrados y móviles, que cubran una longitud de construcción igual, al menos, a cincuenta metros (50 m). Alternativamente, podrá autorizar la colocación de materiales impermeables sobre el concreto fresco, hasta que adquiera la resistencia suficiente para que el acabado superficial no sea afectado por la lluvia. Si el Constructor no atiende esta sugerencia y las losas sufren deslavado por tal efecto, deberá someter la superficie a ranurado transversal mecánico, a sus expensas, y a plena satisfacción del Interventor.

Durante un período que, en general no será inferior a tres (3) días a partir de la colocación del concreto, estará prohibido cualquier tipo de tránsito sobre él, excepto el necesario para el aserrado de las juntas cuando se empleen sierras mecánicas. Este período podrá ser reducido por el

Interventor, cuando en la construcción del pavimento se aplique la técnica conocida como fast-track (concreto de fraguado rápido).

#### **500.4.17 Curado del concreto**

La selección del tipo de curado, así como el momento adecuado para su aplicación, dependerán de las características específicas del proyecto, tales como las condiciones ambientales y el tipo de mezcla. Es responsabilidad del Constructor proponer, para aprobación del Interventor, el sistema de curado, así como implementar los cambios, tanto en los sistemas como en los equipos de curado, en caso de que los resultados dejen de ser satisfactorios en algún momento.

En el caso de los concretos de fraguado rápido, normalmente se requiere un sistema de curado doble: primero la aplicación de productos químicos que forman una película impermeable y, sobre ésta, la instalación de membranas de polietileno o de papel.

El curado se deberá hacer inmediatamente después del acabado final, cuando el concreto empiece a perder su brillo superficial.

El curado del concreto se deberá realizar en todas las superficies libres, incluyendo los bordes de las losas, por un período no inferior a siete (7) días y, de ser posible, se deberá prolongar hasta diez (10) días. Sin embargo, el Interventor podrá modificar dicho plazo, a la vista de los resultados obtenidos sobre muestras del concreto empleado en la construcción del pavimento.

##### **500.4.17.1 Curado con productos químicos que forman película impermeable**

Cuando el curado se realice con productos de este tipo, ellos se deberán aplicar inmediatamente hayan concluido las labores de colocación y de acabado del concreto y el agua libre de la superficie haya desaparecido completamente. Sin embargo, bajo condiciones ambientales adversas de baja humedad relativa, altas temperaturas, fuertes vientos o lluvias, el producto se deberá aplicar antes de que se cumpla dicho plazo.

El producto de curado que se emplee deberá cumplir las especificaciones dadas por el fabricante y la dosificación de

estos productos se hará siguiendo las instrucciones del mismo. Su aplicación se llevará a cabo con un equipo que asegure su aspersión como un rocío fino, de forma continua y uniforme, en la cantidad autorizada por el Interventor, la cual no podrá ser inferior a doscientos cincuenta gramos por metro cuadrado (250 g/m<sup>2</sup>). El equipo aspersor deberá estar en capacidad de mantener el producto en suspensión y tendrá un dispositivo que permita controlar la cantidad aplicada de la membrana.

Cuando las juntas se realicen por aserrado, se aplicará el producto de curado sobre las paredes de ellas. También, se aplicará sobre áreas en las que, por cualquier circunstancia, la película se haya estropeado durante el período de curado.

Cuando el concreto se haya colocado entre formaletas fijas, al retiro de éstas se deberán proteger los lados expuestos de las losas con un tratamiento igual al aplicado sobre la superficie.

No se permitirá la utilización de productos que formen películas cuyo color sea negro.

#### **500.4.17.2 Curado por humedad**

Cuando se opte por este sistema de curado, el cual no será aceptable en proyectos de nivel de tránsito tres (NT3), la superficie del pavimento se cubrirá con telas de fique o algodón, arena u otros productos de alto poder de retención de humedad, una vez que el concreto haya alcanzado la suficiente resistencia para que el acabado superficial del pavimento no se vea perjudicado por la colocación de estos elementos.

Dichos materiales no podrán estar impregnados ni contaminados por sustancias perjudiciales al concreto o que puedan ensuciar o decolorar la superficie del pavimento.

Mientras llega el momento de colocar el producto protector, la superficie del pavimento se mantendrá húmeda, aplicando agua en forma de rocío fino y nunca en forma de chorro. Los materiales utilizados en el curado se mantendrán saturados todo el tiempo que dure éste.

**500.4.17.3 Curado mediante membranas de polietileno o de papel**

Cuando se adopte este método de curado, las membranas, que deberán cumplir con los requisitos mencionados en el numeral 500.2.3.3, se colocarán cuando la superficie de concreto tenga la suficiente resistencia para que el pavimento no se vea afectado en su acabado. Durante el intervalo transcurrido mientras esto sucede, se aplicará agua en forma de rocío para mantener la superficie húmeda.

Se deberá asegurar la permanencia de las membranas durante todo el período previsto de curado, traslapando las fajas al menos doscientos milímetros (200 mm) y asegurando con pesos los bordes y los traslajos, para impedir el levantamiento de las membranas por acción del viento.

No se permitirá la utilización de membranas de color negro.

**500.4.18 Remoción de formaletas**

Cuando el pavimento se construya entre formaletas fijas, el desformateado se efectuará luego de transcurridas dieciséis (16) horas a partir de la colocación del concreto. En cualquier caso, el Interventor podrá aumentar o reducir el tiempo, en función de la consistencia alcanzada por el concreto.

**500.4.19 Aserrado de juntas**

Antes de proceder al aserrado, se deberán trazar sobre el pavimento, de acuerdo con el diseño y la localización de los pasadores y las barras de amarre, los ejes topográficos para los cortes de las juntas, los cuales deberán ser continuos.

El corte de las juntas deberá comenzar por las transversales de contracción e inmediatamente después continuar con las longitudinales, salvo en el caso que se cita más adelante. Este corte se deberá iniciar cuando el concreto presente las condiciones de endurecimiento propicias para su ejecución (no se presenten desportillamientos) y antes que se produzcan agrietamientos no controlados.

El momento propicio para efectuar la actividad de corte será definido en el tramo de prueba y deberá ser tal, que no genere la aparición de fisuras

por tiempos tardíos o que se presente pérdida de agregados en la junta o daños en los bordes de la losa o de la junta. Sin embargo, una vez comenzado el corte, éste se deberá continuar hasta finalizar todas las juntas. El inicio de los trabajos de corte se deberá definir mediante estudios previos, en los cuales se establezca el momento óptimo de corte, de acuerdo con las condiciones ambientales.

En caso de urgencia, por ejemplo cuando se presenta un daño grave en una máquina o cuando se presenta un cambio rápido de humedad, se podrá cortar una de cada tres (3) juntas transversales y luego, lo más pronto posible, se cortarán las juntas faltantes (nunca después de veinticuatro (24) horas de colocado el concreto).

Se realizará un corte inicial con un ancho de tres milímetros (3 mm) y a una profundidad de un tercio (1/3) del espesor de la losa de concreto, con el fin de inducir la falla controlada.

Posteriormente, se efectuará un ensanchamiento del corte para poder alojar el material de sello, de acuerdo con los planos del proyecto. El segundo corte se deberá realizar antes de cuarenta y ocho (48) horas de la colocación del sello.

Las juntas longitudinales se podrán aserrar en cualquier momento, después de transcurridas veinticuatro (24) horas, y antes de las setenta y dos (72) horas desde la terminación del pavimento, siempre que se asegure que no habrá circulación alguna, ni siquiera la de obra, hasta que se haya hecho esta operación. No obstante, cuando se espere un descenso de la temperatura ambiente de más de quince grados Celsius (15° C) entre el día y la noche, las juntas longitudinales se aserrarán al mismo tiempo que las transversales.

Si a causa de un aserrado prematuro se astillan los bordes de las juntas, ellos se deberán reparar con un mortero de una resina epóxica apropiada, de las características indicadas en el numeral 500.2.6.

#### **500.4.20 Preparación de las juntas para el sello**

Inmediatamente después del corte final, los excesos de cemento, lechadas, material de curado o cualquier otro elemento, deberán ser completamente removidos de la junta mediante chorro de agua a presión de 10 MPa. Cuando finalice la limpieza de la junta, ésta deberá ser soplada con un compresor de aire, de las características indicadas en el numeral 500.3.9.

Si los documentos técnicos del proyecto exigen una limpieza adicional con chorro de arena, ésta se realizará como se indica a continuación: Cuando la superficie esté limpia y seca y justo antes de colocar la tirilla de respaldo y el sello, la junta será tratada con dos pasadas de chorro de arena o hidroarenado como mecanismo de preparación de superficie; por ejemplo, una pasada en cada una de las caras de la junta. Luego, se deberá utilizar aire comprimido para remover de la junta todos los residuos de polvo. Los compresores de aire deberán estar equipados con unas trampas adecuadas, capaces de remover toda el agua y toda la grasa presentes en el aire comprimido.

Las ranuras aserradas y limpias se deberán inspeccionar, para asegurar que el corte se haya efectuado hasta la profundidad especificada y que se haya removido toda materia extraña.

Hasta el momento del sellado de las juntas, éstas se deberán proteger obligatoriamente con elementos sintéticos de sección en T, con el fin de evitar la introducción de elementos extraños y daños en los bordes. Las alas de la T se deberán apoyar en la parte superior de la losa.

No se permitirá ningún almacenamiento de material sobre las losas recién construidas.

#### **500.4.21 Sellado de las juntas**

El sistema de sellado de juntas deberá garantizar la hermeticidad del espacio sellado, la adherencia del sello a las caras de la junta, la resistencia a la fatiga por tracción y compresión, la resistencia al arrastre por las llantas de los vehículos, la resistencia a la acción del agua, de los solventes, de los rayos ultravioleta y a la acción de la gravedad y el calor, con materiales estables y elásticos.

##### **500.4.21.1 Instante de aplicación del sello**

Las juntas deberán ser selladas pasados veintiuno (21) a veintiocho (28) días de edad del concreto, tan pronto como las condiciones climáticas lo permitan y antes de que el pavimento sea abierto al tránsito. En el momento de la aplicación del componente de sello, la temperatura ambiente deberá estar por encima de cinco grados Celsius (5° C) y no

debe haber lluvia ni fundados temores de que ella pueda ocurrir.

Los requerimientos sobre temperatura ambiente se pueden obviar, si así lo autoriza el Interventor. El sello se deberá realizar, preferiblemente, en horas diurnas, cuando la junta esté en el intermedio de su movimiento esperado. En caso de que se requiera la aplicación del material de sello antes de la edad especificada, se deberán utilizar imprimantes que creen una barrera de vapor y garanticen una total adherencia del material sellante a los bordes de la junta.

#### **500.4.21.2 Instalación del sello**

Antes de sellar las juntas, el Constructor deberá demostrar que el equipo y los procedimientos para preparar, mezclar y colocar el sello producirán un sello de junta satisfactorio. El Interventor deberá verificar que los procedimientos de instalación propuestos estén de acuerdo con las indicaciones del fabricante.

Antes de iniciar esta tarea en forma masiva, se ejecutarán dos pruebas de instalación en juntas, de cincuenta metros lineales (50 m) cada una, las cuales deberán ser aprobadas por el Interventor.

Para conservar un buen nivel de productividad y calidad, se deberán mantener durante el período total de la obra, las personas y los equipos de trabajo usados para estas pruebas. Los cambios del personal, materiales o equipos, deberán ser notificados al Interventor e implican la realización de nuevos tramos de prueba.

Las juntas deberán ser verificadas en lo que corresponde a ancho, profundidad, alineamiento y preparación de la superficie de los bordes de junta, y el material de sello deberá tener la aprobación del Interventor, antes de que sea aplicado.

Para sellar las juntas se emplearán llenantes elastoméricos autonivelantes a base de poliuretano o siliconas vaciadas en frío, que cumplan con los requisitos citados en el numeral 500.2.5.1.

Previamente al vaciado del material de sello, se deberá colocar una tirilla de respaldo, presionándola dentro de la junta con un instalador adecuado de rueda metálica, de manera que quede colocada a la profundidad requerida. La tirilla, que deberá cumplir los requisitos citados en el numeral 500.2.5.2, no podrá ser estirada ni torcida durante la operación de colocación. Durante la jornada de trabajo, se deberá limitar la colocación de la tirilla de respaldo a las juntas que puedan ser selladas en el día.

Se deberá enrasar el sello pasando una herramienta en ambas direcciones, para asegurar una aplicación libre de aire. La superficie del sello deberá quedar tres milímetros (3 mm) por debajo de los bordes de la junta.

El sello que no pegue a la superficie de la pared de junta, contenga huecos o falle en su tiempo de curado, será rechazado y deberá ser reemplazado por el Constructor, sin costo adicional alguno para el Instituto Nacional de Vías.

#### **500.4.22 Apertura a la circulación**

El paso de personas y de equipos para el aserrado y para la comprobación de la regularidad superficial, se podrá autorizar cuando hubiera transcurrido el plazo necesario para que no se produzcan desperfectos superficiales, y se hubiera secado el producto químico de curado, si se emplea este método.

El tránsito de obra no podrá circular sobre el pavimento, mientras éste no haya alcanzado una resistencia a flexotracción del ochenta por ciento (80 %) de la exigida a veintiocho (28) días.

La apertura al tránsito automotor no se autorizará antes de catorce (14) días de la terminación del pavimento, salvo que una medición de la resistencia del concreto mediante el método de maduración, según la norma ASTM C 1074, permita un plazo de apertura menor o que en la ejecución del pavimento se haya empleado la técnica de fast-track. En todos los casos, el Interventor definirá el instante oportuno para la apertura del pavimento al tránsito automotor.



Al abrir el pavimento al tránsito público, todas las juntas deberán estar selladas o protegidas contra daño y contra la intrusión de materiales extraños.

#### 500.4.23 Defectos a edades tempranas

Si se presentan fisuras tempranas, se deberá realizar una revisión detallada de las mezclas utilizadas, de los asentamientos medidos, del manejo de las películas o del procedimiento de curado, del tiempo de ejecución de los cortes, de las temperaturas ambiente y del concreto y, en fin, de todos los elementos que puedan haber incidido en la ocurrencia del fenómeno.

Las losas no podrán presentar grietas. El Interventor podrá aceptar pequeñas fisuras de retracción plástica, de corta longitud y que de manera manifiesta no afecten más que de forma limitada a la superficie del pavimento, y podrá exigir su sellado.

Si una losa presenta una grieta única no ramificada, sensiblemente paralela a una junta, el Interventor podrá aceptar la losa, si el Constructor efectúa, a sus expensas, las operaciones indicadas a continuación:

- Si la junta más próxima a la grieta no se hubiera construido aún, se instalarán en la grieta pasadores o barras de unión, con disposición similar a los existentes en la junta. La grieta se sellará, previa regularización y cajeo de sus bordes;
- Si la junta más próxima a la grieta ya se hubiera construido, la grieta se inyectará, tan pronto como sea posible, con resina epóxica para mantener unidos sus bordes y restablecer la continuidad de la losa.

En losas con otros tipos de grietas, como las de esquina, el Interventor podrá aceptarlas u ordenar la demolición parcial de la zona afectada y su posterior reconstrucción. En el primer caso, la grieta se inyectará tan pronto como sea posible, con resina epóxica que mantenga unidos sus bordes y restablezca la continuidad de la losa. Ninguno de los elementos de la losa, después de su reconstrucción, podrá tener una (1) de sus dimensiones de menos de treinta centímetros (0.30 m). La reposición se anclará mediante grapas al resto de la losa.

La resina epóxica deberá ser del tipo IV grado 1, según la especificación ASTM C 881, y se deberá aplicar de acuerdo con un procedimiento previamente aprobado por el Interventor.

Si a causa de un aserrado prematuro se presentan astilladuras en las juntas, éstas deberán ser reparadas por el Constructor, a sus expensas, con un concreto o mortero de resina epóxica, dependiendo de su tamaño. Antes de la colocación del producto de reparación, la junta deberá ser preparada mediante el corte de una cavidad apropiada que permita remover todo el concreto afectado y provea el espacio en tamaño y forma adecuados para la reparación y, a continuación, se deberá aplicar un imprimante en la cavidad, del tipo III grado 1, según la especificación ASTM C 881.

En todos los casos, el Constructor deberá presentar, previamente, un documento con las acciones correctivas propuestas, incluyendo materiales, dimensiones y procedimientos que pretende utilizar para la reparación del pavimento.

#### **500.4.24 Proceso constructivo para casos especiales**

El Constructor deberá seguir las indicaciones de los documentos técnicos del proyecto para adelantar la construcción de las losas de concreto en todos los casos especiales, tal el caso de losas irregulares, empates con estructuras fijas o con otros pavimentos de concreto, presencia de estructuras hidráulicas tales como pozos de inspección y sumideros o empalmes con pavimentos asfálticos, entre otros.

#### **500.4.25 Limitaciones en la ejecución**

Los trabajos de construcción del pavimento de concreto hidráulico se deberán realizar en condiciones de luz solar. Sin embargo, el Interventor podrá autorizar el trabajo en horas de oscuridad, siempre y cuando el Constructor garantice el suministro y la operación de un equipo de iluminación artificial que resulte satisfactorio para aquel.

El vaciado del concreto se interrumpirá cuando llueva con una intensidad tal, que pudiera, a juicio del Interventor, producir deformaciones en los bordes de las losas o la pérdida de textura superficial del concreto fresco.

En zonas calurosas, se deberán extremar las precauciones, con el fin de evitar fisuraciones o desecación superficial. Donde la temperatura

ambiente exceda de treinta grados Celsius (30° C), se deberá contemplar el empleo de aditivos retardadores del fraguado.

La temperatura de la masa de concreto, durante la operación de vaciado, no podrá ser inferior a cinco grados Celsius (5° C) y se prohibirá la puesta en obra sobre una superficie cuya temperatura sea inferior a cero grados Celsius (0° C) o cuando la temperatura ambiente sea inferior a cuatro grados Celsius (4° C).

El sellado de juntas en caliente se suspenderá cuando la temperatura ambiente baje de cinco grados Celsius (5° C), salvo autorización del Interventor, o en caso de lluvia o viento fuerte.

#### **500.4.26 Manejo ambiental**

Todas las labores requeridas para la construcción del pavimento de concreto hidráulico se realizarán teniendo en cuenta lo establecido en los estudios o evaluaciones ambientales del proyecto y las disposiciones vigentes sobre la conservación del medio ambiente y de los recursos naturales.

Sea que los agregados los explote el Constructor o le sean suministrados a éste por terceros, el Interventor verificará que se encuentran vigentes todas las licencias para su explotación.

Así mismo, se controlará que todos los procesos de preparación de agregados, elaboración, transporte y colocación de la mezcla y el acabado del pavimento, se realicen con un cabal cumplimiento de las normas ambientales vigentes.

Al término de los trabajos de construcción del pavimento de concreto hidráulico, el Constructor deberá limpiar la superficie y retirar todo material sobrante o desperdicio y transportarlo y depositarlo apropiadamente en un lugar autorizado por las autoridades ambientales que tengan la jurisdicción respectiva.

Siempre que se deban demoler y reponer losas, según lo establece el numeral 500.5.2.8, los productos de la demolición quedarán de propiedad del Constructor, quien deberá disponer de ellos de manera que no causen afectaciones ambientales ni se genere obligación de ninguna índole al Instituto Nacional de Vías.

**500.4.27 Conservación**

El pavimento de concreto hidráulico deberá ser mantenido en perfectas condiciones por el Constructor, hasta el recibo definitivo de los trabajos, sin que ello implique costo adicional alguno para el Instituto Nacional de Vías.

**500.5 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS**

---

**500.5.1 Controles**

Durante la ejecución de los trabajos, se adelantarán los siguientes controles principales:

- Verificar el estado y el funcionamiento de todo el equipo de construcción;
- Comprobar que los materiales por utilizar cumplan todos los requisitos de calidad exigidos por la presente especificación;
- Verificar la correcta aplicación del método de trabajo aprobado en cuanto a la elaboración y el manejo de los agregados, así como en cuanto a la manufactura, transporte, colocación, compactación, ejecución de juntas, acabado y curado de las mezclas de concreto que constituyen el pavimento;
- Efectuar los ensayos necesarios para el control de la mezcla;
- Establecer una correlación entre la resistencia a flexotracción y la resistencia a tracción indirecta para el concreto con el cual se construye el pavimento;
- Vigilar la regularidad en la producción de los agregados y de la mezcla de concreto, durante el período de ejecución de las obras;
- Verificar permanentemente el asentamiento, sí como el contenido de aire de la mezcla, si este último se encuentra especificado;
- Tomar cotidianamente muestras de la mezcla que se elabore, para determinar su resistencia;

- Tomar núcleos para determinar el espesor del pavimento, su densidad y su resistencia a la tracción indirecta, cuando corresponda;
- Realizar medidas para levantar perfiles, medir la textura superficial y comprobar la regularidad de la superficie del pavimento terminado.

Los orificios que dejen los núcleos para determinar el espesor del pavimento y otros controles a que haya lugar, serán rellenados por el Constructor, sin costo alguno para el Instituto Nacional de Vías, con una mezcla de iguales características que la empleada en la construcción del pavimento, la cual deberá ser correctamente compactada, enrasada y curada.

#### **500.5.2 Condiciones específicas para el recibo y tolerancias**

##### **500.5.2.1 Calidad del cemento**

De cada partida de cemento que llegue a la central de fabricación, sea que esta última sea de propiedad del Constructor o de un proveedor, se realizarán los ensayos descritos en el Artículo 501 y sus resultados deberán ser remitidos al Interventor. Si ellos no son satisfactorios, se rechazarán el cemento y el concreto que se haya elaborado con él.

Además, cada vez que lo considere necesario, el Interventor efectuará u ordenará la ejecución de los ensayos de control que permitan verificar la calidad del cemento.

##### **500.5.2.2 Calidad del agua**

Siempre que el Interventor tenga alguna incertidumbre sobre su calidad, ordenará o ejecutará los ensayos relacionados en las Tablas 630 - 5 y 630 - 6 del Artículo 630; sólo la aceptará si se cumplen los límites establecidos en ellas.

##### **500.5.2.3 Calidad de los agregados**

De cada fuente de agregados por utilizar en la producción concreto y para cualquier volumen previsto, se tomarán cuatro (4) muestras y se ejecutarán los ensayos que permitan verificar el cumplimiento de los requisitos establecidos en los

numerales 500.2.1.3 y 500.2.1.4. También, se deberá evaluar su reactividad, según las indicaciones del numeral 500.2.1.5.

Los resultados de todas estas pruebas deberán satisfacer las exigencias de los numerales anteriormente citados. Los agregados que no las cumplan, no podrán ser utilizados en la elaboración de la mezcla de concreto.

Durante la etapa de producción, el Interventor examinará los acopios y ordenará el retiro de los agregados que, a simple vista, presenten restos de tierra vegetal, materia orgánica o tamaños superiores al máximo especificado. También, ordenará acopiar por separado aquellos que presenten alguna anomalía de aspecto (tal como distinta coloración), segregación; partículas alargadas o aplanadas o plasticidad, y vigilará la altura de todos los acopios y el estado de sus elementos separadores.

Además, sea que el Constructor elabore la mezcla o tenga un proveedor que se la suministra, se verificará la calidad de los agregados, mediante la realización de los ensayos que se relacionan en la Tabla 500 - 7, con la frecuencia indicada en ella.

Los resultados de los ensayos deberán satisfacer todos los requisitos establecidos en el presente Artículo; en caso contrario, la mezcla elaborada con los agregados defectuosos será rechazada y las losas vaciadas con el concreto cuestionado deberán ser demolidas y construidas nuevamente, a expensas del Constructor.

La curva granulométrica de cada ensayo individual se deberá ajustar a la franja de tolerancia. La franja de tolerancia se construirá a partir de la granulometría de diseño de la mezcla (fórmula de trabajo), con los límites fijados en la Tabla 500 - 8.

En caso de que los valores obtenidos excedan la franja de tolerancia definida para la fórmula de trabajo, pero no se salgan de las franjas normativas, el proveedor o el Constructor deberán preparar en laboratorio una mezcla con la gradación defectuosa. Ella se someterá a todas las pruebas

de valoración descritas en el presente Artículo. En el caso que no cumpla todos los requerimientos, el Constructor demolerá, a sus expensas, las losas cuestionadas y las repondrá, sin costo alguno para el Instituto Nacional de Vías.

Tabla 500 - 7. Ensayos de verificación sobre los agregados para pavimentos de concreto hidráulico

CARACTERÍSTICA	NORMA DE ENSAYO INV	FRECUENCIA
<b>Composición (F)</b>		
Granulometría	E-123	1 por jornada
Módulo de finura	E-123	1 por jornada
<b>Dureza, agregado grueso (O)</b>		
Desgaste en la máquina de los Ángeles	E-218	1 por mes
Degradación por abrasión en el equipo Micro-Deval	E-238	1 por mes
Resistencia mecánica por el método del 10 % de finos - Seco y húmedo	E-224	1 por mes
<b>Durabilidad (O)</b>		
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos	E-220	1 por mes
<b>Limpieza (F)</b>		
Impurezas en agregado grueso	E-237	1 por semana
Índice de plasticidad	E-125,126	1 por jornada
Equivalente de arena	E-133	1 por semana
Terrones de arcilla y partículas deleznales	E-211	1 por semana
Partículas livianas.	E-221	1 por semana
Material que pasa el tamiz de 75 µm (No. 200)	E-214	1 por semana
<b>Geometría de las partículas (F)</b>		
Partículas fracturadas mecánicamente	E-227	1 por jornada
Partículas planas y alargadas	E-240	1 por semana

Tabla 500 - 8. Tolerancias granulométricas respecto de la fórmula de trabajo

TOLERANCIA	TAMIZ (mm / U.S. Standard)							
	9.5	4.75	2.36	1.18	0.600	0.300	0.150	0.075
	3/8"	No. 4	No. 8	No. 16	No. 30	No. 50	No. 100	No. 200
<b>PUNTOS DE % SOBRE LA MASA SECA DE LOS AGREGADOS</b>								
± 4			± 3				± 1	

#### 500.5.2.4 Calidad del acero

El Constructor deberá presentar certificaciones periódicas originales de los fabricantes o de los proveedores del acero

empleado en pasadores, barras de amarre y refuerzos requeridos para la construcción del pavimento, donde se demuestre que el acero utilizado satisface a cabalidad las exigencias del presente Artículo. Ninguna certificación podrá tener una antigüedad superior a treinta (30) días.

Así mismo, cada vez que lo considere conveniente, el Interventor ordenará o efectuará las pruebas necesarias para verificar que la calidad del acero empleado responde a las exigencias de este Artículo.

**500.5.2.5 Calidad de los productos químicos para curado y de las membranas de separación**

El Constructor deberá presentar certificaciones periódicas de los fabricantes o de los proveedores de estos productos, que brinden garantía en cuanto a la calidad y a la conveniencia de su utilización, para la revisión y eventual autorización de uso por parte del Interventor.

**500.5.2.6 Calidad del producto para el sellado de juntas**

El Constructor deberá presentar certificaciones periódicas de los fabricantes o proveedores de los productos por emplear en el sellado de las juntas, que brinden garantía en cuanto a la calidad y a la conveniencia de su utilización, para la revisión y eventual autorización de uso por parte del Interventor.

El Constructor deberá garantizar el sello contra defectos de los materiales y de instalación, por un período mínimo de cinco (5) años.

**500.5.2.7 Calidad de la mezcla**

De cada elemento de transporte a la obra, se controlará el aspecto del concreto y su temperatura. Cualquier concreto segregado, cuya envuelta no sea homogénea será rechazado por el Interventor, sin tener que recurrir a prueba alguna de laboratorio o de campo para tomar tal determinación.



**500.5.2.7.1 Consistencia**

Se controlará la consistencia de cada carga transportada, para lo cual extraerá una muestra en el momento de la colocación del concreto, para someterla al ensayo de asentamiento (INV E-404). El resultado obtenido se deberá ajustar al establecido al definir la fórmula de trabajo, con las tolerancias que muestra la Tabla 500 - 9. Si el asentamiento se encuentra por fuera de los límites de tolerancia o por fuera del rango aceptado en el numeral 500.4.2, se tomará una segunda muestra del mismo camión y se repetirá el ensayo. Si este último se encuentra dentro de los límites y tolerancias especificados, se aceptará el viaje. En caso contrario, se rechazará.

Tabla 500 - 9. Tolerancias en el asentamiento y en el contenido de aire respecto de los definidos en la fórmula de trabajo

CARACTERÍSTICA	CONSTRUCCIÓN	TOLERANCIA
Asentamiento	Formaletas fijas	25 a 50
	Formaletas deslizantes	13 a 38
Contenido de aire, cuando esté especificado	Formaletas fijas	+ 1.8 %
	Formaletas deslizantes	+ 1.8 %

**500.5.2.7.2 Contenido de aire**

Si en el diseño de la mezcla se ha especificado un contenido de aire, se deberá controlar en cada uno de los tres (3) primeros camiones que lleguen a la obra en la jornada de trabajo y en los tres (3) primeros después de cada interrupción, programada o no, durante el curso de dicha jornada, según la norma de ensayo INV E-406. Los resultados se deberán ajustar al valor establecido al definir la fórmula de trabajo, con las tolerancias que muestra la Tabla 500 - 9. Si el resultado de la muestra de algún camión se encuentra por fuera de los límites de tolerancia, se tomará una segunda muestra del mismo camión y se repetirá el ensayo. Si este último se encuentra dentro de la tolerancia especificada, se

aceptará el viaje. En caso contrario, se rechazará. Si se rechaza el concreto de los tres (3) camiones consecutivos por este motivo, se suspenderán la producción de la mezcla y la construcción del pavimento, hasta que se detecten y corrijan las causas de la anomalía.

### 500.5.2.7.3 Resistencia

La resistencia de la mezcla se evaluará en términos de su resistencia a la flexión (norma de ensayo INV E-414). La resistencia a la flexión se evaluará y aceptará por lotes usando un análisis de nivel de calidad (NQ); este análisis NQ calcula el grado de cumplimiento de la resistencia especificada en términos del porcentaje estimado de la resistencia dentro de los límites de la especificación (PDL) por un método estadístico que tiene en cuenta el promedio de los resultados de los ensayos del lote y su dispersión (desviación estándar) debida a la variabilidad tanto del material como de los procedimientos de muestreo y ensayo. El análisis NQ se hará como se indica en el numeral 500.5.2.7.3.1; los resultados de este análisis se calificarán, para efectos de aceptación, aceptación con sanción (o reducción de precio) o rechazo según se indica en el numeral 500.5.2.7.3.2.

Se considerará como "lote", que se aceptará o rechazará en bloque, la menor cantidad de pavimento construida con el mismo tipo de mezcla que resulte de aplicar los siguientes criterios:

- La obra ejecutada en una jornada de trabajo;
- Trescientos cincuenta metros cúbicos (350 m<sup>3</sup>) de concreto colocado.

No obstante lo anterior, en lo relativo a integridad del pavimento, numeral 500.5.2.8.1, la unidad de valoración para aceptación o rechazo será la unidad

de losa, y en lo relativo a regularidad superficial se aplicará lo descrito en el numeral 500.5.2.8.8.

De cada lote definido para inspección se moldearán aleatoriamente y de amasadas diferentes, un mínimo de tres (3) muestras, constituida cada muestra por cuatro (4) especímenes prismáticos o cilíndricos de una misma amasada y cuyas dimensiones, preparación y curado deberán estar de acuerdo con la norma de ensayo INV E-402.

En la identificación de cada espécimen deberá constar la fecha de elaboración, la clase de concreto, la identificación de la(s) losa(s) donde éste fue vaciado y cualquier otra información que se considere necesaria.

Para proyectos con baja producción diaria de concreto para un tipo dado de mezcla (menos de 100 m<sup>3</sup> por día), se podrá combinar la producción del día con la producción del siguiente o siguientes días del mismo tipo de mezcla, hasta completar 100 m<sup>3</sup> de concreto colocado y tratar esa producción como un lote.

Por cada muestra se elaborarán las siguientes probetas:

- Cuatro (4) vigas prismáticas para ensayos de resistencia a flexión (INVE-414), de las cuales se fallarán dos (2) a siete (7) días y dos (2) a veintiocho (28) días, luego de ser sometidas al curado normalizado;
- Cuatro (4) cilindros, para ensayos de compresión inconfiada (INV E-410) o tracción indirecta (INV E-411), de los cuales se fallarán dos (2) a siete (7) días y dos (2) a veintiocho (28) días, luego de ser sometidos al curado normalizado.

Se aplicará el ensayo de resistencia a la compresión (norma de ensayo INV E-410) para tránsito NT-1 y resistencia a la tracción indirecta (norma de ensayo INV E-411) para tránsitos NT-2 y NT-3.

El promedio de la resistencia de las dos (2) probetas de la misma mezcla y de la misma edad se considerará como el resultado de un ensayo. Los valores de resistencia a siete (7) días se emplearán únicamente para controlar la regularidad de la calidad de la producción del concreto para dar el tramo al tránsito, mientras que los obtenidos a veintiocho (28) días se emplearán en la comprobación de la resistencia del concreto para su aceptación.

Para algunos proyectos o para algunas partes de un proyecto, se puede requerir que la resistencia especificada para el concreto se obtenga a una edad más temprana, la cual deberá estar definida en los documentos del proyecto o acordada en obra con el Interventor; en estos casos, se variarán las edades de los ensayos de manera consecuente y los criterios de aceptación se aplicarán a la nueva edad establecida.

Todos los ensayos de resistencia se reportarán con la precisión indicada en las normas de ensayo respectivas, empleando el método de redondeo de la norma de ensayo INV E-823.

#### **500.5.2.7.3.1 Cálculo del porcentaje estimado de la resistencia dentro de los límites de la especificación (PDL)**

El cálculo del porcentaje estimado de la resistencia dentro de los límites de la especificación (PDL) se hará según el numeral 107.3.2 del Artículo 107, con base en el promedio de los resultados de resistencia de cada lote, su desviación estándar y su índice

de calidad inferior IQI. Las variables de cálculo serán las siguientes:

- Como resultados individuales ( $V_i$ ) se usarán las resistencias individuales del concreto a flexión ( $f_{f,i}$ ) a la edad de 28 días;
- Como valor medio de la muestra ( $V_m$ ) se usará la resistencia promedio del concreto a flexión, a una edad de veintiocho (28) días, de la muestra que representa al lote bajo evaluación ( $f_{f,m}$ );
- Como valor mínimo o límite inferior de la especificación ( $V_{\min}$ ) se usará el valor mínimo de resistencia del concreto a flexión ( $f_{f,\min}$ );
- Número de ensayos que integran la muestra que representa al lote ( $n$ );
- El porcentaje estimado de valores dentro del límite superior de la especificación (PDLS) será 100, puesto que no se define un límite superior para el parámetro evaluado ( $V_{\max}$ ), es decir, para la resistencia del concreto a flexión.

Los documentos del proyecto deberán definir el valor mínimo de resistencia del concreto a flexión ( $f_{f,\min}$ ), valor que puede ser nombrado también como “resistencia característica a la flexión”. Si los documentos técnicos del proyecto no lo definen expresamente, se calculará el valor mínimo  $f_{f,\min}$  como el valor de resistencia a la flexión señalado en los documentos menos 0.2 MPa (2 kg/cm<sup>2</sup>).

**500.5.2.7.3.2 Criterio de aceptación de la resistencia a la flexión del concreto**

Para la aceptación o rechazo del lote de pavimento de concreto, se definen 3 niveles de calidad en función del porcentaje estimado de la resistencia dentro de los límites de la especificación (PDL):

- **Nivel de aceptación a satisfacción:** si el valor de PDL del lote es igual o superior a 90 %, el lote de pavimento se acepta y se paga al precio unitario del contrato;
- **Nivel de aceptación con sanción:** si el valor de PDL del lote está entre 50 % y 89 %, el lote de pavimento se podrá aceptar con sanción, consistente en la aplicación de una reducción al precio unitario del contrato para el pago del lote por medio de un factor de ajuste de precio. El factor de ajuste de precio por resistencia FAR (menor que la unidad), que se aplicará al precio unitario del contrato para el pago del lote, se definirá para cada lote mediante la Tabla 500 - 10;
- **Nivel de rechazo:** si el valor de PDL del lote es inferior 50 %, el Constructor deberá demoler el lote de pavimento objeto de la controversia y reemplazarlo a sus expensas, con otro de calidad satisfactoria; el producto de la demolición será de su propiedad;

Eventualmente el Instituto Nacional de Vías puede, por conveniencia para el proyecto, permitir que no se demuela un lote de pavimento rechazado ( $PDL < 50 \%$ ); en este caso, el pavimento rechazado podrá permanecer en el sitio pero será pagado al

cincuenta por ciento (50 %) del precio del contrato (FAR = 0.500).

**500.5.2.7.3.3 Resistencia a la compresión o a la tracción indirecta**

En principio, los resultados de los ensayos de resistencia a la compresión o a la tracción indirecta, realizados sobre probetas elaboradas en moldes cilíndricos o sobre núcleos, no se utilizarán como criterio de aceptación o rechazo del concreto colocado. Podrán servir como elemento de juicio en aquellos casos en que, dentro de un mismo lote, se registren valores individuales de resistencia a la flexión excesivamente bajos con respecto a los demás valores del lote, o que el Interventor tenga dudas sobre los ensayos de flexión correspondientes.

Tabla 500 - 10. Factor de ajuste del precio unitario por resistencia (FAR)

PDL, %	FAR FACTOR DE AJUSTE DE PRECIO UNITARIO	PDL, %	FAR FACTOR DE AJUSTE DE PRECIO UNITARIO	PDL, %	FAR FACTOR DE AJUSTE DE PRECIO UNITARIO
90 a 100	1.000	73	0.915	56	0.795
89	0.995	72	0.910	55	0.788
88	0.990	71	0.905	54	0.780
87	0.985	70	0.900	53	0.773
86	0.980	69	0.893	52	0.765
85	0.975	68	0.885	51	0.758
84	0.970	67	0.878	50	0.750
83	0.965	66	0.870	Rechazo	
82	0.960	65	0.863		
81	0.955	64	0.855		
80	0.950	63	0.848		
79	0.945	62	0.840		
78	0.940	61	0.833		
77	0.935	60	0.825		
76	0.930	59	0.818		
75	0.925	58	0.810		
74	0.920	57	0.803		

Sin embargo, si para el mismo diseño de mezcla de concreto con el que se construye el pavimento, se ha establecido o se logra establecer en la obra una correlación con un coeficiente de correlación ( $r^2$ ) mayor de nueve décimas (0.9) entre los resultados de módulo de rotura y de compresión o tracción indirecta (los dos últimos preferiblemente de núcleos), en un muestreo por lo menos de 30 especímenes, el Interventor podrá aceptar el control de la resistencia por medio de probetas cilíndricas sometidas a la prueba de compresión o tracción indirecta, en lugar de ensayar vigas prismáticas a flexión.

La correlación por aplicar, que deberá ser aprobada por el Interventor, no corresponderá a la línea promedio de correlación, sino a la línea ajustada de correlación que represente un nivel de confianza mínimo del 85 % en la estimación de la resistencia a la flexión con base en un valor dado de compresión o tracción indirecta.

En dicho caso, no será necesario elaborar las cuatro (4) vigas de cada muestra mencionadas en el numeral 500.5.2.7.3; sin embargo, al menos en vías de tránsito NT3, será necesario seguir tomando vigas con alguna frecuencia para verificar que la correlación se sigue cumpliendo; el Interventor decidirá, con base en los resultados que se van obteniendo, la frecuencia de toma de vigas.

En este caso, los resultados de compresión o tracción indirecta serán sometidos al mismo análisis estadístico de nivel de calidad (NQ) establecido para los resultados de los ensayos a flexión, numeral 500.5.2.7.3.1, y se



aplicarán los mismos criterios de aceptación, numeral 500.5.2.7.3.2.

Se utilizará como valor mínimo de resistencia del concreto a compresión o a tracción indirecta  $f_{c,mín}$  o  $f_{t,mín}$  (límite inferior de la especificación), el valor de compresión o de tracción indirecta que corresponda al valor mínimo de resistencia del concreto a flexión  $f_{f,mín}$  que se haya establecido en los documentos del proyecto, o se haya definido según las indicaciones del numeral 500.5.2.7.3.1; la correspondencia con la correlación aprobada para el proyecto, será la que represente un nivel de confianza mínimo del 85 % en la estimación de la resistencia a la flexión con base en un valor dado de tracción indirecta o de compresión inconfiada.

#### 500.5.2.8 Calidad del producto terminado

La capa terminada deberá presentar una superficie uniforme y ajustarse a las rasantes y pendientes establecidas en los planos del proyecto o modificadas con autorización del Interventor.

La distancia entre el eje del proyecto y el borde de la capa construida no podrá ser menor que la indicada en los planos o la determinada por el Interventor.

La cota de cualquier punto del pavimento curado no deberá variar en más de cinco milímetros (5 mm) de la proyectada. De igual manera, no deberán existir depresiones mayores a tres milímetros (5 mm), cuando se compruebe con una regla de tres metros (3 m), según la norma de ensayo INV E-793; la regla se colocará tanto paralela como perpendicularmente al eje de la vía, en los sitios que escoja al azar el Interventor, los cuales no podrán estar afectados por cambios de pendiente. Las losas que presenten anomalías por encima de estos límites deberán ser demolidas y sus escombros deberán ser transportados a los sitios aprobados para su recepción, todo

a expensas del Constructor, quien, además, deberá reemplazarlas con losas que cumplan con todas las exigencias del presente Artículo, sin que ello implique costo alguno para el Instituto Nacional de Vías. El producto de la demolición será de su propiedad.

Además, se deberán efectuar las siguientes verificaciones:

#### **500.5.2.8.1 Integridad**

Siempre que se presenten losas agrietadas o astilladas, se procederá como se indica en el numeral 500.4.23.

Si el Interventor acepta losas agrietadas sin demoler se dejará constancia de ello en el acta de recibo definitivo de las obras y el Instituto Nacional de Vías podrá exigir, durante el período de garantía de la estabilidad de la obra, la demolición total y la posterior reconstrucción de las losas agrietadas, si las grietas se han agravado o ramificado, o si han sido el origen de daños en las losas vecinas. Estas últimas también deberán ser demolidas y reconstruidas con cargo a la garantía.

#### **500.5.2.8.2 Espesor de las losas**

Durante la construcción del pavimento se deberán nivelar el eje y los bordes del pavimento cada veinte metros (20 m) a lo largo del eje, tanto sobre la superficie de soporte del pavimento, como en la superficie del pavimento de concreto hidráulico, después de su ejecución y curado; estas verificaciones de nivel se deberán realizar exactamente en los mismos puntos. Así mismo, una vez retiradas las formaletas, se realizarán las verificaciones de espesores en los costados de las losas. Estas mediciones de niveles se usarán como guía para delimitar zonas cuyo espesor, evaluado como se indica en los párrafos siguientes de este numeral, resulte deficiente, o para determinar la toma de núcleos adicionales, los resultados de la

nivelación muestren que existen posibles deficiencias de espesor.

La verificación de espesor para aceptación o rechazo se realizará por lotes; se usarán los mismos lotes establecidos para la verificación de la resistencia, numeral 500.5.2.7.3. Cada lote se subdividirá en, al menos, tres sub-lotes de máximo trescientos cincuenta metros cuadrados ( $350 \text{ m}^2$ ) cada uno, debiendo extraerse de cada sub-lote dos (2) testigos cilíndricos o núcleos mediante equipos provistos de brocas rotativas (norma de ensayo INV E-418) Los testigos se extraerán luego de transcurridos quince (15) días desde la colocación del concreto; los espesores de los núcleos se medirán según la norma de ensayo de ensayo INV E-419.

Los agujeros dejados por los núcleos en el pavimento se deberán rellenar a más tardar al día siguiente del corte, con un concreto apropiado de la misma calidad del concreto del pavimento o superior, que no se contraiga; antes de su colocación, se deberá aplicar una resina en las paredes del agujero, del tipo V, según la especificación ASTM C-811.

Si el espesor promedio de los dos (2) testigos correspondientes a un sub-lote resulta inferior al espesor teórico de diseño ( $e_d$ ) en más de diez milímetros (10 mm) el Constructor deberá demoler todo el sub-lote, retirar y disponer apropiadamente los escombros en un lugar aprobado y reconstruir el pavimento, todo ello a sus expensas, de modo de cumplir todas las exigencias de la presente especificación. Igual procedimiento se seguirá cuando el espesor de un (1) testigo resulte inferior en más de quince milímetros (15 mm) con respecto al teórico del diseño. El material producto de la demolición será de propiedad del Constructor.

Se considerará como espesor promedio del lote ( $e_m$ ), al promedio de las alturas de los testigos

extraídos de él, redondeado al milímetro (mm). Cuando corresponda la demolición de un sub-lote por los motivos expuestos en el párrafo anterior, las alturas de los testigos tomados en el tramo objeto de demolición no se considerarán en el cálculo del espesor promedio del lote.

Si el espesor promedio del lote es inferior al teórico de diseño en más de dos milímetros (2 mm) y hasta siete milímetros (7 mm), el pavimento, en cuanto hace a su espesor, se aceptará con descuento por deficiencia de espesor. El descuento se aplicará al lote cual se extrajeron los testigos, previa deducción de los sectores donde haya correspondido la demolición y la reconstrucción. El descuento (D), en tanto por uno, por aplicar en el pago por metro cúbico de pavimento en el lote así afectado (Z), se calculará con la expresión:

$$D = \left(1 - \frac{(e_m + 2)^2}{e_d^2}\right) \quad [500.1]$$

Donde:  $e_d$ : Espesor de diseño, mm;

$e_m$ : Espesor promedio del lote, mm.

El factor de ajuste de precio por espesor FAE (menor o igual que la unidad), que se aplicará al precio unitario del contrato para el pago de los lotes correspondientes al lote analizado, será el resultado de restar el descuento D de la unidad.

$$FAE = 1 - D \quad [500.2]$$

Cuando el espesor promedio del lote ( $e_m$ ) sea inferior al teórico de diseño ( $e_d$ ) en más de siete milímetros (7 mm), el Constructor deberá demoler, retirar y disponer escombros y reconstruir el pavimento, a sus expensas, de modo de cumplir todas las exigencias de la presente especificación. El

pavimento reconstruido se someterá a las mismas valoraciones de calidad especificadas en este Artículo para cualquier tramo de pavimento, para efectos de su aprobación o rechazo.

Si un lote califica para ser demolido, de acuerdo con el párrafo anterior, pero los resultados de alturas de núcleos y mediciones topográficas sugieren que la deficiencia no es generalizada en el lote sino que está concentrada en algún sub-lote, la zona restante podrá ser analizada nuevamente, tratándola como un lote; en este caso, podrá ser necesario tomar núcleos adicionales para cumplir con el mínimo de 3 sub-lotes dentro de esta zona.

Todos los núcleos extraídos para la medida del espesor serán sometidos, sucesivamente, a ensayos de densidad, módulo de elasticidad y resistencia (tracción indirecta para tránsitos NT-2 y NT-3 o compresión inconfiada para tránsito NT-1). La resistencia se medirá a los 28 días (normas de ensayo INV E-410 o INV E-411 según corresponda), luego de ser sometidos a curado húmedo durante las cuarenta y ocho (48) horas previas al ensayo.

Los resultados de las resistencias medidas en los núcleos se podrán usar para calificar la calidad del concreto, si se ha establecido una correlación entre ellas y la resistencia a la flexo-tracción del concreto, con las condiciones descritas en el numeral 500.5.2.7.3.3.

#### **500.5.2.8.3 Densidad del concreto**

A los testigos extraídos del pavimento terminado se les determinará su densidad, según la norma de ensayo ASTM C 642

En principio, los resultados deberán ser reportados, pero no se emplearán como criterio para aceptación o rechazo del pavimento construido, salvo que los documentos técnicos del proyecto o una especificación particular así lo indiquen y establezcan un criterio para su calificación; sin

embargo, si densidad promedio de los núcleos de un lote es menor de noventa y siete por ciento (97 %) o algún núcleo presenta densidad menor de noventa y seis por ciento (96 %), con respecto a la densidad del concreto elaborado al definir la fórmula de trabajo, será indispensable que el Constructor mejore el vibrado del concreto de manera que los requisitos establecidos anteriormente se logren en las posteriores verificaciones. Si la situación persiste, el Interventor ordenará la suspensión de la construcción del pavimento de concreto hasta que el Constructor demuestre, mediante la ejecución de un nuevo tramo de prueba y su verificación a satisfacción del Interventor, que puede colocar el concreto cumpliendo con tales requisitos.

En cualquier caso, la presencia de hormigueros en los núcleos hará obligatoria la demolición de las losas afectadas y su reconstrucción con losas que cumplan todos los requisitos de esta especificación.

#### **500.5.2.8.4 Módulo elástico del concreto**

Sobre los núcleos cilíndricos extraídos del pavimento para el control espesores, numeral 500.5.2.8.2, se determinará el módulo de elasticidad, mediante el procedimiento descrito en la norma de ensayo INV E-424.

El valor promedio de cada lote deberá ser reportado y se empleará, si corresponde, en la revisión de los diseños estructurales del pavimento.

#### **500.5.2.8.5 Alineación de los pasadores**

La alineación de los pasadores en las juntas transversales se podrá verificar mediante tomografía magnética, empleando un dispositivo MIT Scan 2 o uno equivalente.

Si se advierten desviaciones superiores a las consideradas aceptables en el numeral 500.4.9.1, el Constructor dispondrá de dos opciones: (i) realizar, a sus expensas, los trabajos de realineación de las

varillas desviadas, empleando un procedimiento sancionado por la experiencia y aceptado por el Interventor, o (ii) no realizar ninguna intervención.

Si acoge la segunda opción, de ello se dejará constancia en el acta de recibo definitivo de la obra y los registros respectivos se incluirán en el informe final de Interventoría. En tal evento, serán de responsabilidad exclusiva del Constructor los agrietamientos transversales que se presenten en las losas a causa de la falta de alineación, durante el período de vigencia de la garantía de estabilidad de la obra y, por lo tanto, estará obligado a reconstruir las losas afectadas y a reponer, a sus expensas, todo el sistema de transferencia de carga de ellas, a satisfacción completa del Instituto Nacional de Vías, durante dicho período.

#### **500.5.2.8.6 Textura**

Al día siguiente de aquel en el cual se haya realizado el vaciado del concreto y el texturizado transversal se determinará, en sitios aleatorios (norma de ensayo INV E-730) que no coincidan con juntas, la profundidad de textura por el método del círculo de arena, de acuerdo con la norma de ensayo INV E-791.

El número mínimo de puntos a controlar por lote será de tres (3), que se ampliarán a cinco (5) si la textura obtenida en uno (1) de los tres (3) primeros es inferior a la especificada. Después de diez (10) lotes consecutivos aceptados, el Interventor podrá reducir la frecuencia de los ensayos.

La profundidad promedio de textura del lote deberá estar comprendida entre sesenta y cien centésimas de milímetro (0.6 mm a 1.0 mm), sin que ningún valor individual se encuentre por debajo de cuarenta centésimas de milímetro (0.4 mm).

Si al menos uno de estos requisitos se incumple, se rechazará el tramo representado por el lote, hasta

que el Constructor haga las correcciones necesarias para alcanzar los valores prescritos, las cuales correrán de su exclusiva cuenta y costo. Si la solución que propone o implementa el Constructor da lugar a disminuciones en el espesor del pavimento, se usarán los espesores reducidos para verificar de nuevo el lote o lotes de pavimento para su aceptación o rechazo por espesor, según el numeral 500.5.2.8.2.

#### **500.5.2.8.7 Resistencia al deslizamiento**

La resistencia al deslizamiento se medirá el día previo al previsto para la puesta en servicio del tramo de pavimento representado por el lote respectivo, en sitios que no coincidan con juntas de pavimento.

Debido a que la resistencia al deslizamiento se encuentra relacionada directamente con la seguridad de los usuarios, los puntos para su determinación en cada lote no se elegirán al azar, sino que serán ubicados por el Interventor en aquellos lugares que considere más sensibles al deslizamiento vehicular, en condición de superficie húmeda.

Las medidas se realizarán por el péndulo británico, de acuerdo con la norma de ensayo INV E-792, en tres (3) puntos por lote en zonas en tangente y en uno (1) por cada curva horizontal, curva vertical, intersección, glorieta y zona de frenado frecuente, incluidas dentro del lote. Ninguna de las medidas podrá presentar un valor inferior al límite indicado en la Tabla 500 - 11, de acuerdo con el tránsito de diseño y el tipo de sección vial. En caso que se presenten valores menores, el Interventor realizará medidas adicionales para delimitar perfectamente el área afectada, la cual deberá ser corregida por el Constructor, a sus expensas, mediante microfresado. Si esta operación afecta el espesor del pavimento, se usarán los espesores reducidos para



verificar de nuevo el lote o lotes de pavimento para su aceptación o rechazo por espesor, según el numeral 500.5.2.8.2.

Tabla 500 - 11. Valores mínimos admisibles del coeficiente de resistencia al deslizamiento con el péndulo británico

TIPO DE SECCIÓN	NT1	NT2	NT3
	COEFICIENTE DE RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO, MÍNIMO		
Glorietas, curvas con radios menores de 200 metros, pendientes $\geq 5\%$ en longitudes de 100 metros o más, intersecciones, zonas de frenado frecuente	0.50	0.55	0.60
Otras secciones	0.45	0.50	0.50

La resistencia al deslizamiento se puede verificar también con dispositivos de rueda parcialmente bloqueada (INV E-815). En tal caso, la especificación particular indicará el equipo autorizado, así como los valores mínimos por alcanzar, los cuales deberán ser, cuando menos, equivalentes a los señalados en la Tabla 500 - 11 para medidas con el péndulo.

#### 500.5.2.8.8 Regularidad superficial

El Índice Internacional de Rugosidad (IRI) se comprobará de manera continua en toda la longitud de la obra y en cada carril, antes del recibo definitivo de la misma. Para los efectos de aceptación del pavimento terminado, este Artículo establece que la determinación del IRI se deberá realizar, únicamente, con procedimientos de medida de precisión o con equipos de referencia inercial.

Las medidas de precisión se podrán adelantar con mira y nivel, de acuerdo con el procedimiento indicado en la norma de ensayo INV E-794 o con un perfilómetro pivotante de alta precisión, norma de ensayo INV E-814.

Si se opta por el equipo de referencia inercial, éste se deberá validar previamente con uno de precisión

en un tramo de prueba de longitud no menor de doscientos metros (200 m). El equipo de referencia inercial se deberá operar de acuerdo con la norma de ensayo ASTM E 950.

Para efectos de la evaluación con fines de recibo, las medidas se harán en cada uno de los carriles del pavimento construido y los valores del Índice Internacional de Rugosidad (IRI) se presentarán en m/km, en tramos consecutivos de cien metros (100 m) por carril, con la excepción que se cita en el párrafo siguiente. Un conjunto de cinco (5) tramos constituirá un lote.

No habrá exigencia sobre el cumplimiento de regularidad superficial en tramos que incluyan singularidades, entendiéndose por tales todas aquellas alteraciones del perfil longitudinal de la carretera que incrementen el IRI y no provengan de deficiencias constructivas, como pueden ser intersecciones con otras vías, puentes, pozos de inspección, reductores de velocidad, etc., los cuales será definidos por el Interventor, con su ubicación respectiva (carril y abscisa), antes de proceder a la determinación del índice internacional de rugosidad (IRI).

Se entenderá que la superficie del pavimento tiene una regularidad superficial aceptable, si a lo largo de la longitud evaluada en cada carril se satisfacen los valores indicados en la Tabla 500 - 12.

Tabla 500 - 12. Valores máximos admisibles de IRI (m/km)

PORCENTAJE DE HECTÓMETROS	TIPO DE TRÁNSITO		
	NT1	NT2	NT3
40	2.4	1.9	1.4
80	3.0	2.5	2.0
100	3.5	3.0	2.5

Si la proporción de hectómetros donde los resultados de la regularidad superficial (IRI) exceden los límites especificados, no es superior a veinte por

ciento (20 %) del total del lote, el Interventor delimitará los subsectores relevantes en el incumplimiento y podrá autorizar su corrección mediante fresado, siempre y cuando dicha operación dé lugar a un acabado superficial semejante al conjunto de la obra y no origine disminuciones de espesor que conduzcan al rechazo de lotes de obra, en los términos definidos en el numeral 500.5.2.8.2. Si el acabado es incorrecto y/o la reducción de espesor conduce al rechazo, el Constructor deberá demoler y reconstruir los lotes afectados. Tanto la corrección de defectos como la demolición y retiro al sitio de disposición de sobrantes y la posterior reconstrucción del pavimento, con la calidad exigida por el presente Artículo, serán a expensas del Constructor.

Si la proporción de hectómetros donde los resultados de IRI exceden los límites especificados es mayor a veinte por ciento (20 %) del total del lote, toda la longitud de éste deberá ser demolida y reconstruida. La demolición, traslado y disposición del material demolido y la reconstrucción del pavimento, con la calidad exigida por el presente Artículo, serán a expensas del Constructor.

En ambos casos, el material demolido será de propiedad del Constructor. Éste, a su vez, no podrá invocar las reparaciones o reconstrucciones derivadas de deficiencias en la regularidad superficial, como causal para incumplir el programa de trabajo.

#### **500.5.2.8.9 Transferencia de carga en las juntas**

Se deberá comprobar la transferencia de carga, tanto en las juntas longitudinales como en las transversales, siguiendo las indicaciones de los documentos técnicos del proyecto. En ellos se fijarán, también, los valores mínimos admisibles y los procedimientos a seguir en caso de incumplimiento.

## 500.6 MEDIDA

---

La unidad de medida del pavimento de concreto hidráulico será el metro cúbico ( $m^3$ ), aproximado al décimo de metro cúbico ( $0.1 m^3$ ), de concreto suministrado, colocado, compactado y terminado, debidamente aceptado por el Interventor, de acuerdo con lo exigido en este Artículo.

El resultado de la medida se deberá reportar con la aproximación establecida, empleando el método de redondeo de la norma de ensayo INV E-823.

El volumen se determinará multiplicando la longitud real medida a lo largo del eje del proyecto, por el ancho y el espesor mostrados en los documentos del proyecto o ajustados según los cambios ordenados por el Interventor; en aquellos lotes aceptados cuyo espesor promedio resulte inferior al de diseño, el volumen se determinará usando el espesor promedio del lote en lugar del espesor mostrado en los documentos del proyecto. No se medirá, con fines de pago, ningún volumen por fuera de estos límites.

Cuando en el proyecto se establezca la construcción de losas reforzadas, como se indica en el numeral 500.2.2.3, el acero de refuerzo correspondiente se medirá como se indica en el Artículo 640.

El acero correspondiente a pasadores y barras de amarre no se medirá para efectos de pago independiente.

## 500.7 PAGO

---

El pago se hará al precio unitario del contrato, multiplicado por el factor de ajuste total FAT según se indica a continuación, por toda obra ejecutada de acuerdo con este Artículo y aceptada por el Interventor.

El factor de ajuste total FAT, que se calculará para cada lote individual y que tiene un valor máximo de la unidad (1), será el resultado de multiplicar el factor de ajuste por resistencia FAR, numeral 500.5.2.7.3.2, por el factor de ajuste por espesor FAE, numeral 500.5.2.8.2, determinados para ese lote.

$$FAT = FAR \times FAE$$

[500.3]

El precio unitario deberá cubrir todos los costos de adquisición, obtención de licencias ambientales, permisos y derechos de explotación o alquiler de las fuentes de materiales y el descapote y la preparación de las zonas por explotar. Deberá cubrir, también, todos los costos de explotación de las fuentes de materiales; la selección, trituración, eventual lavado y clasificación de los materiales pétreos; el suministro, el almacenamiento, los desperdicios, cargues, transportes, descargues y la mezcla de todos los materiales constitutivos de la mezcla de concreto cuya fórmula de trabajo se haya aprobado, incluidos los aditivos; la obtención, el transporte, el suministro y la aplicación del agua requerida para el humedecimiento de la superficie de apoyo del pavimento o el suministro y la colocación del papel especial o el material plástico para aislar el pavimento de la capa de soporte; el costo de la definición de la fórmula de trabajo; el suministro, la colocación y el retiro de las formaletas fijas cuando ellas se utilicen; el suministro, el almacenamiento, los desperdicios, cargues, transportes, descargues y la colocación de los pasadores y de sus dispositivos de soporte, de las barras de unión, de los elementos para separación del pavimento y el suministro y la aplicación de los materiales de curado y de los materiales para el sello de todas las juntas según lo contemple el proyecto y su instalación; el transporte del concreto al sitio de los trabajos, su colocación y vibrado; la ejecución de juntas en fresco o por aserrado; 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; el tramo de prueba; la señalización preventiva de la vía y el ordenamiento del tránsito público durante la realización de las obras y durante el período de curado; la limpieza final del sitio de los trabajos al término satisfactorio de éstos y, en general, todo costo relacionado con la correcta ejecución de los trabajos especificados.

El precio unitario deberá incluir, además, todos los costos correspondientes a administración e imprevistos y la utilidad del Constructor.

La preparación de la superficie existente, salvo el humedecimiento o el suministro y colocación del papel especial o el material plástico previos a la colocación del concreto, 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 Constructor deberá incluir el costo de la preparación de la superficie existente dentro del precio unitario del pavimento de concreto hidráulico.

El acero necesario para la construcción de losas reforzadas, se pagará con cargo al Artículo 640, "Acero de Refuerzo".

**500.8 ÍTEM DE PAGO**

---

500.1	Pavimento de concreto hidráulico	Metro cúbico (m3)
500.2	Pavimento de concreto hidráulico de fraguado rápido (fast-track)	Metro cúbico (m3)

*Nota: en el caso de pavimentos de concreto hidráulico de fraguado rápido (fast-track) los documentos del proyecto deberán definir la edad a la cual se debe alcanzar la resistencia de diseño.*

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

## SUBDRENES CON GEOTEXTIL Y MATERIAL GRANULAR

### ARTÍCULO 673 – 13

#### 673.1 DESCRIPCIÓN

---

Este trabajo consiste en la construcción de subdrenes con geotextil y material granular, en los sitios señalados en los planos del proyecto o indicados por el Interventor.

La colocación de un geotextil en contacto con el suelo permite el paso del agua, a largo plazo, dentro del sistema de drenaje subsuperficial, reteniendo el suelo adyacente. Las características del geotextil para filtración serán función de la gradación del suelo del sitio y de las condiciones hidráulicas del mismo.

El presente Artículo establece los criterios y procedimientos para garantizar la calidad del geotextil y su supervivencia frente a los esfuerzos producidos durante la instalación, de conformidad con los planos del proyecto o las instrucciones del Interventor.

Si los documentos especifican el suministro e instalación de una capa de arena de filtro entre el suelo y el geotextil y/o la instalación de una tubería perforada dentro del material filtrante, estos aspectos deberán ser objeto de una especificación particular.

#### 673.2 MATERIALES

---

##### 673.2.1 Geotextil

En general, se podrán emplear geotextiles cuyas fibras estén elaboradas a partir de polímeros sintéticos de cadena larga, compuestos con un porcentaje mínimo del 95 % en masa de poliolefinas o poliéster; la misma composición aplica para los hilos de las costuras. Las fibras del geotextil deberán conformar una red estable que mantenga la estabilidad dimensional entre ellas, incluyendo los bordes.

El tipo y las propiedades requeridas del geotextil serán los establecidos en los documentos del proyecto en función de las características y condiciones del mismo y los procedimientos de instalación, así como de la granulometría, de la plasticidad y de las condiciones hidráulicas del suelo.

En este numeral se indican las propiedades mínimas que deberá tener el geotextil para aplicaciones rutinarias de separación y drenaje.

El geotextil escogido en el diseño deberá tener las siguientes características de comportamiento:

- Deberá tener la capacidad para dejar pasar el agua, a largo plazo, hacia el material drenante.
- Deberá retener las partículas de suelo en su sitio y prevenir su movimiento a través del geotextil.
- Si algunas partículas de suelo se mueven, el geotextil deberá dejarlas pasar sin que se obstruyan los poros del mismo o se forme una película que restrinja el paso del agua.

Se deberán usar geotextiles no tejidos o tejidos, siempre y cuando estos últimos no sean de hilos o cintas planas; dependiendo de las condiciones hidráulicas y del suelo, así como de la función definida en el diseño, podrá ser preferible usar uno u otro tipo de geotextil, para lo cual se deberán tener en cuenta las indicaciones dadas en la siguiente publicación:

- FHWA NHI-07-092, NHI Course No. 132013, *Geosynthetic Design & Construction Guidelines* (Guías para el diseño y construcción con geosintéticos)

Las propiedades de los geotextiles se expresan en términos de valores mínimos promedio por rollo (VMPR). El valor mínimo promedio por rollo (VMPR) es una herramienta de control de calidad que le permite a los fabricantes establecer los valores en sus certificados de manera que el comprador tenga un nivel de confianza del 97.7 % de que las propiedades, medidas sobre el producto que compra, cumplen con los valores certificados. Para datos que tengan una distribución normal, el valor VMPR se calcula como el valor típico menos dos (2) veces la desviación estándar, cuando se especifican valores mínimos, o más dos (2) veces la desviación estándar, cuando se especifican valores máximos.

Los valores promedio de los resultados de los ensayos practicados a cualquier rollo deberán satisfacer los requisitos establecidos en este Artículo.



**673.2.1.1 Propiedades mecánicas**

Las propiedades de resistencia de los geotextiles dependen de los requerimientos de supervivencia y de las condiciones y de los procedimientos de instalación. Las propiedades mecánicas para condiciones normales de instalación se especifican en la Tabla 673 - 1 en términos de valores mínimos promedio por rollo (VMPR).

Tabla 673 – 1. Propiedades mecánicas del geotextil en términos de VMPR  
(Medidas en el sentido más débil del geotextil)

CARACTERÍSTICA	NORMA DE ENSAYO ASTM	REQUISITO (VMPR)	
		GEOTEXTILES TEJIDOS	GEOTEXTILES NO TEJIDOS
Elongación	D 4632	< 50%	≥ 50%
Resistencia a la tensión Grab (N), valor mínimo	D 4632	1100	700
Resistencia a la costura (N), valor mínimo	D 4632	990	630
Resistencia a la penetración con pistón de 50 mm de diámetro (N), valor mínimo	D 6241	2200	1375
Resistencia al rasgado trapezoidal (N), valor mínimo (Nota 1)	D 4533	400	250

Nota 1: El VMPR para la resistencia al rasgado trapezoidal de los geotextiles tejidos monofilamento deberá ser de 250 N.

**673.2.1.2 Propiedades hidráulicas y de filtración**

Las propiedades hidráulicas y de filtración mínimas que deberá cumplir el geotextil se indican en la Tabla 673 - 2 en términos de valores mínimos promedio por rollo (VMPR); estas propiedades están en función del contenido de finos (porcentaje de suelo que pasa el tamiz No. 200) del suelo que va a quedar en contacto con el geotextil.

Adicionalmente a los requisitos de permitividad, los documentos del proyecto podrán especificar requisitos de permeabilidad, determinada según la norma de ensayo ASTM D 4491 (por ejemplo, que sea una o varias veces superior a la permeabilidad del suelo) y/o de ensayos de comportamiento basados en los diseños para sistemas de drenaje en condiciones de suelos problemáticos.

Se requerirán diseños particulares del geotextil para drenaje y filtración especialmente para las siguientes condiciones de suelos problemáticos: suelos inestables o altamente erosionables, tales como limos no cohesivos; suelos de gradación discontinua; suelos estratificados con alternancia de capas arenosas y limosas; suelos dispersivos o polvo de roca.

Tabla 673 – 2. Propiedades hidráulicas y de filtración mínimas del geotextil en términos de VMPR

CARACTERÍSTICA	NORMA DE ENSAYO ASTM	PORCENTAJE DE SUELO PASA TAMIZ 0.075 mm (No. 200) (Nota 1)		
		< 15	15 a 50	> 50
		REQUISITO (VMPR)		
Permitividad, valor mínimo ( $s^{-1}$ ). (Nota 3)	D 4491	0.5	0.2	0.1
Tamaño de abertura aparente (TAA), valor máximo (mm). (Nota 3)	D 4751	0.43 (Tamiz No. 40)	0.25 (Tamiz No. 60)	0.22 (Tamiz No. 70) (Nota 2)
Estabilidad ultravioleta después de 500 h de exposición, valor mínimo	D 4355	50 %		

Nota 1: El porcentaje de suelo que pasa el tamiz No. 200 corresponde a la fracción de la granulometría (norma de ensayo INV E-123) del suelo aguas arriba del geotextil.

Nota 2: El valor del tamaño de abertura aparente (TAA) representa el valor máximo promedio por rollo. Para suelos cohesivos con un índice de plasticidad mayor a siete (7), el valor máximo promedio por rollo de tamaño de abertura aparente deberá ser de treinta centésimas de milímetro (0.30 mm).

Nota 3: Estos valores de las propiedades de filtración se basan en la granulometría predominante del suelo.

### 673.2.1.3 Control de calidad de la producción

El fabricante de los geotextiles deberá contar con un proceso de producción que cuente con un sistema de gestión de la calidad certificado bajo la norma ISO 9001. El laboratorio, propio o externo, que se use para realizar los ensayos de control de la calidad de la producción, deberá estar acreditado bajo la norma ISO/IEC 17025 o contar con una acreditación GAI-LAP del Instituto de Acreditación de Geosintéticos, GAI.

El fabricante o proveedor deberá suministrar el programa de control de calidad y los datos de soporte, donde se indiquen

los requisitos de ensayos, los métodos de ensayo, la frecuencia de los ensayos, los criterios de aceptación en la fabricación y el tamaño del lote para evaluación de cada producto.

### **673.2.2 Material granular drenante**

Podrá provenir de la trituración de roca o ser de cantos rodados, o una mezcla de ambos, y estará constituido por fragmentos duros y resistentes a la acción de los agentes del intemperismo. Además, deberá cumplir con los siguientes requisitos:

#### **673.2.2.1 Granulometría**

El material drenante deberá estar constituido por partículas con tamaños comprendidos entre el tamiz de setenta y cinco milímetros (3") y el tamiz de diecinueve milímetros (3/4"). No se requiere ninguna gradación especial, permitiéndose el uso de fragmentos de un solo tamaño. Las partículas podrán ser angulares o redondeadas o una combinación de ellas.

#### **673.2.2.2 Calidad de las partículas minerales**

El material deberá estar libre de partículas finas y de material orgánico. En la Tabla 673 - 3 se indican los requisitos que deberá cumplir el material granular para filtros.

### **673.2.3 Material de cobertura**

El material de cobertura para el subdrén deberá cumplir los requisitos establecidos en los documentos del proyecto; podrá ser material proveniente de la excavación; material impermeable, con contenido de finos (% que pasa el tamiz No. 200) mínimo de 35% e índice de plasticidad mínimo de 10 %; material de recebo (Artículo 610, numeral 610.2.2) o material granular tipo SBG (Artículo 610, numeral 610.2.3).

Tabla 673 – 3. Requisitos del material granular drenante

CARACTERÍSTICA	NORMA DE ENSAYO INV	VALOR
<b>Dureza (O)</b>		
Desgaste en la máquina de los Ángeles (%)	E-219	≤ 40
<b>Durabilidad (O)</b>		
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos	E-220	≤ 12
- Sulfato de sodio (%)		≤ 18
- Sulfato de magnesio (%)		
<b>Limpieza (F)</b>		
Terrones de arcilla y partículas deleznable, máximo (%)	E-211	0,25
Partículas livianas, máximo (%)	E-221	1,0
Contenido de materia orgánica (%)	E-121	0

### 673.3 EQUIPO

Se deberá disponer de los equipos necesarios para colocar el geotextil y para explotar, triturar, procesar, cargar, transportar, colocar y compactar el material drenante. También para colocar y compactar el material que sellará el filtro, así como para su explotación, trituración, procesamiento, cargue y transporte.

### 673.4 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

#### 673.4.1 Generalidades

El Interventor exigirá al Constructor que los trabajos se efectúen con una adecuada programación entre las actividades de apertura de la excavación y de construcción del subdrén, de manera que aquella quede expuesta el menor tiempo posible para evitar que el material in-situ alrededor de la excavación pierda sus condiciones iniciales.

Las labores de explotación de materiales y elaboración de agregados para el material drenante y material de cobertura diferente al material de excavación, se deberán ejecutar de acuerdo con lo establecido en el Artículo 105, "Desarrollo y control de los trabajos", numeral 105.13.3.

Será responsabilidad del Constructor la colocación de elementos de señalización preventiva en la zona de los trabajos, la cual deberá ser visible durante las veinticuatro (24) horas del día.

#### **673.4.2 Preparación del terreno**

La construcción del subdrén solo será autorizada por el Interventor cuando la excavación haya sido terminada, de acuerdo con las dimensiones, las pendientes, las cotas y las rasantes indicadas en los planos del proyecto o las ordenadas por el Interventor. La excavación se deberá ejecutar de acuerdo con lo indicado en el Artículo 600 “Excavaciones Varias” de estas especificaciones

#### **673.4.3 Condiciones normales de instalación del geotextil**

El geotextil se deberá colocar cubriendo totalmente la parte inferior y las paredes laterales de la excavación, evitando que se produzcan arrugas y asegurando el contacto permanente con el suelo, sin que queden vacíos entre geotextil y suelo. Se deberá dejar por encima la cantidad de geotextil suficiente para que, una vez se acomode el material drenante, se cubra en su totalidad con un traslapo mínimo de treinta centímetros (0.30 m) o mediante la realización de una costura industrial. Los tramos sucesivos de geotextil se traslaparán longitudinalmente cuarenta y cinco centímetros (0.45 m) como mínimo y se deberá traslapar o coser el geotextil aguas arriba sobre el geotextil aguas abajo.

El Constructor deberá tener el suficiente cuidado durante el manejo e instalación del geotextil, de manera que éste no se contamine. Si el geotextil se contamina, el Constructor deberá removerlo y reemplazarlo con material nuevo, sin costo adicional para el Instituto Nacional de Vías.

No se permitirá que el geotextil quede expuesto, sin cubrir, por un lapso mayor a tres (3) días.

#### **673.4.4 Elaboración de costuras**

Las costuras deberán cumplir con los siguientes requisitos mínimos:

- El tipo de hilo deberá ser kevlar, aramida, polietileno, poliéster o polipropileno. No se permitirán hilos elaborados totalmente con fibras naturales, ni hilos de nylon. Cuando se propongan hilos compuestos por fibras sintéticas y fibras naturales, no se permitirán aquellos que

tengan diez por ciento (10 %) o más, en peso, de fibras naturales. Tampoco se permitirán costuras elaboradas con alambres.

- El tipo de puntada podrá ser simple (Tipo 101) o de doble hilo, también llamada de seguridad (Tipo 401).
- La densidad de la puntada deberá ser, como mínimo, de ciento cincuenta a doscientas (150 – 200) puntadas por metro lineal.
- La tensión del hilo se deberá ajustar en el campo de tal forma que no corte el geotextil, pero que sea suficiente para asegurar una unión permanente entre las superficies a coser. Si se hace la costura a mano, se deberán tener los cuidados necesarios para que al pasar el hilo, el rozamiento no “funda” las fibras del geotextil.
- Dependiendo del tipo de geotextil y del nivel de esfuerzos a que se va a solicitar, el tipo de costura se podrá realizar en diferentes configuraciones y con una o varias líneas de costura, siempre y cuando se asegure la correcta transferencia de la tensión.
- La resistencia a la tensión de la unión, de acuerdo con la norma ASTM D 4632, deberá ser, como mínimo, el 90 % de la resistencia a la tensión Grab del geotextil que se está cosiendo, medida de acuerdo a la misma norma de ensayo.

#### 673.4.5 Colocación del material granular drenante

El material drenante se colocará dentro de la zanja en capas con el espesor autorizado por el Interventor y empleando un método que no dé lugar a daños en el geotextil o en las paredes de la excavación. La compactación del material drenante se deberá realizar utilizando procedimientos apropiados, buscando el acomodamiento de las partículas y el contacto permanente y completo entre el geotextil y el suelo.

Para las condiciones normales de instalación, la altura máxima de caída del material no deberá exceder un metro (1 m).

El relleno de material drenante se llevará a cabo hasta la altura indicada en los planos o la autorizada por el Interventor.

**673.4.6 Cobertura del subdrén**

Completado el relleno del subdrén con el material drenante, éste se cubrirá totalmente con el geotextil haciendo los traslapos o las costuras según los numerales 673.4.3 y 673.4.4 de este Artículo.

El geotextil se cubrirá inmediatamente con el tipo de material especificado en los documentos del proyecto, que cumpla con los requisitos pertinentes entre los mencionados en el numeral 673.2.3.

El material de cobertura se colocará y compactará en capas sucesivas de espesor no mayor a quince centímetros (15 cm), hasta la altura requerida en los planos u ordenada por el Interventor. La densidad seca del material de cobertura, una vez compactado, deberá ser igual o mayor al noventa y cinco por ciento (95 %) de la densidad seca máxima obtenida en el ensayo Proctor modificado, según la norma INV E-142, corregida por la presencia de sobretamaños, si se requiere, según la norma de ensayo INV E-143.

**673.4.7 Control del tránsito**

El Constructor deberá instalar todos los elementos de señalización preventiva en la zona de los trabajos, los cuales deberán garantizar la permanente seguridad del tránsito de vehículos y equipos de construcción.

**673.4.8 Limitaciones en la ejecución**

No se permitirá adelantar los trabajos objeto del presente Artículo cuando la temperatura ambiente sea inferior a cinco grados Celsius (5° C) o haya lluvia o fundado temor de que ella ocurra.

Los trabajos se deberán realizar en condiciones de luz solar. Sin embargo, cuando se requiera terminar el proyecto en un tiempo especificado por el INVÍAS, el Interventor podrá autorizar el trabajo en horas de oscuridad, siempre y cuando el Constructor garantice el suministro y la operación de un equipo de iluminación artificial que resulte satisfactorio para aquel. Si el Constructor no ofrece esta garantía, no se le permitirá el trabajo nocturno y deberá poner a disposición de la obra el equipo y el personal adicionales para completar el trabajo en el tiempo especificado, operando únicamente durante las horas de luz solar.

**673.4.9 Reparaciones**

Todos los defectos que se presenten en excavación de la zanja; en la extensión, en los traslajos, en las costuras, en los cortes o en los dobleces del geotextil; en la colocación y compactación tanto del material drenante como de cobertura; así como los que se deriven de un incorrecto control del tránsito recién terminados los trabajos, deberán ser corregidos por el Constructor, de acuerdo con las instrucciones del Interventor, sin costo alguno para el Instituto Nacional de Vías.

**673.4.10 Manejo ambiental**

Todas las labores de fabricación de subdrenes con geotextil y material granular se realizarán teniendo en cuenta lo establecido en los documentos o evaluaciones ambientales del proyecto y las disposiciones vigentes sobre la conservación del medio ambiente y los recursos naturales.

**673.5 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS**

---

**673.5.1 Controles**

Durante la ejecución de los trabajos, se adelantarán los siguientes controles:

- Verificar el estado y el funcionamiento de todo el equipo utilizado por el Constructor.
- Verificar que las excavaciones tengan las dimensiones y pendientes señaladas en los planos o las ordenadas por el Interventor, antes de iniciar la construcción del filtro.
- Comprobar que los materiales a utilizar cumplan con los requisitos exigidos por la presente especificación.
- Vigilar la regularidad en la producción de los agregados durante el período de ejecución de la obra.
- Supervisar la correcta aplicación del método aceptado, en cuanto a la elaboración y la colocación de los agregados, la colocación del geotextil y la colocación de la capa de cobertura del subdrén.



- Supervisar la correcta disposición de los materiales sobrantes en los sitios definidos para este fin.
- Comprobar que durante el transporte y el almacenamiento, los geotextiles tengan los empaques que los protejan de la acción de los rayos ultravioleta, agua, barro, polvo, y otros materiales que puedan afectar sus propiedades
- Verificar que cada rollo de geotextil tenga en forma clara la información del fabricante, el número del lote y la referencia del producto, así como la composición química del mismo.
- Efectuar ensayos de control sobre el geotextil, en un laboratorio independiente al del fabricante o proveedor, y al material granular drenante. Los ensayos de control relacionados con el geotextil, se deberán hacer de conformidad con lo establecido en las normas de ensayo ASTM D 4354 y ASTM D 4759.

El Interventor medirá, para efectos de pago, las cantidades de obra ejecutadas a satisfacción.

## **673.5.2 Condiciones específicas para el recibo y tolerancias**

### **673.5.2.1 Calidad del geotextil**

Por cada lote de rollos que llegue a la obra, el Constructor deberá entregar al Interventor una certificación expedida por el fabricante del geotextil, donde se establezca el nombre del producto, la composición química relevante de los filamentos o cintas y toda la información que describa al geotextil, así como los resultados de los ensayos de calidad efectuados sobre muestras representativas de la entrega, los cuales deberán satisfacer todas las condiciones establecidas en las Tablas 673 - 1 y 673 - 2. El Interventor se abstendrá de aceptar el empleo de suministros de geotextil que no se encuentren respaldados por la certificación del fabricante. Dicha constancia no evitará, en ningún caso, la ejecución de ensayos de comprobación por parte del Interventor ni implica, necesariamente, la aceptación de la entrega.

Además, el Interventor deberá escoger al azar un número de rollos equivalente a la raíz cúbica del número total de rollos que conformen el lote. Se evaluarán rollos estándar con un

área entre cuatrocientos y seiscientos metros cuadrados (400 y 600 m<sup>2</sup>) cada uno. En el caso de rollos con áreas diferentes, el total de metros cuadrados se deberá convertir a unidades de rollos equivalentes de quinientos metros cuadrados (500 m<sup>2</sup>).

De cada rollo se deberán descartar las dos primeras vueltas de geotextil para el muestreo. Posteriormente, se deberá tomar una muestra, como mínimo de un metro lineal (1 ml) por el ancho correspondiente al rollo, verificando que esté totalmente seca y limpia. El número de especímenes se determinará de conformidad con las normas de ensayo ASTM D 4354 y ASTM D 4759. Tales especímenes, debidamente identificados (número de lote, referencia del producto, etc.), se deberán empacar y enviar a un laboratorio distinto al del fabricante o proveedor, para que les sean realizadas las pruebas especificadas en las Tablas 673 - 1 y 673 - 2.

En relación con los resultados de las pruebas, no se admitirá ninguna tolerancia sobre los límites establecidos en la Tablas 673 - 1 y 673 - 2. Por ningún motivo se aceptarán geotextiles rasgados, agujereados o usados.

#### **673.5.2.2 Calidad del material granular drenante y de los materiales de cobertura distintos al material de excavación**

De cada procedencia de los agregados pétreos y para cualquier volumen previsto se tomarán cuatro (4) muestras y de cada fracción de ellas se verificará su calidad y granulometría, según los requisitos indicados en los numerales 673.2.2 y 673.2.3. Los resultados deberán satisfacer las exigencias allí establecidas; si los materiales no cumplen con la totalidad de los requisitos serán rechazados.

Durante la etapa de producción, el Interventor examinará las descargas de los acopios y ordenará el retiro de los agregados que, a simple vista, presenten restos de tierra vegetal, materia orgánica y tamaños superiores o inferiores al máximo y al mínimo especificados.

## 673.6 MEDIDA

---

### 673.6.1 Geotextil

La unidad de medida del geotextil será el metro cuadrado ( $m^2$ ), aproximado a la décima de metro cuadrado, de geotextil medido en obra, colocado de acuerdo con los planos y esta especificación y debidamente aceptado por el Interventor. No se medirán los traslapos.

El resultado de la medida se deberá reportar con la aproximación establecida, empleando el método de redondeo de la norma INV E-823.

### 673.6.2 Material granular drenante

La unidad de medida del material granular drenante será el metro cúbico ( $m^3$ ), aproximado a la décima de metro cúbico, de material suministrado y colocado en obra, debidamente aceptado por el Interventor. El resultado de la medida se deberá reportar con la aproximación establecida, empleando el método de redondeo de la norma INV E-823.

El volumen se determinará multiplicando la longitud de la zanja, medida a lo largo del eje del subdrén, por el ancho de la misma y por la altura de colocación del material drenante indicadas en los planos del proyecto o autorizados por el Interventor.

### 673.6.3 Materiales de cobertura

La unidad de medida del material de cobertura será el metro cúbico ( $m^3$ ), aproximado a la décima de metro cúbico, de material suministrado y colocado en obra, debidamente aceptado por el Interventor. El resultado de la medida se deberá reportar con la aproximación establecida, empleando el método de redondeo de la norma INV E-823.

El volumen se determinará multiplicando la longitud de la zanja, medida a lo largo del eje del subdrén, por el ancho de la misma y por la altura de colocación del material de cobertura indicados en los planos del proyecto o autorizados por el Interventor.

## 673.7 FORMA DE PAGO

---

El pago se hará al respectivo precio unitario del contrato por toda obra ejecutada, de acuerdo con los planos y esta especificación, y aceptada a satisfacción por el Interventor.

El precio unitario del ítem 673.1, Geotextil, deberá incluir el suministro del geotextil en obra, su almacenamiento, transportes, colocación, costuras; traslapes y desperdicios.

El precio unitario del ítem 673.2, Material granular drenante, deberá incluir los costos del suministro, equipos y mano de obra para la adecuada colocación y compactación del material en la zanja del subdrén; la obtención de permisos de explotación del material; la extracción y eventual trituración y/o lavado; la clasificación del material; cargues; transportes; descargues; almacenamiento; la adecuada disposición de los materiales sobrantes de todo el proceso de fabricación del subdrén; la señalización y el control del tránsito durante la etapa de construcción y en general todos los costos necesarios para la correcta ejecución de la unidad de obra correspondiente a esta especificación.

El precio unitario del ítem 673.3, Material de cobertura, deberá incluir todos los conceptos de costo enunciados para el ítem "673.2 Material granular drenante", excepto la disposición de los materiales sobrantes de todo el proceso de fabricación del subdrén y la señalización y control del tránsito durante la etapa de construcción, conceptos ya incluidos en el ítem 673.2

En todos los casos, el precio unitario deberá incluir, también, los costos de administración, imprevistos y la utilidad del Constructor.

Se excluyen del precio unitario de los ítems anteriores la excavación de las zanjas, la cual se pagará de acuerdo con el Artículo 600, "Excavaciones varias".

## 673.8 ÍTEM DE PAGO

---

673.1	Geotextil tipo _____	Metro cuadrado (m <sup>2</sup> )
673.2	Material granular drenante	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )
673.3	Material de cobertura tipo _____	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )



*Nota: Se deberá elaborar un ítem de pago diferente para cada tipo de geotextil y cada tipo de material de cobertura que se especifiquen en el contrato.*

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

# NORMA DE CONSTRUCCIÓN PROTECCIÓN DE TALUDES





CONTROL DE CAMBIOS									
Fecha			Elaboró	Revisó	Aprobó	Descripción	Entrada en vigencia		
DD	MM	AAAA					DD	MM	AA
09	10	2017	SAOV	PAGM	LFAG	Creación			
01	12	2018	SAOV	PAGM	LFAG	Modificación	01	12	2018

<b>MULTINEGOCIOS</b>	<b>OBRAS CIVILES</b>	<b>NC-NN-OC08-06</b>	REV. <b>0</b>
	<b>PROTECCIÓN DE TALUDES</b>	ELABORÓ: SAOV	REVISÓ: PAGM
		APROBÓ: LFAG	FECHA:
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A
		UNIDAD DE MEDIDA: INDICADA	PÁGINA: 1 de 15

## CONTENIDO

1.	OBJETO .....	3
2.	ALCANCE .....	3
3.	DOCUMENTOS DE REFERENCIA .....	3
4.	REQUISITOS TÉCNICOS .....	4
4.1.	DISPOSICIONES GENERALES .....	4
4.1.1.	Perfilado y reconfiguración de taludes .....	5
4.1.2.	Lechada de agua y cemento .....	5
4.1.3.	Mortero y malla .....	6
4.1.4.	Pastos .....	7
4.1.5.	Árboles y arbustos .....	8
4.1.6.	Refuerzo con telas orgánicas o sintéticas (biomantos) .....	9
4.1.7.	Sistemas celulares de confinamiento (geoceldas) .....	10
4.1.8.	Geomallas .....	10
4.1.9.	Geotextiles .....	11
4.1.10.	Concreto lanzado con malla electrosoldada .....	11
4.1.11.	Cunetas .....	12
4.1.12.	Trinchos de madera .....	13
5.	LISTADO DE MATERIALES GENERALES PARA LA CONSTRUCCIÓN.....	14
6.	LISTADO DE ACTIVIDADES GENERALES PARA LA CONSTRUCCIÓN .....	14

<b>MULTINEGOCIOS</b>	<b>OBRAS CIVILES</b>	<b>NC-NN-OC08-06</b>	REV. <b>0</b>
	<b>PROTECCIÓN DE TALUDES</b>	ELABORÓ: SAOV	REVISÓ: PAGM
		APROBÓ: LFAG	FECHA:
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A
		UNIDAD DE MEDIDA: INDICADA	PÁGINA: 2 de 15

## 1. OBJETO

Esta norma tiene como propósito establecer los requisitos técnicos que se deben cumplir para realizar la protección de taludes, mediante métodos que permitan disminuir el riesgo de inestabilidad.

## 2. ALCANCE

Esta norma aplica para realizar la protección de taludes que se generen en la ejecución de proyectos para la infraestructura de EPM, con el fin de prevenir la erosión superficial y el desprendimiento de material que pueda generar inestabilidades en el talud.



Este documento reemplaza en su totalidad a la Norma y Especificación General de Construcción:

- NEGC 420-00 *Protección de taludes*
- NEGC 203-00 *“Trinchos de madera”*

## 3. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

Los reglamentos, las normas técnicas nacionales e internacionales y demás documentos empleados como referencia en esta norma de construcción, deben ser considerados en su versión más reciente.

DOCUMENTO	NOMBRE
Decreto Gerencial 1266 de 2002 de EPM	“En el cual se adopta la norma técnica y especificación general de construcción “NEGC” 1300 – Impacto Comunitario.” O la disposición que lo complemente, modifique, sustituya o derogue.
Manual EPM	Manual Corporativo de Procedimientos de Seguridad
INVIAS. Cap. 2.	Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras del Instituto Nacional de Vías (INVIAS). Artículo 234 – Conformación de taludes existentes.
ASTM D374	Standard Test Methods for Thickness of Solid Electrical Insulation
ASTM D1388	Standard Test Method for Stiffness of Fabrics
ASTM D2455	Standard Test Method for Identification of Carboxylic Acids in Alkyd Resins (Withdrawn 2005)
ASTM D1505	Standard Test Method for Density of Plastics by the Density-Gradient Technique
ASTM D1238	Standard Test Method for Melt Flow Rates of Thermoplastics by Extrusion Plastometer
ASTM D4595	Standard Test Method for Tensile Properties of Geotextiles by the Wide-Width Strip Method

MULTINEGOCIOS	OBRAS CIVILES	NC-NN-OC08-06	REV. 0		
	PROTECCIÓN DE TALUDES	ELABORÓ: SAOV	REVISÓ: PAGM		
		APROBÓ: LFAG	FECHA:		
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: INDICADA	PÁGINA: 3 de 15



DOCUMENTO	NOMBRE
ASTM D4603	Standard Test Method for Determining Inherent Viscosity of Poly(Ethylene Terephthalate) (PET) by Glass Capillary Viscometer
ASTM D6818	Ultimate Tensile Properties of Rolled Erosion Control Products
ASTM D6566	Measuring Mass Per Unit Area of Turf Reinforcement Mats <sup>1</sup>
ASTM D6525	Standard Test Method for Measuring Nominal Thickness of Rolled Erosion Control Products
ASTM D4355	Standard Test Method for Deterioration of Geotextiles by Exposure to Light, Moisture and Heat in a Xenon Arc-Type Apparatus
ASTM D6693	Standard Test Method for Determining Tensile Properties of Nonreinforced Polyethylene and Nonreinforced Flexible Polypropylene Geomembranes
ASTM D638	Standard Test Method for Tensile Properties of Plastics
ASTM D3895	Standard Test Method for Oxidative-Induction Time of Polyolefins by Differential Scanning Calorimetry
ASTM D1505	Standard Test Method for Density of Plastics by the Density-Gradient Technique
ASTM D1603	Standard Test Method for Carbon Black Content in Olefin Plastics
ASTM D5199	Standard Test Method for Measuring the Nominal Thickness of Geosynthetics



#### 4. REQUISITOS TÉCNICOS

##### 4.1. DISPOSICIONES GENERALES

Se deben proteger los taludes indicados en los planos del proyecto o según lo defina EPM. Para esto se debe proceder de acuerdo con lo indicado en los planos de diseño o en su ausencia en esta norma de construcción. El método de protección del talud debe ser seleccionado de acuerdo a los requerimientos puntuales del proyecto, verificando la viabilidad técnica y económica de cada una de las opciones disponibles para realizar este trabajo.

Es importante que antes de utilizar cualquiera de los métodos que se describen en esta norma, se evalúe cual es el tipo de material del que está compuesto el talud, ya que dependiendo de sus características, se tendrá que seleccionar el método de protección más adecuado. Si es del caso, se debe consultar con un ingeniero geotecnista para que evalúe la mejor opción de tratamiento a utilizar.

A continuación, se describen algunos métodos de protección de taludes que pueden ser utilizados. En caso de que se vaya a usar otro método diferente a los mencionados en este documento, se debe realizar el su diseño y se debe presentar a EPM la sustentación técnica del método a utilizar.

<b>MULTINEGOCIOS</b>	<b>OBRAS CIVILES</b>	<b>NC-NN-OC08-06</b>	REV. <b>0</b>
	<b>PROTECCIÓN DE TALUDES</b>	ELABORÓ: SAOV	REVISÓ: PAGM
		APROBÓ: LFAG	FECHA:
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A
		UNIDAD DE MEDIDA: INDICADA	PÁGINA: 4 de 15

#### 4.1.1. Perfilado y reconformación de taludes

Consiste en retirar de los taludes cuñas sueltas y material removido para proporcionar una pendiente uniforme y estable, de tal forma que puedan efectuarse procedimientos como la revegetalización con semilla, o el recubrimiento con malla y mortero de cemento, u otro método de protección de taludes. Esta actividad puede efectuarse en taludes localizados en cualquier sitio solicitado por la interventoría o EPM, incluyendo orillas de ríos, quebradas, etc.

La actividad incluye la excavación, disposición final y compactación del material del talud. Además, incluye la mano de obra, herramientas y equipos de seguridad necesarios para ejecutar esta actividad.

- Ejecución del trabajo:



Con el fin de realizar el equilibrio de las fuerzas que tienden a desestabilizar el talud, se debe realizar una remoción de materiales de la cabeza del mismo, también se debe evaluar la posibilidad de abatir la pendiente en caso de que ésta sea muy elevada (o en los casos de tener suelos friccionantes), adicionalmente, dependiendo de la altura total del talud y cuando se presente un cambio de pendiente, se debe evaluar la opción de realizar bermas intermedias.

El perfilado de taludes debe realizarse de forma manual, desde la parte superior del talud hacia su base, buscando siempre remover las "cuñas" o sectores del talud que muestren inestabilidad o que deformen el plano inclinado del mismo. Todo material a remover debe ser autorizado previamente por la interventoría. Una vez desprendidos los bloques de material, estos podrán ser utilizados para realizar llenos, enrocados o gaviones, o deberán disponerse en los sitios adecuados que determine la interventoría.

Durante la ejecución del trabajo debe garantizarse la integridad física de los trabajadores, utilizando manilas, correas, pines, cascos o cualquier otro sistema que garantice la seguridad y salud de los trabajadores, el contratista deberá velar en todo momento por la integridad de sus trabajadores de acuerdo con las normas vigentes de seguridad industrial.

#### 4.1.2. Lechada de agua y cemento

Se aplica una lechada de agua y cemento en una proporción 1:3 en volumen, sobre todo el talud por medio semi-manual, puede ser aplicada o regada con equipo con bomba de inyección u otro elemento apropiado, debidamente aprobado por la interventoría o por EPM. El espesor de la lechada debe ser determinado de acuerdo con lo establecido en los planos, o según las recomendaciones de la interventoría del proyecto. Adicionalmente se deben dejar instalados drenajes de acuerdo al tipo de suelo y a las condiciones atmosféricas a las que estará expuesto el talud.

MULTINEGOCIOS	OBRAS CIVILES	NC-NN-OC08-06	REV. 0		
	PROTECCIÓN DE TALUDES	ELABORÓ: SAOV	REVISÓ: PAGM		
		APROBÓ: LFAG	FECHA:		
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: INDICADA	PÁGINA: 5 de 15

### 4.1.3. Mortero y malla

Consiste en la protección de la superficie del talud, mediante un recubrimiento en malla de gallinero y mortero, para protegerlo y prevenir su erosión. Se debe aplicar en aquellas zonas que más problemas pueda causar el agua lluvia o de escorrentía y deben estar adosado a la superficie del talud mediante anclajes, los cuales consisten en cilindros de mortero reforzado vaciados “in situ” (ver figura 1). Los anclajes deben vaciarse en mortero de dosificación 1:4 y deben ser reforzados con una varilla de acero de diámetro (1/4”) y 0,50 m de longitud. Las dimensiones del cilindro de mortero mínimas son: 0,05 m de diámetro por 0,50 m de profundidad, y su disposición debe ser de 1 cada m<sup>2</sup> de revestimiento y adicionalmente 2 por metro lineal en el perímetro del revestimiento.

La actividad incluye el mortero de dosificación 1:4 y de 0,05 m de espesor, la malla de gallinero (doble) con orificios de 0,05m x 0,05 m, curado del mortero, el refuerzo y su colocación, vaciado de los anclajes y los equipos de seguridad necesarios para la protección de los trabajadores, los equipos, materiales, transporte, herramientas, mano de obra, gastos generales e indirectos, necesarios para realizar la actividad completa con base en estas especificaciones.



Es importante que antes de utilizar este método de protección, se evalúe si el tipo de material del talud permite recibir este tratamiento, y si es del caso, se debe consultar con un ingeniero geotecnista para que evalúe la mejor opción de tratamiento a utilizar.

- Ejecución del trabajo:

La Interventoría debe señalar previamente los sitios y demarcar las áreas a recubrir, el contratista debe proceder a adecuar la superficie efectuando un perfilado del terreno para desprender suelos inestables, posteriormente se procede a vaciar los anclajes “in situ” para seguir con la instalación de la doble malla debidamente amarrada a los anclajes de concreto, luego se debe recubrir la superficie del talud con el mortero con dosificación 1:4, es decir una parte de cemento por cuatro partes de arena en toda la extensión, el espesor del recubrimiento mínimo debe ser de 0,05 m en promedio.

La malla se debe disponer de tal manera que no quede en contacto con el terreno natural procurando que quede embebida totalmente en el mortero (con un recubrimiento de 0,025 m). En caso de que la interventoría lo solicite, deben dejarse instalados drenajes para el talud, consistentes en tubos de PVC perforados de diámetro mínimo de 2” en una cantidad y disposición definida en el diseño, lo mismo que la longitud de las perforaciones de drenaje. Los tubos de PVC deben ir envueltos en geotextil no tejido para la retención de finos y el paso del agua, o pueden usarse tubos que tengan incluidas las ranuras longitudinales y transversales de tal manera que cumplan la misma función que el geotextil.

A continuación, se presenta un esquema de la instalación descrita anteriormente.

<b>MULTINEGOCIOS</b>	<b>OBRAS CIVILES</b>	<b>NC-NN-OC08-06</b>	REV. <b>0</b>		
	<b>PROTECCIÓN DE TALUDES</b>	ELABORÓ: SAOV	REVISÓ: PAGM		
		APROBÓ: LFAG	FECHA:		
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: INDICADA	PÁGINA: 6 de 15

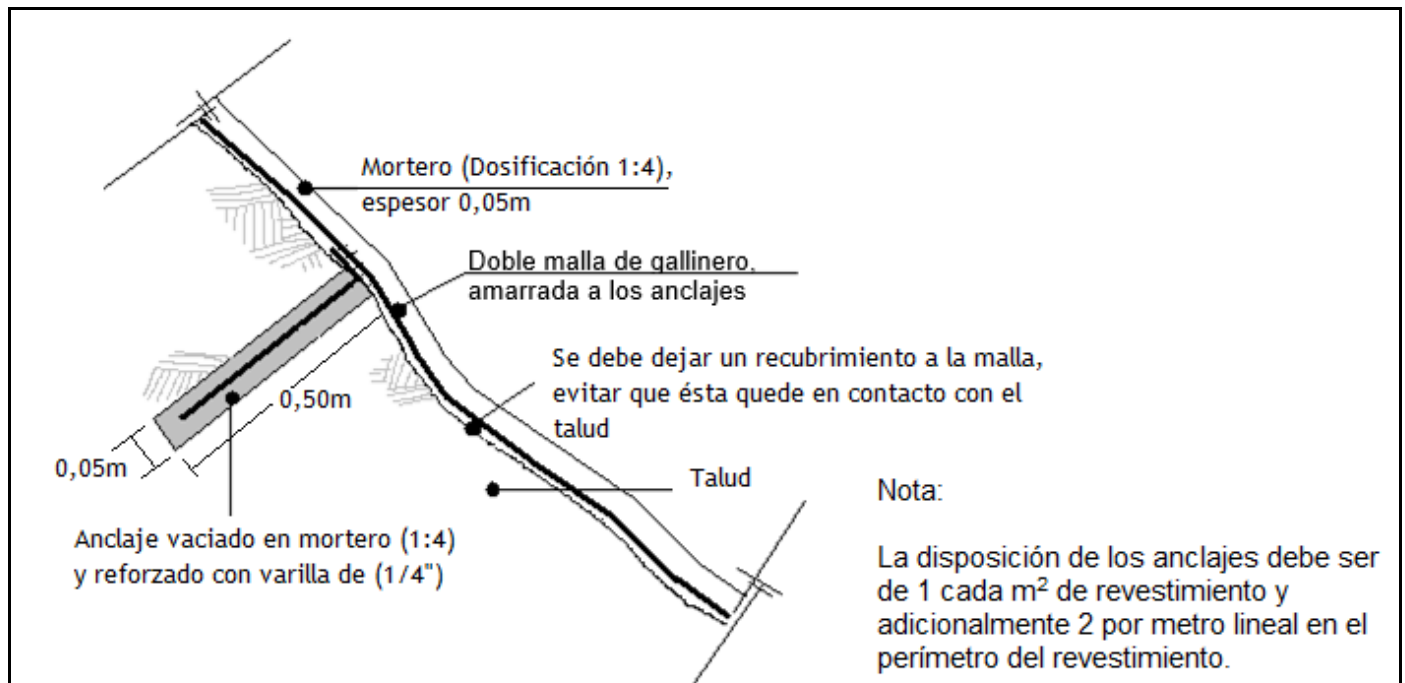




Figura 1. Anclaje de mortero reforzado con varilla

#### 4.1.4. Pastos

Los pastos ayudan a controlar diferentes factores que influyen en la inestabilidad de los taludes, ya que permiten el aislamiento del suelo de las fuerzas de tracción que genera el flujo de agua de escorrentía, adicionalmente, las raíces conforman una red densa que refuerza el suelo superficial aumentando su resistencia al corte y a la erosión. Lo anterior es válido para la profundidad de anclaje de las raíces (normalmente entre 0,30 m – 0,50 m), en los casos en los que se tengan indicios de procesos de inestabilidad a profundidades mayores, se deben evaluar métodos de protección adicionales.

El trabajo consiste en la ejecución de una regeneración del material vegetal sobre los taludes mediante la siembra de pasto, cuya semilla debe adaptarse la zona del proyecto. Existen diferentes tipos de pasto que pueden ser utilizados para realizar la revegetalización, a continuación, se mencionan algunos:

- Vetiver (Vetiveria Zizanioides)
- Braquiaria (Braquiaria Decumbens Stapf)
- Gordura (Melinis minutiflora)
- Kykuyo (Pennisetum Clandestinum)
- Puntero (Hyparrhenia rufa stapf)
- Pangola (Digitaria Decumbens Stent)
- Elefante (Panicum purpureum)
- San Agustín (Stenotrum Secundatum)
- Limonaria (Cymbopogon citratus)
- Bermuda (Cynodon dactylon)

MULTINEGOCIOS	OBRAS CIVILES	NC-NN-OC08-06	REV. 0
	<b>PROTECCIÓN DE TALUDES</b>	ELABORÓ: SAOV	REVISÓ: PAGM
		APROBÓ: LFAG	FECHA:
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A
		UNIDAD DE MEDIDA: INDICADA	PÁGINA: 7 de 15

- Guinea (*Panicum Maximum*)

Notas:

- La selección del tipo de semilla a utilizar depende de diferentes factores tales como: al sistema de reproducción de la semilla, profundidad y distribución de las raíces, adaptabilidad de las plantas a las condiciones climáticas de la zona, interacción de la vegetación con el agua y el suelo. Se deben evaluar los factores mencionados anteriormente, antes de dar las recomendaciones del tipo de semilla a utilizar.
- Las recomendaciones para la siembra dependen del tipo de especie que se vaya a utilizar, el uso de fertilizantes y demás elementos que se requieran deben ser especificados por un profesional competente.
- La revegetalización con semilla ayuda a controlar la erosión superficial del talud, sin embargo, debe evaluarse si este método requiere la implementación de medidas de protección adicionales.
- Se debe prever la construcción de cercas para impedir el paso de animales que puedan alimentarse del pasto usado para la protección de los taludes.





#### 4.1.5. Árboles y arbustos

Al igual que los pastos, los árboles y arbustos se usan para la protección de taludes y el control de la erosión en orillas de cauces de agua, ya que sus raíces ayudan a sostener el suelo, generando fuerzas que resisten el deslizamiento.

Existen diferentes especies que pueden ser utilizadas para el control de la erosión, sin embargo, se debe analizar cuál es la más apropiada de acuerdo a los requerimientos del proyecto. A continuación, se mencionan algunas especies que pueden ser usadas:

- Acacia negra (*Acacia decurrens*): Usada para el control de erosión.
- Casuarina (*Casuarina equisetifolia*): Usada para el control de erosión.
- Eucalipto (*Eucalyptus globulus*): Usado como estaca para trinchos y control de erosión.
- Matarratón (*Gliricidia Sepium*): Puede usarse para la construcción de cercas, trinchos y para enramados.
- Bambú (*Bambusa Vulgaris*): Puede usarse para protección de nacimientos de agua, no se recomienda para protección de taludes debido a su peso, pues puede representar problemas de estabilidad en altas pendientes.
- Guadua (*Bambusa guadua*): Usado para protección de riberas de corrientes de agua, como material para trinchos.
- Mora (*Chlorophora tinctoria*): Usada para el control de erosión.
- Caña flecha (*Gynerium sagittatum*): Usada para la protección de nacimientos de agua.

MULTINEGOCIOS	OBRAS CIVILES	NC-NN-OC08-06	REV. <b>0</b>
	<b>PROTECCIÓN DE TALUDES</b>	ELABORÓ: SAOV	REVISÓ: PAGM
		APROBÓ: LFAG	FECHA:
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A
UNIDAD DE MEDIDA: INDICADA		PÁGINA: 8 de 15	

- Chachafruto (*Erythrina edulis*): Usada para el control de erosión.
- Guamo (*Inga codonantha*): Usada para la protección de nacimientos de agua.
- Chocho (*Erythrina rubrinervia*): Usada para el control de erosión.

Notas:



- La selección del tipo de especie a utilizar depende de diferentes factores tales como: al sistema de reproducción de la semilla, profundidad y distribución de las raíces, adaptabilidad de las plantas a las condiciones climáticas de la zona, interacción de la vegetación con el agua y el suelo. Se deben evaluar los factores mencionados anteriormente, antes de dar las recomendaciones del tipo de planta a utilizar.
- Se deben evaluar los efectos adversos del uso de ciertos tipos de especies, ya que, en algunos casos, se pueden presentar inconvenientes como: aumento de las fuerzas actuantes al deslizamiento por el peso excesivo del árbol, levantamiento de estructuras adyacentes o en contacto con las raíces, agrietamientos en suelos expansivos por la absorción de agua del árbol, entre otros.
- Las recomendaciones para la siembra dependen del tipo de especie que se vaya a utilizar, el uso de fertilizantes y demás elementos que se requieran deben ser especificados por un profesional competente.
- Se debe evaluar la posibilidad de utilizar especies nativas del área del proyecto, teniendo en cuenta que éstas ya se encuentran adaptadas a las características del sitio (clima, elevación sobre el nivel del mar, tipo de suelo, etc.)

#### 4.1.6. Refuerzo con telas orgánicas o sintéticas (biomantos)

En los casos en los que se requiera proteger las semillas del arrastre del agua de escorrentía sobre el talud, se debe utilizar telas o mantos orgánicos o sintéticos que ayuden a sostenerlas.

Previo a la instalación de los mantos se debe garantizar la estabilidad geotécnica del talud, adicionalmente se debe verificar si el suelo posee las condiciones necesarias para la revegetalización, y en los casos en los que no se tengan dichas condiciones, se debe implementar una capa de suelo con fertilizantes, semillas e hidrotenedores.

Los mantos se deben anclar en una zanja de dimensiones mínimas de 0,15 m (ancho) x 0,30 m (profundidad) en la cresta del talud, a unos 0,60 m – 0,90 m del borde, utilizando ganchos en “U” o estacas triangulares, posteriormente se debe cubrir la superficie de la zanja con el manto y colocar el suelo de relleno compactado en la zanja. Seguido a esto, se debe colocar lodo fertilizado junto con las semillas en la superficie del talud y cubrirlo con el manto. Finalmente se debe asegurar el manto al suelo usando grapas en forma de “U”. El diámetro, longitud, cantidad, separación y el patrón de instalación de las grapas de anclaje debe ser el que se especifique en el diseño o el que recomiende el fabricante del

MULTINEGOCIOS	OBRAS CIVILES	NC-NN-OC08-06	REV. 0
	<b>PROTECCIÓN DE TALUDES</b>	ELABORÓ: SAOV	REVISÓ: PAGM
		APROBÓ: LFAG	FECHA:
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A
UNIDAD DE MEDIDA: INDICADA		PÁGINA: 9 de 15	

manto.

En el caso que no se pueda realizar la zanja en la corona del talud, se debe realizar un doblez hacia dentro de máximo 0,50 m e instalar anclajes continuos para que quede adherido el manto a la superficie del terreno (evitando que ingrese agua por debajo del manto).

Las propiedades mecánicas, físicas y de desempeño de los mantos deben cumplir los requerimientos de las normas ASTM D6818, ASTM D6566, ASTM D6525 y ASTM D4355.

Se deben seguir todas las recomendaciones dadas en el diseño o en su defecto las que especifique el fabricante del producto.

#### 4.1.7. Sistemas celulares de confinamiento (geoceldas)

Las geoceldas deben ser usadas en los casos que se tengan suelos con una composición árida, dónde se requiera estabilizar el material del talud. Adicionalmente, estos elementos pueden utilizarse para colocar una cobertura de vegetación o una cobertura de concreto sobre la superficie del talud.

Las geoceldas deben estar conformadas por cintas de polietileno de alta densidad, soldadas o extruidas a intervalos regulares, de tal forma que se conformen paneles tridimensionales. Adicionalmente se deben expandir en forma de acordeón, de tal manera que una vez expandidas en su máxima extensión y rellenos con suelo granular o concreto, la estructura proporcione un confinamiento efectivo para el suelo. El tipo de relleno para las geoceldas, así como sus características técnicas, debe ser indicado en el diseño y en los planos del proyecto.



Las características de las geoceldas deben ser indicadas en el diseño y en los planos del proyecto. Adicionalmente, se deben seguir las recomendaciones dadas por el fabricante, para la selección de la altura, densidad, material de relleno e instalación.

Las propiedades mecánicas y físicas de las geoceldas dependen de los requerimientos de diseño y de las condiciones y procedimientos de instalación, en cualquier caso, estos elementos deben cumplir los requerimientos de las normas ASTM D6693, ASTM D638, ASTM D3895, ASTM D1505, ASTM D1603 y ASTM D5199.

#### 4.1.8. Geomallas

Son mallas plásticas con orificios de gran tamaño, que se utilizan para reforzar el suelo de los taludes o para separar capas de materiales gruesos, adicionalmente se pueden usar como canastas para gaviones.

Las geomallas deben ser de polietileno de alta densidad, poliéster o polipropileno, o de un material plástico que permita soportar los esfuerzos de tracción adecuadamente. La resistencia a la tracción debe

<b>MULTINEGOCIOS</b>	<b>OBRAS CIVILES</b>	<b>NC-NN-OC08-06</b>	REV. <b>0</b>		
	<b>PROTECCIÓN DE TALUDES</b>	ELABORÓ: SAOV	REVISÓ: PAGM		
		APROBÓ: LFAG	FECHA:		
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: INDICADA	PÁGINA: 10 de 15

ser definida en el diseño, ya que ésta depende de las condiciones particulares del talud (inclinación, material, etc).

Deben seguirse las recomendaciones de instalación que se especifiquen en el diseño o las que recomiende el fabricante, sin embargo, se debe tener en cuenta los siguientes criterios mínimos:

- Se debe asegurar la geomalla con ganchos o estacas.
- Se debe dejar un traslapo entre geomallas de mínimo 1,50 m en la dirección en la cual se encuentre la tensión, y mínimo 0,15 m en la dirección perpendicular a la tensión.
- No se permite la operación de maquinaria directamente sobre la geomalla.
- Las geomallas pueden tener una resistencia a la tensión diferente en las dos direcciones ortogonales, por lo tanto, se debe verificar que la dirección de la resistencia principal coincida con la dirección en la que se presentan los mayores esfuerzos.

Las propiedades mecánicas y físicas de las geomallas deben cumplir los requerimientos de las normas ASTM D1388, ASTM D1505, ASTM D12385, ASTM D4595, ASTM D374, ASTM D4603, ASTM 2455.

#### 4.1.9. Geotextiles

Los geotextiles son láminas formadas por fibras continuas filamentosas o aplanadas, con un entramado regular (geotextiles tejidos) o entrecruzados sin un orden determinado (geotextiles no tejidos), los cuales pueden ser utilizados para la estabilización de taludes y terraplenes. Los geotextiles proporcionan cohesión y amarre a las diferentes capas de suelo que conforman el talud y en algunos casos también mejoran las condiciones de drenaje.



El dimensionamiento y la selección del tipo de geotextil a utilizar debe ser definido en el diseño, teniendo en cuenta la fuerza de tensión que éste elemento debe resistir.

#### 4.1.10. Concreto lanzado con malla electrosoldada

En taludes conformados por roca de mala calidad, en los cuales la adherencia entre el concreto lanzado con la superficie del talud es baja, se debe utilizar una malla electrosoldada para aumentar la resistencia y la protección del talud.

Se debe fijar al talud una malla electrosoldada, con sus respectivos elementos de anclaje según las especificaciones presentadas en el diseño. Se debe tener especial cuidado al instalar la malla, ya que se busca que ésta quede despagada del talud, de tal forma que cuando se lance el concreto se obtenga un recubrimiento a ambos lados de la misma. Así mismo, se deben dejar instalados los sistemas de drenaje necesarios que se indiquen en el diseño, previo a la aplicación del concreto.

Previo al lanzamiento del concreto, se debe preparar la superficie, bien sea mediante el uso de chorros

<b>MULTINEGOCIOS</b>	<b>OBRAS CIVILES</b>	<b>NC-NN-OC08-06</b>	REV. <b>0</b>
	<b>PROTECCIÓN DE TALUDES</b>	ELABORÓ: SAOV	REVISÓ: PAGM
		APROBÓ: LFAG	FECHA:
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A
		UNIDAD DE MEDIDA: INDICADA	PÁGINA: 11 de 15



de aire y agua que remuevan polvo, rocas sueltas o cualquier otro elemento extraño en la superficie del talud. Adicionalmente se debe controlar que la distancia de aplicación del concreto no exceda los 1,00 m a 1,50 m.

Las especificaciones del concreto y de la malla, así como de otros elementos o mecanismos que se utilizan en los trabajos se deben realizar según lo especificado en los planos de diseño, la resistencia mínima del concreto debe ser de 21 MPa, y su colocación debe realizarse mediante un sistema de bombeo de concreto, compuesto por los siguientes equipos:

- Bomba para concreto
- Compresor
- Manguera lanzadora de concreto
- Manguera transportadora de aire

El concreto debe cubrir totalmente la malla colocada sobre la superficie del talud, y tener un espesor mínimo de 50 mm.

#### 4.1.11. Cunetas

El agua de escorrentía debe ser desviada antes de que penetre al área en las inmediaciones de la corona del talud, para esto se deben construir cunetas en las líneas perimetrales y de coronación.



Las cunetas deben construirse según lo que indiquen los planos de diseño del proyecto. En caso contrario se deben seguir las siguientes recomendaciones:

Se debe conformar el terreno de apoyo excavando o llenando hasta cumplir con la pendiente indicada por la Interventoría, y de acuerdo con las dimensiones y diseño señalados en esquema adjunto. Todo el material inadecuado debe ser retirado y sustituido por un material apropiado, previamente aprobado por la Interventoría. El material de apoyo debe ser compactado dando un acabado fino y firme a la superficie.

La base para la cuneta debe ser humedecida y apisonada por métodos manuales o mecánicos hasta que quede firme antes de vaciar el concreto. Las juntas de dilatación deben ser del tipo planas sin mortero. Las juntas deben construirse formando ángulo recto con el eje longitudinal. Cuando la pendiente de la cuneta sea igual o mayor al 5%, se deben construir llaves de concreto de 0,15 m de profundidad por 0,20 m de ancho y 0,20 m de largo, separadas cada 10 m.

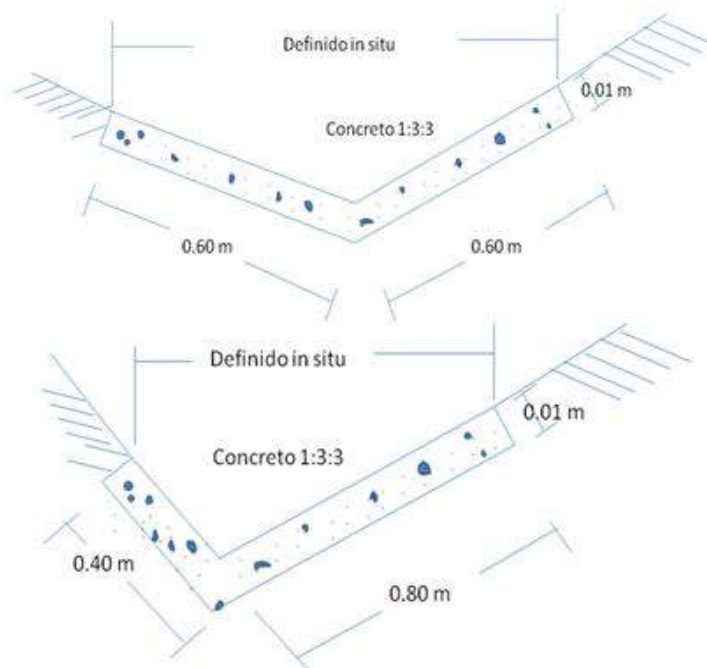
El recorrido de las aguas lluvias por las cunetas no debe exceder 150 m. La posición de las obras de desagüe de éstas debe ser definida por la Interventoría. Las cunetas deben presentar alineamientos y pendientes uniformes, sin que se presenten quiebres que den mal aspecto o causen empozamientos.

Cuando lo indique la Interventoría, los espaldares de las cunetas deben proveerse de orificios de

MULTINEGOCIOS	OBRAS CIVILES	NC-NN-OC08-06	REV. <b>0</b>
	<b>PROTECCIÓN DE TALUDES</b>	ELABORÓ: SAOV	REVISÓ: PAGM
		APROBÓ: LFAG	FECHA:
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A
UNIDAD DE MEDIDA: INDICADA		PÁGINA: 12 de 15	

diámetro 13 mm (1/2”), espaciados cada metro, para facilitar el drenaje de los taludes. Por ningún motivo los espaldares de las cunetas deben quedar descubiertos; éstos deben protegerse con material de relleno, producto de las excavaciones, debidamente compactado y perfilado con el terreno adyacente.

Las formaletas para la construcción de las cunetas deben tener caras uniformes, compactas, rectas y lisas en la superficie de concreto y se deben colocar siguiendo los alineamientos y pendientes de acuerdo con las dimensiones requeridas, para garantizar un drenaje efectivo. El vaciado del concreto se debe hacer en módulos máximo de 3 m de longitud, y en forma alternada.





#### 4.1.12. Trinchos de madera

En taludes con altas pendientes (mayores a 45°) se debe evaluar la posibilidad de la construcción de trinchos con estacas profundas hincadas, que conformen un sistema vertical de contención, construido con madera, ramas de árboles, bambú o mallas. Estas estructuras de madera se usan con el propósito de detener el flujo de material y estabilizar lomos de altas pendientes expuestos a la erosión del agua y el viento, con el fin de evitar daños a la obra o estructuras adyacentes. Los trinchos de madera deben ser instalados a medida que se hagan los lomos y se compacten en los sitios indicados por EPM y ser retirados cuando se vaya a continuar con la ejecución de la obra.

Los trinchos de madera pueden utilizarse para impedir la formación de surcos y cárcavas en taludes con concentraciones altas de agua de escorrentía, adicionalmente se usan para “quebrar” pendientes fuertes, o para contención de sedimentos en zonas de depósito y cañadas.

Las estructuras como los trinchos de madera, deben tener las dimensiones que se indiquen en el diseño y en los planos o especificaciones del proyecto. Este documento no determina condiciones particulares

MULTINEGOCIOS	OBRAS CIVILES	NC-NN-OC08-06	REV. 0
	<b>PROTECCIÓN DE TALUDES</b>	ELABORÓ: SAOV	REVISÓ: PAGM
		APROBÓ: LFAG	FECHA:
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A
		UNIDAD DE MEDIDA: INDICADA	PÁGINA: 13 de 15

de densidad o resistencia de los elementos que sean utilizados en la construcción de los trinchos de madera; el Contratista es responsable de la estabilidad de las estructuras que construya y de su correcto funcionamiento.

## 5. LISTADO DE MATERIALES GENERALES PARA LA CONSTRUCCIÓN

- Malla de gallinero
- Malla electrosoldada
- Biomanto
- Geoceldas
- Geomalla
- Concreto
- Lechada
- Mortero
- Ganchos, estacas u otros elementos de anclaje
- Tierra vegetal
- Capote o semillas de grama
- Varillas de ¼"
- Abonaza
- Fertilizante
- Cal agrícola
- Hidroretenedor
- Semillas de pasto
- Lodo fértil
- Triturado
- Arena
- Cemento
- Agua
- Malla electrosoldada



## 6. LISTADO DE ACTIVIDADES GENERALES PARA LA CONSTRUCCIÓN



A continuación, se describen las actividades necesarias para llevar acabo la protección de taludes:

- Suministro, transporte y manejo de los materiales.
- Siembra de semillas y plantas
- Instalación de geoceldas
- Instalación de biomanto
- Instalación de geomalla

<b>MULTINEGOCIOS</b>	<b>OBRAS CIVILES</b>	<b>NC-NN-OC08-06</b>	REV. <b>0</b>
	<b>PROTECCIÓN DE TALUDES</b>	ELABORÓ: SAOV	REVISÓ: PAGM
		APROBÓ: LFAG	FECHA:
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A
		UNIDAD DE MEDIDA: INDICADA	PÁGINA: 14 de 15

- Aplicación de lechada de agua y cemento
- Instalación de malla gallinero y aplicación de mortero
- Instalación de malla electrosoldada y lanzamiento de concreto
- Construcción de cunetas



<b>MULTINEGOCIOS</b>	<b>OBRAS CIVILES</b>	<b>NC-NN-OC08-06</b>	REV. <b>0</b>
	<b>PROTECCIÓN DE TALUDES</b>	ELABORÓ: SAOV	REVISÓ: PAGM
		APROBÓ: LFAG	FECHA:
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A
		UNIDAD DE MEDIDA: INDICADA	PÁGINA: 15 de 15

## PROTECCIÓN VEGETAL DE TALUDES

### ARTÍCULO 810 – 13

#### 810.1 DESCRIPCIÓN

---

Este trabajo consiste en la protección de taludes de terraplenes, excavaciones y otras áreas del proyecto, en los sitios indicados en los planos o determinados por el Interventor, empleando materiales vegetales. El trabajo incluye, además, la conservación de las áreas tratadas hasta el recibo definitivo de los trabajos.

El presente Artículo se refiere a las siguientes opciones de protección:

- Trasplante de césped
- Colocación de tierra orgánica (material vegetal)
- Hidrosiembra controlada

Los documentos del proyecto o el pliego de condiciones indicarán el tipo de tratamiento por aplicar en cada caso específico.

#### 810.2 MATERIALES

---

##### 810.2.1 Bloques de césped

Los bloques de césped para la empedradización serán de forma aproximadamente rectangular y dimensiones regulares; provendrán de cultivos tecnificados, a no ser que hayan sido obtenidos del descapote durante las operaciones de la excavación de la explanación descritas en el Artículo 210 de las presentes especificaciones. No se aceptarán bloques de césped que hayan sido obtenidos de terrenos que se vean afectados por el retiro de esta protección vegetal. Se deberá informar a la autoridad ambiental sobre su procedencia y se deberá contar con el correspondiente aval para su empleo.

Los bloques deberán tener las raíces del pasto sanas y adheridas a la capa de tierra orgánica.

**810.2.2 Tierra orgánica**

La tierra orgánica deberá provenir de áreas localizadas fuera del proyecto o, preferiblemente, del descapote del proyecto. Se deberá informar a la autoridad ambiental sobre su procedencia y se deberá contar con el correspondiente aval para su empleo.

La tierra orgánica consistirá en un suelo de origen superficial, con contenido orgánico, libre de piedras, ramas, restos vegetales de gran calibre, escombros, desperdicios no degradables y cualquier otro elemento extraño y nocivo para los fines de la protección.

**810.2.3 Materiales para protección con hidrosiembra****810.2.3.1 Semillas**

Se utilizarán semillas de pastos o de especies propias de la zona o que se adapten con facilidad a ella, de las características indicadas en los documentos del proyecto u otras propuestas por el Constructor y autorizadas por el Interventor y que, en conjunto, aseguren la cobertura vegetal del talud en forma permanente.

Toda partida de semillas que se utilice deberá venir empacada y debidamente etiquetada por el proveedor.

Las semillas y sus proporciones serán las señaladas en los documentos del proyecto y dependerán del lugar y del tipo de terreno donde se colocarán. Las semillas a emplear deberán cumplir con una germinación mínima de 80 % y un 95% de pureza, lo que deberá ser certificado por un laboratorio o una institución competente. A este efecto, será válida la certificación externa que entregue el proveedor de las semillas. Las dosificaciones mínimas indicadas se referirán a semillas en estado seco o de almacenamiento.

**810.2.3.2 Fibra o mulch hidráulico**

Se utilizará un producto específico para hidrosiembra, ya sea de fibra de madera, celulosa, o una combinación de ambos, en las dosis que el fabricante indique y que sea el establecido

en los documentos del proyecto o aceptado por el Interventor.

#### **810.2.3.3 Fijador o aglomerante estabilizador**

Se utilizarán dos clases de adherentes, cuya función será la de mantener unidas las fibras de mulch con las semillas a la superficie por tratar y un floculante que haga el efecto dispersante en la solución.

La formulación para el aglomerante estabilizador deberá estar de acuerdo con las dosis establecidas por los fabricantes y será la definida en los documentos del proyecto.

#### **810.2.3.4 Agua de mezcla para la hidrosiembra**

No es necesario que el agua para la mezcla sea potable. Sólo tiene que ser agua limpia, no contaminada químicamente, sin elementos extraños ni suciedad evidente, que cumpla con las recomendaciones del fabricante de acuerdo al tipo de siembra.

#### **810.2.4 Fertilizantes e insecticidas**

Se deberán emplear los fertilizantes e insecticidas adecuados para cada tipo de tratamiento, según lo establezcan los documentos técnicos del proyecto. Los fertilizantes a emplear deberán aportar los elementos necesarios para el desarrollo de las especies sembradas. Pueden ser órgano-minerales o minerales, y deberán aportar los macro nutrientes y micro nutrientes esenciales para un buen establecimiento y óptimo desarrollo de la vegetación.

#### **810.2.5 Agua para riego**

Cualquiera sea el tipo de tratamiento de protección que se emplee, el agua para riego deberá tener las características descritas en el numeral 810.2.3.4 para el agua para hidrosiembra.

### **810.3 EQUIPO**

---

El Constructor deberá disponer de los equipos y herramientas necesarios para asegurar que los trabajos de protección de los taludes tengan la calidad exigida y se garantice el cumplimiento de su programa de ejecución.

En particular, el equipo requerido para la hidrosiembra deberá estar compuesto por agitadores hidráulicos y/o mecánicos que sean capaces de mantener la solución en emulsión constante y proyectarla vía aspersion sobre el terreno desnudo.

Los elementos para la aplicación de los riegos periódicos deberán ser de tipo aspersor u otros similares que apliquen el agua en forma de lluvia fina.

El Constructor deberá disponer, además, de las herramientas, rastrillos, azadones, horcas, ganchos para formar surcos, cuerdas, cinturones de seguridad, cascos, estacas, palas, balanzas, envases calibrados y todos los demás elementos que sean necesarios para ejecutar correctamente los trabajos especificados.

### **810.4 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS**

---

#### **810.4.1 Momento para la colocación de la protección del talud**

La protección vegetal de los taludes se realizará lo más pronto posible, después que cada uno de los cortes o terraplenes esté terminado en su fase de movimiento de tierras. Si esto ocurre en época seca, la protección del talud se podrá aplazar, según lo permita el cronograma de trabajo y lo apruebe el Interventor, para el siguiente período de lluvias y se programará teniendo en cuenta el desarrollo de una protección vegetal aceptable al inicio de la temporada seca.

No obstante lo anterior, el Constructor deberá sembrar en cualquier época, si así lo exigen el plazo de ejecución de las obras o el Interventor, y deberá realizar los riegos necesarios con el fin de mantener la humedad adecuada para una buena germinación y la consecuente eficacia de la protección.

#### **810.4.2 Preparación de la superficie existente**

El Interventor sólo autorizará la ejecución de los trabajos si la superficie por proteger presenta la uniformidad requerida para garantizar el éxito de ellos. Si la superficie presenta irregularidades que excedan las tolerancias



determinadas en las especificaciones respectivas, de acuerdo con lo prescrito en las unidades de obra correspondientes, el Constructor hará las correcciones previas, a satisfacción del Interventor.

Los taludes por tratar deberán tener un adecuado encauce de las aguas, debido a las lluvias que se pudieran presentar durante la instalación y que pudieran causar daños al trabajo, los cuales, en caso de que se produzcan, deberán ser reparados por Constructor, sin costo adicional para el Instituto Nacional de Vías.

Adicionalmente, se deberá realizar una limpieza previa para evitar todo material suelto o susceptible de caer sobre la zona que se va a proteger.

Si el talud no cuenta con la rugosidad adecuada para la colocación de la protección, se deberá conformar mediante un procedimiento adecuado, como rastrillado paralelo a la horizontal o formación de surcos convenientemente espaciados de acuerdo con la dureza del terreno (15 cm a 40 cm).

Utilizando herramientas manuales, el Constructor corregirá los surcos verticales y otras marcas inconvenientes. Se deberá considerar la preparación de surcos horizontales como complemento al escarificado y como una forma de mejorar el desempeño del riego, en el caso de la hidrosiembra.

En el tratamiento por hidrosiembra, se podrá soltar o descompactar una delgada capa de suelo (no mayor de 5 cm), con el fin de facilitar el enterramiento de las semillas y el enraizamiento inicial. En caso de que se detecten derrames de material sin compactar, zonas de baja densidad o superficies con excesiva pendiente, no se deberán ejecutar trabajos de siembra hasta solucionar las deficiencias del talud. La solución deberá ser propuesta por el Constructor y ejecutada cuando cuente con la aprobación del Interventor.

Se deberá tratar de conservar la vegetación espontánea que pueda existir en el talud, salvo que sea perjudicial para la colocación de la protección específica. Si se considera necesario, se deberá segar o cortar la vegetación espontánea. Este corte se realizará cuando la altura de la vegetación alcance o sobrepase los treinta centímetros (30 cm).

Los residuos vegetales de la siega o del corte se deberán retirar cuando constituyan una capa perjudicial para la buena repartición de la protección sobre el terreno.

#### **810.4.3 Protección mediante trasplante de césped**

Sobre la superficie preparada se aplicará fertilizante del tipo y en la cantidad que lo indiquen los documentos del proyecto y, a continuación, se extenderán los bloques de césped haciéndolos casar en la mejor forma posible, evitando traslajos y vacíos y buscando que los extremos del área empradizada empalmen armónicamente con el terreno natural adyacente.

En las uniones de los bloques se colocará tierra orgánica. Una vez plantada la superficie, se deberá regar de manera abundante y, en lo sucesivo, diariamente sin limitación o de acuerdo a las indicaciones del Interventor, y se apisonará con frecuencia con un cilindro manual, con el fin de emparejarla y detectar las irregularidades, las cuales deberán ser corregidas por el Constructor, a satisfacción del Interventor.

#### **810.4.4 Protección del talud con tierra orgánica (material vegetal)**

Luego de la fase de preparación, se esparcirá en forma uniforme el suelo vegetal produciendo una cobertura de veinte a cincuenta centímetros (20 a 50 cm) de espesor, según se señale en los documentos del proyecto, sobre el talud por proteger. Este proceso se realizará manualmente.

Para disminuir el potencial de erosión, puede ser necesaria una compactación manual de esta capa. Para mejorar su adherencia con la superficie del talud, éste se debe humedecer o escarificar superficialmente antes de recibir el material de protección.

El nivel de fertilización dependerá de un análisis del suelo del terreno, el cual se deberá realizar antes de la puesta en marcha de la obra. Si no se ha especificado en los documentos del proyecto, el tipo de fertilizante lo determinará el Constructor a través de su especialista. Este fertilizante deberá contar con la aprobación del Interventor.

El tratamiento con tierra orgánica se empleará, de preferencia, en la protección de taludes de terraplenes.

#### **810.4.5 Protección mediante hidrosiembra controlada**

Tras el trabajo de preparación de la superficie, se procederá inmediatamente a la hidrosiembra que, en una o dos pasadas, deberá aportar todos los elementos al suelo: semillas, fertilizantes, mulch y adherente.

Un buen resultado dependerá de que no llueva durante el lapso que transcurra entre el término de la preparación del suelo y el inicio de la hidrosiembra. Si la lluvia ocurre, se deberá repetir el proceso.

El riego de instalación se hará uniformemente en toda la superficie. La dosificación de la boquilla deberá ser del tipo lluvia fina para no producir daños o erosión.

#### **810.4.6 Fertilización**

En todos los casos, se deberá considerar al menos una fertilización principal y una de mantenimiento. La fertilización principal se realizará junto con la siembra de la superficie. Los materiales y dosificaciones se señalarán en los documentos del proyecto. Durante el proceso de crecimiento, se completará la fertilización según requerimiento del Interventor. Los niveles anteriores serán considerados como mínimos. Las fertilizaciones se podrán realizar en conjunto con los riegos de agua a las protecciones instaladas.

#### **810.4.7 Riego y conservación**

El riego se realizará exclusivamente por el método de aspersión u otro similar, siempre que resulte en forma de lluvia fina.

El riego se aplicará a partir del día siguiente de la colocación de la protección y no habrá límite en cuanto a su frecuencia. Solamente se deberá cuidar de no provocar escurrimiento superficial, para lo cual se deberán efectuar pasadas rápidas, lanzando el agua desde prudente distancia y hacia arriba, de forma tal que las gotas pierdan su energía. De preferencia, se regará temprano en la mañana y al atardecer.

La frecuencia de los riegos dependerá tanto de las condiciones climáticas como del sistema de protección utilizado y del estado de la cubierta vegetal y deberá ser suficiente para asegurar, junto con las fertilizaciones,

que durante todo el proceso se presenten los niveles adecuados de germinación y desarrollo de las plantas.

Adicionalmente, se requerirá de poda en caso que la vegetación sobrepase la corona de la vía, obstruya algún dispositivo de drenaje o impida una adecuada visibilidad en la vía. Esta actividad se realizará siempre que sea necesario, a juicio del Interventor, y en forma permanente hasta el recibo definitivo de los trabajos.

#### **810.4.8 Manejo ambiental**

Todas las determinaciones referentes a los trabajos de protección vegetal de taludes deberán ser tomadas considerando la protección del medio ambiente y las disposiciones vigentes sobre el particular.

Se deberá poner especial cuidado a los insumos utilizados para la hidrosiembra, así como a los fertilizantes e insecticidas utilizados en el trabajo y al tratamiento de las zonas de las cuales se extraigan los bloques de césped cuando se vaya a emplear este sistema de protección.

No se aceptará el uso de especies transgénicas sin aprobación del Interventor y sin la autorización de las autoridades ambientales competentes.

### **810.5 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS**

---

#### **810.5.1 Controles**

Durante la ejecución de los trabajos, se adelantarán los siguientes controles principales:

- Verificar el estado y el funcionamiento del equipo utilizado por el Constructor.
- Comprobar que los materiales cumplan los requisitos de calidad exigidos en el inciso que corresponda del numeral 810.2, según el tipo de protección por utilizar.
- Verificar que el trabajo se ejecute de acuerdo con los documentos del proyecto y las exigencias del presente Artículo.

- Verificar el cumplimiento de todas las medidas ambientales y de seguridad requeridas.
- Vigilar que se efectúe un mantenimiento adecuado del área protegida hasta su recibo definitivo.

El Interventor medirá, para efectos de pago, el trabajo correctamente ejecutado.

#### **810.5.2 Condiciones específicas para el recibo y tolerancias**

El Interventor no recibirá los trabajos antes de noventa (90) días de concluidos los trabajos de protección. En el momento del recibo definitivo, el área protegida no podrá presentar irregularidades o desperfectos y se deberá encontrar podada a satisfacción del Interventor, cuando se hayan presentado las circunstancias citadas en el numeral 810.4.7.

En caso de que no haya germinación de las semillas en terrenos aptos para sostener vegetación en forma permanente y, por lo tanto, no quede garantizada la cobertura vegetal especificada, el Constructor deberá repetir los procesos de sembrado para recuperar los sectores sin prendimiento, sin costo adicional para el Instituto Nacional de Vías.

Si por cualquier circunstancia el prendimiento de la primera siembra fuese deficiente a juicio del Interventor, o se produjesen daños de cualquier origen, se procederá a resembrar. El proceso de resiembra se repetirá las veces que sea necesario en las áreas que lo requieran y, de acuerdo a las necesidades, podrá ser parcial aportando sólo las especies cuyo prendimiento fue negativo, si el Interventor así lo autoriza. No se considerará pago adicional por los procesos de resiembra.

#### **810.6 MEDIDA**

La unidad de medida de la protección vegetal de taludes será el metro cuadrado (m<sup>2</sup>), aproximado al entero, de área protegida de acuerdo con los documentos del proyecto y las indicaciones del Interventor, a plena satisfacción de éste. La medida se hará sobre la proyección inclinada de la superficie del talud.

El resultado de la medida se deberá reportar con la aproximación establecida, empleando el método de redondeo de la norma INV E-823.

No se incluirán en la medida áreas con protección vegetal por fuera de los límites autorizados por el Interventor.

### **810.7 FORMA DE PAGO**

---

El pago de la protección vegetal del talud se hará al respectivo precio unitario del contrato, por todo trabajo ejecutado de acuerdo con esta especificación y aceptado a satisfacción por el Interventor.

El precio unitario deberá incluir todos los costos de preparación de la superficie existente, salvo que dicha labor forme parte de otra partida de trabajo del mismo contrato; el suministro en el lugar y la colocación de todos los materiales requeridos para la protección; la compactación de la superficie tratada cuando corresponda; el riego y la poda periódicos del área tratada; el suministro y la aplicación de fertilizantes, insecticidas y demás materiales requeridos para la conservación del área protegida hasta su recibo definitivo; los desperdicios y el manejo adecuado de ellos y, en general, todo costo adicional relacionado con la correcta ejecución de los trabajos especificados.

El precio unitario deberá cubrir, también, los costos de administración, imprevistos y la utilidad del Constructor.

### **810.8 ÍTEM DE PAGO**

---

810.1 Protección de taludes con bloques de césped	Metro cuadrado (m <sup>2</sup> )
810.2 Protección de taludes con tierra orgánica	Metro cuadrado (m <sup>2</sup> )
810.3 Protección de taludes con hidrosiembra controlada	Metro cuadrado (m <sup>2</sup> )

## PROTECCIÓN DE TALUDES CON PRODUCTOS ENROLLADOS PARA CONTROL DE EROSIÓN

### ARTÍCULO 811 – 13

#### 811.1 DESCRIPCIÓN

Esta especificación se refiere al uso e instalación de sistemas para control de erosión que faciliten el establecimiento de la vegetación natural en taludes o laderas geotécnicamente estables, con el objetivo de controlar el proceso erosivo. Considera la instalación de productos enrollados para control de erosión (PECE).

##### 811.1.1 Definiciones

Producto enrollado para control de erosión (PECE): Es un material fabricado en rollos y diseñado para reducir la erosión del suelo y ayudar en el crecimiento, el asentamiento y la protección de la vegetación. Los productos enrollados para control de erosión podrán tener el carácter de temporales o permanentes.

Producto enrollado temporal para control de erosión; Para aplicaciones donde la vegetación natural (por sí sola) provee suficiente protección contra la erosión. Los productos que se utilizan en estos casos tienen la duración y las propiedades necesarias para establecer la vegetación a corto plazo bajo las condiciones naturales del sitio.

Producto enrollado permanente para control de erosión: Para aplicaciones donde la vegetación natural (por sí sola) no es suficiente para resistir las condiciones de flujo y no provee la protección suficiente para la erosión a largo plazo. Los productos que se emplean en estos casos tienen las propiedades necesarias para reforzar la vegetación bajo las condiciones del sitio a largo plazo.

Los productos enrollados para control de erosión podrán ser de los siguientes tipos:

- Textil de tejido abierto (TTA): es un PECE temporal integrado por hilos naturales o sintéticos, tejidos dentro de una matriz bidimensional, utilizado para brindar control de erosión y facilitar el establecimiento de la vegetación.

- Manto para control de erosión (MCE): Es un PECE temporal, degradable, compuesto de fibras naturales o sintéticas unidas mecánica, estructural o químicamente, para formar una matriz continua que provee control de erosión y facilita el establecimiento de vegetación.
- Manto para refuerzo de la vegetación (MRV): Es un PECE permanente, compuesto por fibras sintéticas no degradables estabilizadas UV, hilos y/o filamentos procesados en matrices de refuerzo tridimensionales, diseñadas para aplicaciones hidráulicas críticas en donde las descargas proyectadas excedan las velocidades y los esfuerzos cortantes soportados por la vegetación natural. Los MRV deben tener el espesor, la resistencia y los vacíos suficientes para retener partículas de suelo y permitir el desarrollo de la vegetación a través de la matriz.

## 811.2 MATERIALES

---

### 811.2.1 Productos enrollados temporales para control de erosión

En la Tabla 811 – 1 se indican los productos enrollados temporales para control de erosión que se podrán ser suministrados. La descripción y el campo de utilización de los productos especificados se indican a continuación.

- Tipo 1A. Red para control de paja de degradación ultra rápida. Consistente en una malla sintética fotodegradable de rápida degradación o una red tejida de fibras naturales, biodegradable, con una longevidad funcional típica de tres (3) meses y diseñada para uso en taludes o laderas geotécnicamente estables, con inclinaciones hasta de 5H:1V.
- Tipo 1B. Manto para control de erosión sin red de degradación ultra rápida. Provee un manto para control de erosión compuesto de fibras sintéticas o naturales de rápida degradación, trabadas mecánicamente o adheridas químicamente para formar una matriz continua con una longevidad funcional típica de tres (3) meses y diseñada para ser usada en taludes y laderas geotécnicamente estables, con inclinaciones hasta de 4H:1V.



- Tipo 1C. Textil de tejido abierto y manto para control de erosión de red simple y degradación ultra rápida. Podrá ser uno cualquiera de los siguientes materiales: (1) manto para control de erosión compuesto de fibras naturales o sintéticas degradables, mecánicamente unidas por una red de fibras naturales o sintéticas de rápida degradación para formar una matriz continua; o (2) un textil de tejido abierto compuesto de hilos poliméricos o naturales de rápida degradación, formando una matriz continua. El material deberá tener una longevidad funcional típica de tres (3) meses y estará diseñado para ser utilizado en taludes o laderas geotécnicamente estables con inclinaciones hasta de 3H:1V.
- Tipo 1D. Manto para control de erosión de red doble y degradación ultra rápida. Provee un manto para control de erosión compuesto de fibras naturales o sintéticas mecánicamente unidas entre dos redes de fibras naturales o sintéticas de rápida degradación, formando una matriz continua, con una longevidad funcional típica de tres (3) meses y diseñado para ser utilizado en taludes o laderas geotécnicamente estables con inclinaciones de hasta 2H:1V.
- Tipo 2A. Red para control de paja de corto plazo. Consiste en una red sintética fotodegradable o una red tejida de fibras naturales biodegradables con una longevidad funcional típica de doce (12) meses y diseñada para ser utilizada en taludes o laderas geotécnicamente estables con inclinaciones hasta de 5H : 1V.
- Tipo 2B. Manto para control de erosión de corto plazo sin red. Provee un manto para control de erosión compuesto por fibras naturales o sintéticas degradables trabadas mecánicamente o adheridas químicamente para formar una matriz continua con una longevidad funcional típica de doce (12) meses y diseñado para ser utilizado en taludes o laderas geotécnicamente estables con inclinaciones hasta de 4H:1V.
- Tipo 2C. Textil de tejido abierto o manto para control de erosión de red simple de corta duración. Se deberá suministrar uno de los dos materiales que se describen a continuación: (1) un manto para control de erosión compuesto por fibras degradables naturales o sintéticas procesadas mecánicamente para mantenerlas unidas por una red simple sintética degradable o de fibras naturales para formar una matriz continua; (2) un textil de tejido abierto compuesto por hilos naturales o poliméricos en una matriz continua. El material deberá

tener una longevidad funcional típica de doce (12) meses y estar diseñado para trabajar en taludes o laderas geotécnicamente estables con inclinaciones inferiores a 3H:1V.

- Tipo 2D. Manto para control de erosión de red doble de corta duración. Se deberá suministrar un manto para control de erosión compuesto por fibras degradables, naturales o sintéticas, procesadas mecánicamente para mantenerlas unidas entre dos redes sintéticas degradables o de fibras naturales para formar una matriz continua con una longevidad funcional típica de doce meses y estar diseñado para trabajar en taludes o laderas geotécnicamente estables con inclinaciones inferiores a 2H:1V.
- Tipo 3A. Red para control de paja de plazo extendido. Provee una red para control de paja consistente en una red sintética de degradación lenta o una red tejida de fibras naturales con una longevidad funcional típica de veinticuatro (24) meses y diseñada para ser utilizada en taludes o laderas geotécnicamente estables con inclinaciones hasta de 5H:1V.
- Tipo 3B. Textil de tejido abierto o manto para control de erosión de plazo extendido: Se deberá suministrar uno de los dos materiales que se describen a continuación: (1) un manto para control de erosión compuesto por fibras de degradación lenta, naturales o sintéticas, procesadas mecánicamente para mantenerlas unidas entre dos redes sintéticas de degradación lenta o de fibras naturales para formar una matriz continua; (2) un textil de tejido abierto compuesto por hilos naturales o poliméricos de degradación lenta en una matriz continua. El material deberá tener una longevidad funcional típica de veinticuatro (24) meses y estar diseñado para trabajar en taludes o laderas geotécnicamente estables con inclinaciones inferiores a 1.5H:1V.
- Tipo 4. Textil de tejido abierto o manto para control de erosión de largo plazo. Se deberá suministrar uno de los dos materiales que se describen a continuación: (1) un manto para control de erosión compuesto por fibras de degradación lenta, naturales o sintéticas, procesadas mecánicamente para mantenerlas unidas entre dos redes sintéticas de degradación lenta o de fibras naturales para formar una matriz continua; (2) un textil de tejido abierto compuesto por hilos naturales o poliméricos de degradación lenta en una matriz continua. El material deberá tener una longevidad funcional típica de treinta y

seis (36) meses y estar diseñado para trabajar en taludes o laderas geotécnicamente estables con inclinaciones de hasta 1H:1V.

El límite máximo para mantos temporales, en términos de longitud del talud, deberá ser establecido en los documentos del proyecto; en general, no deberá ser mayor que quince (15) metros; para longitudes mayores, la aplicación del manto deberá venir acompañada de un diseño especializado. La longitud se refiere a la longitud inclinada del talud, para taludes continuos; cuando el talud presente terrazas, la longitud se refiere a la longitud inclinada entre terrazas. En estos casos, los documentos del proyecto podrían indicar la necesidad de colocar productos enrollados permanentes para control de erosión, especificados en el numeral 811.2.2, aún para aplicaciones temporales.

#### **811.2.2 Productos enrollados permanentes para control de erosión**

En la Tabla 811 – 2 se indican los productos enrollados permanentes para control de erosión que podrán suministrarse. La descripción y el campo de utilización de los productos especificados se indican a continuación.

- Tipo 5A, 5B y 5C. Manto para refuerzo de la vegetación permanente. Se deberá suministrar un manto no degradable para refuerzo de césped con suficiente espesor, resistencia y espacios vacíos para una protección permanente de erosión y refuerzo de vegetación en taludes o laderas geotécnicamente estables con inclinaciones no superiores a 0.5H:1V.
- Tipo 5D. Manto para refuerzo de la vegetación permanente. Se deberá suministrar un manto no degradable, ciento por ciento (100%) constituido por fibras sintéticas, para refuerzo de la vegetación con suficiente espesor, resistencia y espacios vacíos para una protección permanente de erosión y refuerzo de vegetación en taludes o laderas geotécnicamente estables. Esta categoría debe ser usada especialmente cuando en el sitio existen condiciones con cargas altas y/o requerimientos de supervivencia altos, para cualquier inclinación de talud, incluso para inclinaciones mayores a 0.5H:1V.

#### **811.3 EQUIPO**

---

El Constructor deberá disponer de los equipos y herramientas necesarios para asegurar que los trabajos de protección de los taludes y laderas tengan la calidad exigida y se garantice el cumplimiento de su programa de ejecución.

Tabla 811 – 1. Especificaciones de productos enrollados temporales para control de erosión

PROPIEDAD	NORMA DE ENSAYO ASTM	TIPO DE PRODUCTO ENROLLADO PARA CONTROL DE EROSIÓN										
		Muy corto plazo				Corto plazo				Plazo extendido		Largo Plazo
		1A <i>(Nota 2)</i>	1B	1C	1D	2A <i>(Nota 2)</i>	2B	2C	2D	2A <i>(Nota 2)</i>	3B	4
<b>Para taludes y canales</b>												
Longevidad funcional <i>(Nota 1)</i>	No aplica	3 meses				12 meses				24 meses		36 meses
Resistencia mínima a la tensión, kN/m <i>(Nota 3)</i>	D 5035 Modificado por ECTC	0.073	0.073	0.73	1.09	0.073	0.073	0.73	1.09	0.36	1.45	1.82
<b>Para taludes</b>												
Inclinación máxima (H:V)	No aplica	5:1	4:1	3:1	2:1	5:1	4:1	3:1	2:1	5:1	1.5:1	1:1
Valor máximo del factor "C" para la inclinación máxima (H:V) <i>(Nota 4)</i>	D 6459 u otros ensayos independientes <i>(Nota 7)</i>	0.10 (5:1)	0.10 (4:1)	0.15 (3:1)	0.20 (2:1)	0.10 (5:1)	0.10 (4:1)	0.15 (3:1)	0.20 (2:1)	0.10 (5:1)	0.25 (1.5:1)	0.25 (1:1)
<b>Para canales</b>												
Resistencia mínima a esfuerzo cortante, Pa <i>(Nota 5 y 6)</i>	D 6460 u otros ensayos independientes <i>(Nota 7)</i>	12	24	72	84	12	24	72	84	12	96	108

Nota 1: La longevidad funcional es solo una guía. La longevidad funcional podrá variar de acuerdo a las condiciones climáticas y microbiológicas del sitio del proyecto.

Nota 2: Las determinaciones del factor "C" y de la resistencia al corte se llevarán a cabo en conjunto con la paja pre-aplicada.

*Nota 3: Los valores numéricos de la tabla corresponden a valores VMPR en la dirección principal. Indican el Valor Mínimo Promedio por Rollo, calculado como el valor típico menos dos veces la desviación estándar. Estadísticamente, corresponde al 97.7 % de probabilidad de confianza, es decir, cualquier muestra tomada durante una prueba de garantía de calidad, excederá el valor divulgado.*

*Nota 4: Factor "C", calculado como la tasa de pérdida de suelo con un manto para control de erosión que esté protegiendo un suelo (ensayado al gradiente especificado o mayor, H:V) con respecto a la tasa de la pérdida de suelo sin protección modelado en un ensayo a gran escala.*

*Nota 5: La resistencia mínima a esfuerzo cortante que podrá soportar el producto (sin vegetación) sin presentar daño físico o erosión excesiva (pérdida de suelo mayor a 12.7 milímetros) durante una prueba de flujo por 30 minutos a escala real.*

*Nota 6: Los niveles de esfuerzo cortante admisibles establecidos para cada categoría están basados en experiencias históricas con productos caracterizados por valores del coeficiente de rugosidad de Manning en un rango de 0.01 a 0.05.*

*Nota 7: Se pueden aceptar otros métodos de ensayo con pruebas a gran escala, según lo establezcan los documentos del proyecto o lo considere el Interventor.*

*Nota 8: Para la determinación de todas las propiedades, deberán tenerse en cuenta, además, directrices que sobre las pruebas y método de ensayo establece el ECTC (Erosion Control Technology Council).*

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012/INVIAS

Los elementos para la aplicación de los riegos periódicos deberán ser de tipo aspersor u otros similares que apliquen el agua en forma de lluvia fina.

El Constructor deberá disponer, además, de las herramientas, rastrillos, azadones, horcas, ganchos para formar surcos, cuerdas, cinturones de seguridad, cascos, estacas, palas, balanzas, envases calibrados y todos los demás elementos que sean necesarios para ejecutar correctamente los trabajos especificados.

Tabla 811 – 2. Especificaciones de productos enrollados permanentes para control de erosión  
(Mantos para refuerzo de la vegetación MRV)

PROPIEDAD (Nota 1)	NORMA DE ENSAYO ASTM	TIPO DE PRODUCTO ENROLLADO PARA CONTROL DE EROSIÓN			
		5A	5B	5C	5D
<b>Para taludes y canales</b>					
Resistencia mínima a la tensión, kN/m (Nota 2)	D 6818	1.82	2.19	2.55	44.0
Estabilidad UV, % mínimo de resistencia retenida	D 4355	80% @ 500 horas			90% @ 1000 horas
Espesor mínimo, mm	D 6525	6.35			
<b>Para canales</b>					
Resistencia mínima a esfuerzo cortante, Pa (Nota 3)	D 6460 u otros ensayos independientes (Nota 4)	288	384	480	575

Nota 1: Para mantos de refuerzo de la vegetación (MRV) que contengan componentes degradables, las propiedades deben ser medidas únicamente sobre el componente no degradable.

Nota 2: Los valores numéricos de la tabla corresponden a valores VMPR en la dirección principal. Indican el Valor Mínimo Promedio por Rollo, calculado como el valor típico menos dos veces la desviación estándar. Estadísticamente, corresponde al 97.7 % de probabilidad de confianza, es decir, cualquier muestra tomada durante una prueba de garantía de calidad, excederá el valor divulgado.

Nota 3: Resistencia mínima a esfuerzo cortante con vegetación totalmente establecida que deberá soportar el producto sin presentar daño físico o erosión excesiva (pérdida de suelo > 12.7 mm) durante una prueba de flujo por treinta (30) minutos a escala real.

Nota 4: Se pueden aceptar otros métodos de ensayo con pruebas a gran escala, según lo establezcan los documentos del proyecto o lo considere el Interventor.

Nota 5: Para la determinación de todas las propiedades, deberán tenerse en cuenta, además, directrices que sobre las pruebas y método de ensayo establece el ECTC (Erosion Control Technology Council).

## 811.4 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

### 811.4.1 Preparación de la superficie existente

Rige lo que resulte pertinente del numeral 810.4.2 del Artículo 810 “Protección vegetal de taludes”. En especial, es necesario verificar si el suelo del sitio a revegetalizar posee las condiciones necesarias; es decir, si el talud posee una capa de suelo orgánico que garantice la germinación de las semillas y el sostenimiento de la vegetación a largo plazo. En caso de no presentar las condiciones necesarias, se recomienda la colocación de una capa superficial de suelo y, junto con ella, mezclar los fertilizantes, las semillas y los hidrorretenedores necesarios.

Si el suelo posee las condiciones necesarias para la germinación de las semillas, se deberá proceder como se indica a continuación:

- Remover todas las rocas, raíces, vegetación o cualquier tipo de obstrucción que pueda evitar el contacto del manto con la superficie del suelo.
- Nivelar el área de sembrado de las semillas según el alineamiento y la pendiente establecidos en los documentos del proyecto.
- Preparar el suelo donde se van a sembrar las semillas, escarificando entre cincuenta y setenta y cinco milímetros (50 mm a 75 mm) de profundidad en el área ya preparada.
- Con el fin de evitar derrumbes desde la cima del talud y la infiltración de agua de escorrentía entre el suelo del talud y el manto para control de erosión, el extremo superior del rollo del manto se deberá enterrar en una zanja excavada únicamente con dicho propósito, asegurando el manto al extremo superior de la zanja en forma de doble faz y fijándolo al terreno con tres (3) ganchos por metro lineal, después de lo cual se tapaná la zanja. La zanja de anclaje deberá ser de quince por quince centímetros (15 x 15 cm) y deberá quedar a una distancia entre sesenta y noventa centímetros (60 cm a 90 cm), medida desde la corona del talud.

### 811.4.2 Instalación del manto para control de erosión

Una vez preparada la superficie, la instalación se deberá hacer en los siguientes pasos:

- Colocar el rollo a una distancia entre sesenta y noventa centímetros (60 cm a 90 cm) de la corona del talud, asegurarlo en la zanja con los dispositivos de anclaje y rellenar y compactar con el material proveniente de la excavación o según lo indique el Interventor.
- Desenrollar el manto hacia abajo del talud, traslapando siete con cinco centímetros (7.5 cm), como mínimo, los rollos adyacentes. Extender el material libremente, manteniendo contacto directo con la superficie del talud o la ladera. En el traslape se colocará una hilera de ganchos separados entre sí una distancia no mayor de cincuenta centímetros (50 cm).
- Asegurar el manto al talud con dispositivos de anclaje, con la frecuencia que se indica en la Tabla 811-3.

Tabla 811 – 3. Frecuencia de los dispositivos de anclaje

PENDIENTE DEL TALUD (INCLINACIÓN)	FRECUENCIA DEL ANCLAJE (Nota 1)
Hasta 3H:1V	1.35 anclajes/metro cuadrado
3H:1V a 2H:1V	2 anclajes/metro cuadrado
2H:1V a 1H:1V	2 a 4.1 anclajes/metro cuadrado
Mayor a 1H:1V	4.1 anclajes/metro cuadrado

*Nota 1: Por indicación del Interventor se podrá modificar la frecuencia del anclaje.*

Como dispositivos de anclaje para la fijación del manto, se podrán utilizar elementos tipo gancho en “U”, metálicos, de ocho milímetros (8 mm) de diámetro, de 20 x 10 x 20 cm para terrenos blandos y 15 x 5 x 15 cm para terrenos duros. Los ganchos se deberán colocar en un ángulo aproximado de 30° con respecto a la superficie del talud y en el sentido de la pendiente.

A discreción del Interventor, se podrá rellenar un MRV cuando éste se encuentre diseñado para tal fin, teniendo en cuenta lo siguiente:

- Después de sembrar, se deberá esparcir sobre el manto, rastrillando ligeramente, de doce a veinte centímetros (12 cm a 20 cm) de tierra fina para llenarlo completamente.



- Esparcir semillas adicionales sobre el manto relleno y regar con agua.

#### **811.4.3 Riego y mantenimiento**

No se deberá hacer corte a las áreas sembradas antes del establecimiento de una densidad del setenta por ciento (70 %) de la vegetación y con un crecimiento mínimo de las especies de siete con cinco centímetros (7.5 cm). La altura de corte no deberá ser menor de siete con cinco centímetros (7.5 cm). Durante la etapa de ejecución, el Constructor será responsable por el mantenimiento de la vegetación establecida. Adicionalmente, el Constructor deberá regar las áreas sembradas tan frecuentemente como sea necesario para ayudar a establecer satisfactoriamente la vegetación y propiciar su crecimiento.

Los elementos para la aplicación de los riegos periódicos deberán ser de tipo aspersor u otros similares que apliquen el agua en forma de lluvia fina.

#### **811.4.4 Limitaciones en la ejecución**

No se permitirán los trabajos de colocación de productos enrollados para control de erosión en momentos en que haya lluvia o fundado temor que ella ocurra, ni cuando la temperatura ambiente sea inferior a dos grados Celsius (2° C).

Los trabajos se deberán realizar en condiciones de luz solar. Sin embargo, cuando se requiera terminar el proyecto en un tiempo especificado por el INVÍAS o se deban evitar horas pico de tránsito público, el Interventor podrá autorizar el trabajo en horas de oscuridad, siempre y cuando el Constructor garantice el suministro y la operación de un equipo de iluminación artificial que resulte satisfactorio para aquel. Si el Constructor no ofrece esta garantía, no se le permitirá el trabajo nocturno y deberá poner a disposición de la obra el equipo y el personal adicionales para completar el trabajo en el tiempo especificado, operando únicamente durante las horas de luz solar.

#### **811.4.5 Manejo ambiental**

Todas las labores de instalación de sistemas para control de erosión se realizarán teniendo en cuenta lo establecido en los estudios o evaluaciones ambientales del proyecto y las disposiciones vigentes sobre la conservación del medio ambiente y de los recursos naturales.

**811.4.6 Reparaciones**

Todas las áreas que se erosionen antes de la aceptación definitiva de los trabajos deberán ser reparadas por el Constructor, sin costo adicional para el Instituto Nacional de Vías, incluyendo la reparación o sustitución de los PECE, la resiembra y el riego.

**811.5 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS****811.5.1 Controles**

Durante la ejecución de los trabajos, se adelantarán los siguientes controles principales:

- Verificar el estado y funcionamiento del equipo utilizado por el Constructor.
- Comprobar que los materiales cumplan los requisitos de calidad exigidos en el numeral 811.2, según el tipo de protección por utilizar.
- Verificar que el trabajo se ejecute de acuerdo con los documentos del proyecto y las exigencias del presente Artículo.
- Verificar el cumplimiento de todas las medidas ambientales y de seguridad requeridas.
- Vigilar que el Constructor efectúe un mantenimiento adecuado del área protegida hasta su recibo definitivo.

El Interventor medirá, para efectos de pago, el trabajo correctamente ejecutado.

**811.5.2 Condiciones específicas para el recibo de los trabajos**

El Interventor no recibirá las obras antes de noventa (90) días de concluidos los trabajos de protección. Igualmente, el Interventor tampoco recibirá la obra antes de que el setenta por ciento (70 %) del área sembrada se encuentre cubierta por vegetación específica y sin lugares desnudos mayores a un metro cuadrado (1 m<sup>2</sup>). El Constructor deberá mantener el riego, si es necesario, para ayudar en el establecimiento de la vegetación hasta el momento del recibo definitivo de la obra.

En el momento del recibo definitivo, el área protegida no podrá presentar irregularidades o desperfectos.

### **811.6 MEDIDA**

---

La unidad de medida del producto enrollado para control de erosión será el metro cuadrado (m<sup>2</sup>), aproximado al decímetro cuadrado, de área protegida de acuerdo con los documentos del proyecto y las indicaciones del Interventor, a plena satisfacción de éste. La medida se hará sobre la superficie del talud.

El resultado de la medida se deberá reportar con la aproximación establecida, empleando el método de redondeo de la norma INV E-823.

No se incluirán en la medida áreas con protección vegetal por fuera de los límites establecidos en los documentos del proyecto o autorizados por el Interventor.

### **811.7 PAGO**

---

El pago se hará al respectivo precio unitario del contrato por toda obra ejecutada de acuerdo con los planos y esta especificación, y aceptada a satisfacción por el Interventor. El precio unitario deberá incluir todos los costos de preparación de la superficie existente, salvo que dicha labor forme parte de otra partida de trabajo del mismo contrato; el suministro en el lugar y la colocación de todos los materiales requeridos para la protección, incluidos los anclajes; la compactación o escarificación de la superficie tratada, cuando corresponda; la excavación y el relleno de las zanjas requeridas para asegurar los mantos para control de erosión; el suministro del agua y aplicación del riego periódico del área tratada; la poda periódica; el suministro y la aplicación de fertilizantes, insecticidas y demás materiales requeridos para la conservación del área protegida hasta su recibo definitivo. Deberá incluir, también, los costos de la señalización preventiva y el control del tránsito público durante la ejecución de los trabajos; los desperdicios y el manejo adecuado de ellos y, en general, todo costo adicional relacionado con la correcta ejecución de los trabajos especificados.

El precio unitario deberá incluir, también, los costos de administración e imprevistos y la utilidad del Constructor.

**811.8 ÍTEM DE PAGO**

---

811.1 Protección de taludes con producto enrollado para control de erosión del tipo \_\_\_\_\_ Metro cuadrado (m<sup>2</sup>)

*Nota: se deberá elaborar un ítem de pago para cada producto enrollado de control de erosión que se especifique en el proyecto.*

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

## ACERO DE REFUERZO

### ARTÍCULO 640 – 13

#### 640.1 DESCRIPCIÓN

---

Este trabajo consiste en el suministro, transporte, almacenamiento, corte, doblamiento y colocación de barras de acero en estructuras de concreto, en concordancia con los planos del proyecto, esta especificación y las instrucciones y recomendaciones dadas por el Interventor.

#### 640.2 MATERIALES

---

##### 640.2.1 Barras de refuerzo

Deberán cumplir las que sean pertinentes de las siguientes normas, según se establezca en los planos del proyecto: NTC 161, NTC 248 y NTC 2289; AASHTO M-31 y ASTM A-706.

El refuerzo liso solo se permite en estribos, refuerzo de retracción y temperatura o refuerzo en espiral, siempre y cuando así esté contemplado en los planos del proyecto; no se puede utilizar como refuerzo longitudinal a flexión. No se permite acero liso en refuerzo longitudinal ni transversal de elementos que sean parte del sistema de resistencia sísmica, excepto en las espirales, si así lo indican los planos del proyecto.

##### 640.2.2 Mallas electrosoldadas

Los alambres para mallas y las mallas en sí deberán cumplir con las siguientes normas, según se establezca en los planos del proyecto: NTC 1925 y NTC 2310; ASTM A-185 y ASTM A-497; AASHTO M- 32, AASHTO M-55, AASHTO M-221 y AASHTO M-225.

En mallas de alambre liso, las intersecciones soldadas no deben estar espaciadas a más de 300 mm, ni a más de 400 mm en mallas de alambre corrugado, excepto cuando las mallas se utilizan como estribos.

**640.2.3 Masas teóricas de las barras de refuerzo**

Para efectos de la comprobación de la designación y del pago de las barras, se considerarán las masas unitarias que se indican en las Tablas 640 - 1 y 640 - 2

Los números de designación, son iguales al número de octavos de pulgada del diámetro nominal de referencia. La letra M indica que son diámetros nominales en milímetros (mm).

Tabla 640 – 1. Masa de las barras por unidad de longitud  
(Diámetros basados en octavos de pulgada)

BARRA	DIÁMETRO NOMINAL		MASA (kg/m)
	(mm)	(pulgadas)	
No. 2	6.4	$\frac{1}{4}$	0.25
No. 3	9.5	$\frac{3}{8}$	0.56
No. 4	12.7	$\frac{1}{2}$	1.00
No. 5	15.7	$\frac{3}{8}$	1.55
No. 6	19.1	$\frac{3}{4}$	2.24
No. 7	22.2	$\frac{7}{8}$	3.04
No. 8	25.4	1	3.97
No. 9	28.7	$1 \frac{1}{8}$	5.06
No. 10	32.3	$1 \frac{1}{4}$	6.41
No. 11	35.8	$1 \frac{3}{8}$	7.91
No. 14	43.0	$1 \frac{3}{4}$	11.38
No. 18	57.3	$2 \frac{1}{4}$	20.24

Tabla 640 – 2. Masa de las barras por unidad de longitud (Diámetros basados en milímetros)

BARRA	DIÁMETRO NOMINAL (mm)	MASA (kg)
6M	6.0	0.22
8M	8.0	0.39
10M	10.0	0.62
12M	12.0	0.89
16M	16.0	1.58
18M	18.0	2.00
20M	20.0	2.47
22M	22.0	2.98
25M	25.0	3.85
32M	32.0	6.31
45M	45.0	12.48
55M	55.0	18.64

### 640.3 EQUIPO

---

Se requiere de equipo adecuado para el corte y el doblado de las barras de refuerzo.

Si se autoriza el empleo de soldadura, el Constructor deberá disponer del equipo apropiado para dicha labor y de personal capacitado para la misma. Se requiere, además, la certificación del fabricante del acero que indique que el producto es apto para ser soldado y que dé las recomendaciones para esta labor.

Se requieren, además, elementos que permitan asegurar correctamente el refuerzo en su posición, así como herramientas menores.

### 640.4 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

---

Se deberán tener en cuenta las exigencias del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente y del Código Colombiano de Diseño Sísmico de Puentes, en sus versiones vigentes, en todos los aspectos que resulten aplicables.

#### 640.4.1 Planos y despiece

Antes de cortar el material según las formas indicadas en los planos, el Constructor deberá verificar las listas de despiece y los diagramas de doblado. Si los planos no los muestran, las listas y los diagramas deberán ser preparados por el Constructor para someterlos a la aprobación del Interventor, pero tal aprobación no exime a aquel de su responsabilidad por la exactitud de los mismos. En este caso, el Constructor deberá contemplar el costo de la elaboración de las listas y los diagramas mencionados, dentro de los precios de su oferta.

Si el Constructor desea replantear una junta de construcción en cualquier parte de una estructura para la cual el Interventor le haya suministrado planos de refuerzo y listas de despiece, y dicho replanteo es aprobado por el Interventor, el Constructor deberá revisar, sin costo adicional para el Instituto Nacional de Vías, los planos y las listas de despiece que correspondan a la junta propuesta, y someter las modificaciones respectivas para aprobación del Interventor, al menos treinta (30) días antes de la fecha prevista para el corte y el doblamiento del refuerzo para dicha parte de la obra. Si, por cualquier razón, el Constructor no cumple con este replanteo, la junta y el refuerzo correspondiente deberán ser

dejados sin modificación alguna, según se muestre en los planos suministrados por el Interventor.

#### **640.4.2 Suministro y almacenamiento**

Todo envío de acero de refuerzo que llegue al sitio de la obra o al lugar donde vaya a ser doblado, deberá estar identificado con etiquetas en las cuales se indiquen la fábrica, el grado del acero y el lote o colada correspondiente.

El acero deberá ser almacenado en forma ordenada por encima del nivel del terreno, sobre plataformas, largueros u otros soportes de material adecuado y deberá ser protegido, hasta donde sea posible, contra daños mecánicos y deterioro superficial, incluyendo los efectos de la intemperie y de ambientes corrosivos.

#### **640.4.3 Doblamiento**

Las barras de refuerzo deberán ser dobladas en frío, de acuerdo con las listas de despiece aprobadas por el Interventor. Los diámetros mínimos de doblamiento, medidos en el interior de la barra, con excepción de flejes y estribos, no deben ser menores que los indicados en la Tabla 640 - 3.

El diámetro mínimo de doblamiento para estribos de barras No. 5 y 16M o menores no debe ser menos de cuatro (4) veces el diámetro. Para barras mayores a la No. 5 y 16M se doblarán con los diámetros mínimos establecidos en la Tabla 640 - 3.

El doblamiento de las barras se realizará en frío y a una velocidad moderada. Deberá evitarse el doblado de barras a temperaturas inferiores a cinco grados centígrados (5° C).

#### **640.4.4 Colocación y amarre**

Todo acero de refuerzo al ser colocado en la obra y antes de la fundición del concreto, deberá estar libre de polvo, escamas de óxido, rebabas, pintura, aceite, grasa o cualquier otro tipo de suciedad que pueda afectar la adherencia del acero en el concreto. Todo mortero seco deberá ser quitado del acero.



Tabla 640 - 3  
Diámetro mínimo de doblamiento

NÚMERO DE BARRA	DIÁMETRO MÍNIMO
2 a 8 6M a 25M	6 diámetros de la barra
9 a 11 32M	8 diámetros de la barra
14 y 18 45M y 55M	10 diámetros de la barra

Las barras deberán ser colocadas con exactitud, de acuerdo con las indicaciones de los planos, y deberán ser aseguradas firmemente en las posiciones señaladas, de manera que no sufran desplazamientos durante la colocación y el fraguado del concreto. La posición del refuerzo dentro de las formaleas deberá ser mantenida por medio de tirantes, bloques, silletas de metal, espaciadores o cualquier otro soporte aprobado. Los bloques deberán ser de mortero de cemento prefabricado, de calidad, forma y dimensiones aprobadas. Las silletas de metal que entren en contacto con la superficie exterior del concreto, deberán ser galvanizadas. No se permitirá el uso de guijarros, fragmentos de piedra o de ladrillo, tubería de metal o bloques de madera.

Las barras se deberán amarrar con alambre en todas las intersecciones, excepto en el caso de espaciamentos menores de 300 mm, para lo cual se amarrarán alternadamente. El alambre usado para el amarre deberá ser del tipo negro calibre número dieciocho (No. 18). No se permitirá la soldadura en las intersecciones de las barras de refuerzo.

Si el refuerzo de malla se suministra en rollos para ser usados en superficies planas, la malla deberá ser enderezada en láminas planas, antes de su colocación.

Cuando se coloquen dos o más filas de barras, las de las filas superiores deberán colocarse directamente encima de las de la fila inferior y la separación libre entre filas no deberá ser menor de veinticinco milímetros (25 mm).

Cuando se coloquen dos o más filas (o capas) de barras, las barras superiores deberán colocarse directamente encima de las inferiores y la

separación libre entre filas no deberá ser menor de treinta y cinco milímetros (35 mm), no menor que el diámetro de la barra, ni menor de uno con treinta y tres (1.33) veces el tamaño del agregado grueso.

Estos requisitos se deberán cumplir, también, en la separación libre entre un empalme por traslapo y otros empalmes u otras barras.

Además, se deberán obtener los recubrimientos mínimos especificados en el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente y en el Código Colombiano de Diseño Sísmico de Puentes.

El Interventor deberá revisar y aprobar el refuerzo de todas las partes de las estructuras, antes de que el Constructor inicie la colocación del concreto.

#### **640.4.5 Traslapos y uniones**

Los traslapos de las barras de refuerzo deberán cumplir los requisitos establecidos en el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente y en el Código Colombiano de Diseño Sísmico de Puentes; los traslapos se efectuarán en los sitios mostrados en los planos o donde lo indique el Interventor, debiendo ser localizados de acuerdo con las juntas del concreto.

El Constructor podrá introducir traslapos y uniones adicionales, en sitios diferentes a los mostrados en los planos, siempre y cuando dichas modificaciones sean aprobadas por el Interventor, que los traslapos y uniones en barras adyacentes queden alternados según lo exija éste, y que el costo del refuerzo adicional requerido sea asumido totalmente por el Constructor.

En los traslapos, las barras deberán quedar colocadas en contacto entre sí, amarrándose con alambre, de manera que mantengan la alineación y su espaciamiento dentro de las distancias libres mínimas especificadas en relación a las demás varillas y a las superficies del concreto.

El Constructor podrá reemplazar las uniones traslapadas por uniones soldadas empleando soldadura que cumpla las normas de la American Welding Society, AWS D1.4. En tal caso, los soldadores y los procedimientos deberán ser precalificados por el Interventor de acuerdo con los requisitos de la AWS y las juntas soldadas deberán ser revisadas radiográficamente o por otro método no destructivo que esté

contemplado por la práctica. El costo de este reemplazo y el de las pruebas de revisión del trabajo así ejecutado, correrán por cuenta del Constructor.

Las láminas de malla o parrillas de varillas se deberán traslapar suficientemente entre sí, para mantener una resistencia uniforme y se deberán asegurar en los extremos y bordes. El traslapo de borde deberá ser, como mínimo, igual a un (1) espaciamiento en ancho.

#### **640.4.6 Cuantías del refuerzo**

Se deben cumplir en toda sección de un elemento estructural las disposiciones de cuantías máximas y mínimas establecidas en el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente y en el Código Colombiano de Diseño Sísmico de Puentes.

#### **640.4.7 Sustituciones**

La sustitución de cuantías de refuerzo sólo se podrá efectuar con autorización del Interventor. En tal caso, el acero sustituido deberá tener un área y perímetro equivalentes o mayores que el área y perímetro de diseño, sin exceder los límites establecidos en el numeral 640.4.6.

#### **640.4.8 Manejo ambiental**

El suministro, almacenamiento, transporte e instalación del acero de refuerzo efectivamente colocado en la estructura, así como el manejo de los desperdicios ocasionados, deberá realizarse en un todo de acuerdo con la normatividad ambiental vigente.

### **640.5 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS**

---

#### **640.5.1 Controles**

Durante la ejecución de los trabajos, se adelantarán los siguientes controles principales:

- Verificar el estado y funcionamiento del equipo de construcción.
- Comprobar que los materiales por utilizar cumplan con los requisitos de calidad exigidos por la presente especificación.

- Verificar que el corte, doblado, colocación y cuantía del refuerzo se efectúen de acuerdo con los planos, con esta especificación y con sus instrucciones.
- Vigilar la regularidad del suministro del acero durante el periodo de ejecución de los trabajos.
- Verificar que cuando se sustituya el refuerzo indicado en los planos, se utilice acero de área y perímetro iguales o superiores a los de diseño.
- Efectuar las medidas correspondientes para el pago del acero de refuerzo correctamente suministrado y colocado.

El Interventor solicitará al Constructor copia certificada de los análisis químicos y pruebas físicas realizadas por el fabricante a muestras representativas de cada suministro de barras de acero

#### **640.5.2 Condiciones específicas para el recibo y tolerancias**

##### **640.5.2.1 Calidad del acero**

Las barras y mallas de refuerzo deberán ser ensayadas en fábrica y sus resultados deberán satisfacer los requerimientos de las normas correspondientes NTC, AASHTO o ASTM relacionadas en el numeral 640.2.

El Constructor deberá suministrar al Interventor una certificación de los resultados de los análisis químicos y pruebas físicas realizadas por el fabricante para el lote correspondiente en cada envío de refuerzo a la obra. En caso de que el Constructor no cumpla con este requisito, el Interventor ordenará, a expensas de aquel, la ejecución de todos los ensayos que considere necesarios sobre el refuerzo, antes de aceptar su utilización.

Cuando se autorice el empleo de soldadura para las uniones, su calidad y la del trabajo ejecutado se verificarán de acuerdo con lo indicado en el numeral 640.4.5.

Las varillas que tengan fisuras o hendiduras en los puntos de flexión, serán rechazadas.

### 640.5.2.2 Calidad del producto terminado

Se aceptarán las siguientes tolerancias en la colocación del acero de refuerzo:

#### 640.5.2.2.1 Desviación en el espesor de recubrimiento:

- Con recubrimiento menor o igual a cincuenta milímetros ( $\leq 50$  mm): cinco milímetros (5 mm).
- Con recubrimiento superior a cincuenta milímetros ( $> 50$  mm): diez milímetros (10 mm).

#### 640.5.2.2.2 Desviación en los espaciamientos prescritos:

Se deberá cumplir lo indicado en el numeral 640.4.4.

#### 640.5.2.2.3 Área

No se permitirá la colocación de acero con áreas y perímetros inferiores a los de diseño.

Todo defecto de calidad o de instalación que exceda las tolerancias de esta especificación, deberá ser corregido por el Constructor, sin costo alguno para el Instituto Nacional de Vías, de acuerdo con procedimientos aceptados por el Interventor y a plena satisfacción de éste.

## 640.6 MEDIDA

---

La unidad de medida será el kilogramo (kg), aproximado al décimo de kilogramo, de acero de refuerzo para estructuras de concreto realmente suministrado y colocado en obra y debidamente aceptado por el Interventor. El resultado de la medida se deberá reportar con la aproximación establecida, empleando el método de redondeo de la norma INV E-823.

La medida no incluye el peso de soportes, separadores, silletas de alambre o elementos similares utilizados para mantener el refuerzo en su sitio; ni los empalmes adicionales a los indicados en los planos, que hayan sido autorizados por el Interventor, para conveniencia del Constructor.

Tampoco se medirá el acero específicamente estipulado para pago en otras unidades de obra del contrato.

Si se sustituyen barras a solicitud del Constructor y como resultado de ello se usa más acero del que se ha especificado, no se medirá la cantidad adicional.

La medida para barras se basará en la masa computada para los tamaños y longitudes de barras utilizadas, usando las masas unitarias indicadas en las Tablas 640 - 1 y 640 - 2.

La medida para malla de alambre será el producto del área en metros cuadrados de malla efectivamente incorporada y aceptada en la obra por su masa real en kilogramos por metro cuadrado ( $\text{kg/m}^2$ ), aproximado al kilogramo completo. El resultado de la medida se deberá reportar con la aproximación establecida, empleando el método de redondeo de la norma INV E-823.

No se medirán cantidades en exceso de las indicadas en los planos del proyecto o las ordenadas por el Interventor.

## **640.7 FORMA DE PAGO**

---

El pago se hará al precio unitario del contrato por toda obra ejecutada de acuerdo con esta especificación y aceptada a satisfacción por el Interventor.

El precio unitario deberá cubrir todos los costos por concepto de suministro, ensayos, transportes, almacenamiento, corte, desperdicios, doblamiento, limpieza, colocación y fijación del refuerzo y por toda mano de obra, materiales, patentes, equipos e imprevistos necesarios para terminar correctamente el trabajo, de acuerdo con los planos, con esta especificación y con las instrucciones del Interventor.

El precio unitario deberá incluir, también, todos los costos por concepto de elaboración de listas de despiece y diagramas de doblado cuando ellos no hayan sido suministrados, por el suministro e instalación de abrazaderas, separadores, silletas de alambre o cualquier otro elemento utilizado para sostener y mantener el refuerzo en su sitio, así como los de la señalización preventiva de la vía y el ordenamiento del tránsito automotor durante la ejecución de los trabajos y todo costo relacionado con la correcta ejecución de los trabajos especificados.

El precio unitario deberá incluir, también, la administración e imprevistos y la utilidad del Constructor.

No habrá lugar a pago separado por el acero de refuerzo para concreto colocado con el propósito de reemplazar estructuras de concreto que se deterioren o queden defectuosas o en el concreto que el Constructor haya utilizado para su conveniencia con o sin autorización del Interventor. Tampoco se pagará por separado el acero cuyo pago se haya estipulado en otras unidades de obra del Contrato, ni por los trabajos de soldadura que se autoricen para uniones soldadas en reemplazo de uniones traslapadas.

### 640.8 ÍTEM DE PAGO

---

640.1	Acero de refuerzo $f_y =$ ____ MPa	Kilogramo (kg)
640.2	Malla de refuerzo $f_y =$ ____ MPa	Kilogramo (kg)

*Nota: se deberá elaborar un ítem de pago para resistencia de acero que se especifique en el proyecto*

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVMS

## LÍNEAS DE DEMARCACIÓN Y MARCAS VIALES

### ARTÍCULO 700 – 13

#### 700.1 DESCRIPCIÓN

---

Este trabajo consiste en el suministro, almacenamiento, transporte y aplicación de pintura de tráfico o resina termoplástica de aplicación en caliente, reflectorizada con microesferas de vidrio para líneas y marcas viales sobre un pavimento, de acuerdo con las dimensiones y los colores que indiquen los planos del proyecto o establezca el Interventor.

#### 700.2 MATERIALES

---

Se podrán utilizar pinturas de aplicación en frío, resinas termoplásticas, materiales prefabricados de larga duración o plásticos de dos componentes de aplicación en frío que cumplan los requisitos de la norma NTC 1360. Si los documentos del proyecto no indican otra cosa, la selección del material por utilizar para un caso específico se hará de acuerdo con el criterio descrito en el numeral 700.4.1.

##### 700.2.1 Pintura de aplicación en frío

La pintura se clasifica en dos grupos: (i) de base de agua y (ii) de base de solventes.

El agua utilizada para la disolución de la pintura deberá poseer las condiciones mínimas especificadas por el fabricante; los solventes utilizados en pinturas deberán cumplir con la cantidad máxima indicada en la norma NTC 1102 de benceno, metanol y compuestos organoclorados.

Todo envase de pintura deberá estar rotulado según los requerimientos mínimos de la norma NTC 1360.



**700.2.1.1 Características de la pintura líquida****700.2.1.1.1 Color y estabilidad**

Blanco o amarillo, que cumplan los requerimientos de color y patrones indicados en la norma NTC 1360 o en la Tabla 700-1.

Tabla 700 – 1. Valores de color de pintura para demarcación de aplicación en frío

CARACTERÍSTICA	COLOR	
	AMARILLO	BLANCO
L	≥ 70	≥ 80
A	15 a 26	-0.3 a -2.2
b	≥ 72	2 a 6

El cambio de color  $\Delta E$  deberá ser, para pinturas blancas, máximo de 6 ( $\Delta E \leq 6$ ) y, para pinturas amarillas, máximo de 10 ( $\Delta E \leq 10$ ), cuando el tiempo de ensayo sea de 300 horas. La medición del color se deberá efectuar de acuerdo con la norma ASTM D 1535; la determinación de la estabilidad del color después de realizar el ensayo se hará de acuerdo con la norma ASTM G 154 y la diferencia de color se calculará de acuerdo con la norma ASTM D 2244.

**700.2.1.1.2 Composición**

- Pigmento: entre cincuenta y sesenta por ciento (50 % - 60 %), en masa.
- Agentes de unión: entre cuarenta y cincuenta por ciento (40 % - 50 %), en masa.
- Ligante: copolímero acrílico de bajo peso molecular y liberación rápida de solventes.

Se podrán emplear otras composiciones, siempre y cuando las pinturas acabadas cumplan las exigencias de la presente especificación.

**700.2.1.1.3 Tiempo de secado**

- Al tráfico: máximo treinta (30) minutos, sin transferencia de pintura a ninguna de las llantas de un vehículo.
- No "pick up": tiempo menor o igual a quince (15) minutos para capas de treinta y ocho centésimas de milímetro (0.38 mm o 15 mils), a una temperatura de veinte más o menos dos grados Celsius ( $20 \pm 2^\circ \text{C}$ ) y una humedad relativa de sesenta más o menos cinco por ciento ( $60\% \pm 5\%$ ).

Se considera tiempo de secado no "pick up" cuando una película de pintura ha llegado a una fase donde no se adhiere a la cubierta de un neumático que pase sobre ella; el ensayo se hace de acuerdo con el método de la norma ASTM D 711.

**700.2.1.1.4 Viscosidad**

Deberá estar comprendida entre setenta y cinco y noventa y cinco (70 y 95) unidades Krebs, a una temperatura de veinticinco grados Celsius ( $25^\circ \text{C}$ ). Esta determinación se hará según la norma NTC 559.

**700.2.1.1.5 Contenido de agua**

Para pinturas en base de solventes diferente al agua, no mayor del medio por ciento (0.5%), en masa, para pinturas en disolución.

**700.2.1.1.6 Masa unitaria**

La masa unitaria de la pintura a una temperatura de veinticinco grados Celsius ( $25^\circ \text{C}$ ) deberá corresponder a la indicada por el fabricante; no podrá variar en más de 0.05 g/ml de la especificada. El ensayo se realizará de acuerdo con la norma NTC 561.

**700.2.1.1.7 Conservación en el envase.**

La pintura seleccionada para homologación, al cabo de seis (6) meses de la fecha de fabricación, habiendo permanecido al interior y con temperatura entre cinco y treinta y cinco grados Celsius ( $5^{\circ}\text{C}$  y  $35^{\circ}\text{C}$ ), no deberá presentar sedimentación excesiva en envase lleno y recientemente abierto. Se deberá poder dispersar a un estado homogéneo por agitación con espátula, después de lo cual no deberá presentar coágulos, natas, depósitos duros, ni separación de color. En todo cuñete o envase de pintura deberá aparecer la marca del fabricante y la fecha de producción. No se aplicarán pinturas con más de un año de elaboración o sin etiqueta de fecha de producción.

**700.2.1.1.8 Estabilidad en envase lleno**

La pintura no deberá aumentar su consistencia o viscosidad en más de diez (10) unidades Krebs, para pinturas en base en agua, y en más de cinco (5) unidades Krebs, para pinturas en base en solventes.

El ensayo que se utilizará para evaluar esta variación, será el indicado en la norma NTC 845-2.

**700.2.1.1.9 Estabilidad a la dilución**

La pintura deberá permanecer estable y homogénea, sin originar coagulaciones ni precipitados, cuando se diluya una muestra de ochenta y cinco centímetros cúbicos ( $85\text{ cm}^3$ ) de la misma con quince centímetros cúbicos ( $15\text{ cm}^3$ ) de toluol o del disolvente indicado por el fabricante, si explícitamente éste así lo indica.

Los ensayos de estabilidad se realizarán según la norma MELC 12.77.

**700.2.1.1.10 Propiedades de aplicación**

La pintura será formulada y procesada específicamente para ser usada como ligante de microesferas, en tal forma que se produzca el máximo de adhesión, refracción y reflexión.

Cualquier acción capilar de la pintura deberá ser lo suficientemente pequeña para que no produzca cubrimiento total de las esferas de mayor tamaño.

La pintura deberá ser de aplicación fácil y uniforme mediante equipos mecánicos de demarcación y deberá tener excelentes propiedades de cubrimiento, según la norma MELC 12.03.

**700.2.1.1.11 Finura**

La pintura deberá ser bien mezclada durante el período de manufactura y los pigmentos que se incorporen serán adecuadamente pulverizados, con una finura de dispersión en unidades Hegman de tres (3), de acuerdo a la norma NTC 557.

**700.2.1.1.12 Contenido de dióxido de titanio**

La pintura de color blanco deberá tener, como mínimo, un diez por ciento (10 %) de contenido en masa de pigmento de dióxido de titanio, determinado según la norma NTC 1323. El porcentaje en masa de dióxido de titanio no diferirá en más de dos por ciento ( $\pm 2\%$ ) del valor indicado por el fabricante.

**700.2.1.1.13 Contenido en sólidos. (Materia no volátil)**

El porcentaje en volumen o masa de materia no volátil no podrá ser menor de lo indicado en la Tabla 700-2. La determinación se realizará de acuerdo con las normas NTC 1786 y NTC 1227, respectivamente.

Tabla 700 – 2. Contenido mínimo de sólidos

PINTURA	CONTENIDO DE SÓLIDOS EN VOLUMEN (VOL/VOL)	CONTENIDO DE SÓLIDOS EN MASA (MASA/MASA)
Base de agua, mínimo (%)	60	70
Base solvente, mínimo (%)	50	60
Norma de ensayo	NTC 1786	NTC 1227

El porcentaje en masa de materia no volátil no diferirá en más de dos por ciento ( $\pm 2\%$ ) del valor indicado por el fabricante.

#### 700.2.1.1.14 Contenido en ligante

Realizado el ensayo según la norma UNE 48-238, el porcentaje en masa de ligante no diferirá en más de dos por ciento ( $\pm 2\%$ ) del valor indicado por el fabricante.

### 700.2.1.2 Características de la pintura seca

#### 700.2.1.2.1 Aspecto

Después de aplicada la pintura en una lámina de vidrio y dejándola secar durante veinticuatro (24) horas a veinte más o menos dos grados Celsius ( $20 \pm 2^\circ\text{C}$ ) y sesenta más o menos cinco por ciento ( $60 \pm 5\%$ ) de humedad relativa, tendrá aspecto uniforme, sin granos, ni desigualdades en el tono del color y con brillo satinado (cáscara de huevo).

#### 700.2.1.2.2 Color

Al secarse sobre la superficie de un pavimento, la pintura no se deberá oscurecer con la acción del sol, ni presentar decoloración apreciable con el tiempo.

Una película delgada de pintura, esparcida en una placa de vidrio y dejada secar completamente, no se deberá oscurecer ni tampoco decolorarse cuando se

la someta a la acción de los rayos ultravioleta por un período de sesenta (60) minutos.

#### **700.2.1.2.3 Flexibilidad**

La pintura, aplicada en espesor de ocho centésimas de milímetro (0.08 mm), no deberá presentar desprendimiento ni agrietamiento al doblar la muestra sobre un eje de nueve y medio milímetros (9.5 mm) de diámetro, veinticuatro horas (24 h) después de aplicada y mantenida en este lapso de manera horizontal a una temperatura de veinticinco grados Celsius (25° C) y una humedad relativa de cincuenta por ciento (50 %).

#### **700.2.1.2.4 Adherencia**

Al secarse sobre el pavimento de una vía, cuarenta y ocho (48) horas después de aplicada, la pintura deberá constituir una capa con fuerte adherencia, sin desprenderse cuando se trate de levantar con la uña.

#### **700.2.1.2.5 Sangrado**

La relación de contraste será mínimo de 0.9 y el ensayo se hará de acuerdo con la norma ASTM D 868.

#### **700.2.1.2.6 Resistencia a la inmersión en agua**

Al preparar una muestra de pintura, de acuerdo con la norma ASTM D 870 y después de veinticuatro (24) horas de inmersión a temperatura ambiente, ésta no deberá presentar ningún cuarteamiento, desprendimiento, hinchazón, decoloración o arrugas.

#### **700.2.1.2.7 Resistencia a los álcalis**

Al aplicar la pintura con un espesor de película seca de quince centésimas de milímetro (0.15 mm), sobre

una placa de vidrio preparada adecuadamente para tal efecto, dejándola secar durante setenta y dos (72) horas a una temperatura de veinte más o menos dos grados Celsius ( $20 \pm 2^\circ \text{C}$ ), y sesenta más o menos cinco por ciento de humedad relativa ( $60 \% \pm 5 \%$ ), colocándola luego en una solución saturada de hidróxido de calcio y después de dieciocho (18) horas de inmersión a temperatura ambiente y de dos (2) horas de recuperación fuera de ésta, no deberá presentar cuarteamiento, ampollamiento, perforaciones diminutas (punta de alfiler), desprendimientos, arrugas, ni decoloración.

#### **700.2.1.2.8 Resistencia a la abrasión**

Una capa de pintura húmeda de seis décimas de milímetro (0.6 mm) deberá resistir al secarse, como mínimo, la caída libre de cien decímetros cúbicos ( $100 \text{ dm}^3$ ) para pinturas en base de agua u ochenta decímetros cúbicos ( $80 \text{ dm}^3$ ) para pinturas en base de solventes del abrasivo dióxido de aluminio, desde una altura de noventa y un centímetros con cuarenta y cuatro centésimas (91.44 cm) sin que se produzca en ella una zona desgastada de forma elíptica de cuatro milímetros (4 mm) de diámetro o mayor. El ensayo se realiza de acuerdo con la norma IRAM 1221.

### **700.2.2 Resina termoplástica**

#### **700.2.2.1 Color**

Blanco o amarillo, definidos por las coordenadas cromáticas del Sistema Colorimétrico Estándar CIE 1931, según la Tabla 700-3.

#### **700.2.2.2 Composición**

La composición de las resinas termoplásticas blanca y amarilla deberá cumplir lo relacionado en la Tabla 700-4.

Tabla 700 – 3. Coordenadas cromáticas de color para resina termoplástica

COLOR	COORDENADAS CROMÁTICAS								FACTOR DE LUMINANCIA	
	1		2		3		4		Demar- cación	Labora- torio
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y		
Blanco	0.355	0.355	0.305	0.305	0.285	0.325	0.335	0.375	> 0,30	> 84
Amarillo	0.494	0.427	0.545	0.455	0.465	0.535	0.427	0.483	> 0.20	> 40

Tabla 700 – 4. Composición de resinas termoplásticas blanca y amarilla

ELEMENTO	COLOR	
	BLANCO	AMARILLO
Aglutinante	≥ 18 %	≥ 18 %
Dióxido de titanio	≥ 10 %	0
Microesferas de premezclado	≥ 25 %	≥ 25 %
Pigmento amarillo	0	≥ 4 %

#### 700.2.2.3 Masa unitaria

La masa unitaria del material, después de su fusión, será de dos más o menos dos décimas de kilogramo por litro ( $2.0 \pm 0.2$  kg/l). La determinación se hará de acuerdo con la norma ASTM D 70.

#### 700.2.2.4 Punto de ablandamiento

El punto de ablandamiento, determinado por el método de anillo y bola según la norma INV E-712, no será inferior a ciento cinco grados Celsius ( $105^{\circ}$  C).

#### 700.2.2.5 Resistencia al flujo

La disminución en la altura del cono de material termoplástico, después de haber sido sometido a una temperatura de sesenta más o menos dos grados Celsius ( $60 \pm 2^{\circ}$  C) durante veinticuatro (24) horas, no será mayor del dos por ciento (2 %), según las normas UNE 135-223 o MELC 12.131.



**700.2.2.6 Temperatura de inflamación**

El material termoplástico se funde en un baño de aceite a ciento ochenta grados Celsius (180° C), homogeneizándolo mediante agitación durante al menos dos (2) horas. Una vez lograda la perfecta homogeneidad y fluidez de la muestra, se vierte en el vaso abierto de Cleveland de manera que la parte inferior de su menisco quede a un (1) centímetro de la marca de llenado, con el fin de prevenir desbordamientos del material durante el posterior calentamiento en la realización del ensayo. Si se añade un exceso de muestra, se puede eliminar con una espátula o cucharilla en caliente.

Realizado el ensayo en el vaso abierto de Cleveland, según las normas MELC 12.133, UNE 104-281 o ASTM D 92, la temperatura de inflamación no será inferior a doscientos cincuenta grados Celsius (250° C).

**700.2.2.7 Factor de luminancia**

Empleando un observador patrón 2°, una geometría de medida 45/O y una fuente de luz de distribución espectral como la dada por el iluminante D65, el valor del factor de luminancia (B) será al menos de ochenta centésimas (0.80) para el color blanco y cuarenta centésimas (0.40) para el color amarillo (normas UNE 48-073/2 o ISO 7724/2 o ASTM E97).

**700.2.2.8 Estabilidad al calor**

El valor del factor de luminancia después de mantener el material a una temperatura de doscientos más o menos dos grados Celsius ( $200 \pm 2^\circ \text{C}$ ) durante seis (6) horas con agitación continua, no variará en más de 3 centésimas (0.03). (Norma BS 3262-1).

**700.2.2.9 Envejecimiento artificial acelerado**

Se preparan dos probetas aplicando una película de material mediante un extendedor adecuado, a un rendimiento aproximado de dos mil seiscientos gramos por metro cuadrado (2,600 g/m<sup>2</sup>), sobre un recipiente de aluminio de

ciento cincuenta milímetros (150 mm) por setenta y cinco milímetros (75 mm), por seiscientos veinticinco milímetros (625 mm), previamente desengrasado con disolvente; se dejan secar durante siete (7) días, en posición horizontal a una temperatura de veintitrés más o menos cinco grados Celsius ( $23 \pm 5$  ° C) y cincuenta más o menos cinco por ciento ( $50 \% \pm 5 \%$ ) de humedad relativa, protegidas de la radiación solar y del polvo, midiéndose inmediatamente, antes de comenzar este ensayo, su color y factor de luminancia sobre la superficie exterior de la película (norma ASTM G 154). Realizado el ensayo durante ciento sesenta y ocho (168) horas, en ciclos de ocho (8) horas de radiación UV de longitud de onda comprendida entre doscientos ochenta (280) nm y trescientos diez y seis (316) nm a sesenta más o menos tres grados Celsius ( $60 \pm 3$  ° C) y cuatro (4) horas de condensación a cincuenta más o menos dos grados Celsius ( $50 \pm 2$  ° C), no se deberá producir un aumento o una disminución en el factor de luminancia superior a cinco centésimas respecto al valor original. Por otra parte, el material aplicado después del ensayo y observado dos (2) horas después de su aplicación, no presentará defecto superficial alguno. (Normas UNE 48-251 o ASTM D 4587).

#### **700.2.2.10 Resistencia a la abrasión**

Aplicado el material con un rendimiento tal que permita obtener un espesor de un milímetro (1 mm) y ensayada la muestra con un abrasímetro Taber con ruedas calibradas tipo H-22, con una masa de quinientos gramos (500 g) y en húmedo, no se deberá producir una pérdida de masa mayor de doscientos cincuenta miligramos (250 mg) al cabo de cien (100) revoluciones.

#### **700.2.3 Microesfera de vidrio**

##### **700.2.3.1 Características**

###### **700.2.3.1.1 Naturaleza**

La microesfera de vidrio deberá ser de tal naturaleza que permita su incorporación a la pintura inmediatamente después de aplicada, de modo que

su superficie se pueda adherir firmemente a la película de pintura y su retroreflexión sea satisfactoria para las líneas y demás marcas viales.

#### **700.2.3.1.2 Microesferas defectuosas**

Las microesferas deberán ser transparentes e incolores, libres de defectos y de material extraño; no deberán tener ninguna lechosidad, ni contener nubes ni burbujas de aire que puedan afectar su funcionamiento. Un máximo de tres por ciento (3 %) podrán estar rayadas, quebradas o con partículas de vidrio angulares, en una muestra de diez gramos (10 g) al ser extendida formando una capa delgada sobre un papel bond blanco y tomando tres (3) muestras de cien (100) microesferas al azar, examinadas con un microscopio con aumento 20X provisto de un analizador de luz polarizada. El porcentaje de microesferas defectuosas se calculará a partir del promedio de los resultados de tres (3) ensayos.

La cantidad máxima de microesferas de vidrio defectuosas (ovoides, deformadas, con bolsas gaseosas, con germinados) deberá ser de veinticinco por ciento (25 %). La determinación se hará de acuerdo con la norma UNE 135-282-94.

#### **700.2.3.1.3 Composición**

Las microesferas de vidrio deberán contener un mínimo de sesenta y cinco por ciento (65 %) de sílice y estar libres de plomo, excepto como impureza no superior a tres por ciento (3 %), en masa, de la cantidad total.

#### **700.2.3.1.4 Índice de refracción**

El índice de refracción de las microesferas de vidrio se determina usando el método de inmersión en líquido con una fuente de luz blanca, a una temperatura de veinticinco grados Celsius (25° C).

Las microesferas deberán tener un índice de refracción mínimo de uno y medio (1.50). La medición se hará de acuerdo con la norma MELC 12.31

#### **700.2.3.1.5 Densidad**

La densidad de las microesferas de vidrio deberá estar en el rango entre dos gramos con tres décimas y dos gramos con seis décimas por centímetro cúbico (2.3 a 2.6 g/cm<sup>3</sup>).

#### **700.2.3.1.6 Granulometría**

La granulometría de las microesferas de vidrio deberá estar dentro de los límites dados en las Tablas 700-5 y 700-6.

Si los documentos del proyecto así lo consideran, o si el Constructor propone una granulometría particular para obtener los valores de reflectividad exigidos, se puede emplear una granulometría diferente con la autorización del Interventor, previos los análisis de resultados de pruebas de campo y laboratorio.

#### **700.2.3.1.7 Resistencia a la fractura**

La microesfera de vidrio deberá presentar una resistencia mínima a la fractura así:

- Para las microesferas de vidrio retenidas en el tamiz de 600 µm (No. 30): ciento setenta y ocho newton (178.0 N).
- Para las microesferas que pasen el tamiz de 600 µm (No.30) y que queden retenidas en el tamiz de 425 µm (No. 40): ciento treinta y tres newton y cinco décimas (133.5 N).

Tabla 700 – 5. Límites de granulometría de esferas de postmezclado o tipo drop-on para pintura y resina termoplástica

TIPO DE GRADACIÓN	TAMIZ (mm / U.S. Standard)						
	1.180	0.850	0.600	0.425	0.300	0.180	0.150
	No. 16	No. 20	No. 30	No. 40	No. 50	No. 80	No. 100
% PASA							
Tipo A	100	75-95	65-95	-	15-35	-	0-5
Tipo B	-	100	75-95	30-60	10-25	0-5	-

*Nota: Tipo B, para pintura de aplicación en frío.*

Tabla 700 – 6. Límites de granulometría de esferas de premezclado o tipo premix para resina termoplástica

GRADACIÓN	TAMIZ (mm / U.S. Standard)		
	1.180	0.850	0.425
	No. 16	No. 20	No. 40
	% PASA		
	97-100	90-100	0-20

#### 700.2.3.1.8 Resistencia a la humedad

Las microesferas deberán fluir libremente al ser ensayadas con el siguiente procedimiento: en una probeta de cincuenta centímetros cúbicos (50 cm<sup>3</sup>) se colocan cien gramos (100 g) de microesferas; luego se vierte cuidadosamente agua destilada hasta cubrirlas con una lámina de dos y medio centímetros (2.50 cm), dejando reposar el sistema durante cinco (5) minutos.

Luego, se vierten las microesferas en un embudo de cristal de doce centímetros y siete décimas (12.7 cm) de diámetro, con un cañón de diez centímetros (10 cm) de longitud, orificios de entrada y salida de once centímetros y una décima (11.1 cm) de diámetro. Puede ser necesario golpear levemente el embudo para iniciar el flujo de las microesferas.

#### 700.2.3.1.9 Embalaje e identificación

Las microesferas de vidrio se deberán empaquetar en bolsas plásticas o de papel de veinticinco kilogramos (25 kg). Cada bolsa deberá contener, en la parte externa, la siguiente información:

- Tipo de microesfera de vidrio.
- Nombre y dirección del fabricante.
- Fecha de fabricación.
- Identificación de fabricación (número de lote).
- Indicación de los tratamientos químicos especiales, en caso de tenerlos.
- Cantidad contenida en el saco, en kilogramos.
- Recomendaciones sobre bodegaje y arrume máximo.
- Recomendaciones de aplicación.

#### 700.2.3.1.10 Propiedades de aplicación

Cuando se apliquen las microesferas de vidrio sobre la pintura, para convertirla en reflexiva por el sistema de postmezclado, con dosificaciones aproximadas de trescientos setenta gramos por metro cuadrado (370 g/m<sup>2</sup>) de microesferas y seiscientos sesenta gramos por metro cuadrado (660 g/m<sup>2</sup>) de pintura, las microesferas de vidrio fluirán libremente de la máquina dosificadora y la retrorreflexión deberá ser satisfactoria para la señalización, de acuerdo al numeral 700.5.2.3.

#### 700.2.4 Otros tipos de materiales

Los requisitos sobre características, dosificación, instalación o ejecución de los trabajos, control y recibo de otros tipos de materiales como plásticos en frío y cintas preformadas empleados en la demarcación de

calles y carreteras, serán los establecidos en las normas NTC 4744-1, NTC 4744-2, NTC 4744-3, NTC 4744-4 o normas que apliquen en cada caso específico y deberán ser objeto de una especificación particular.

### **700.3 EQUIPO**

---

La pintura de líneas y la elaboración de marcas viales se deberán realizar con un equipo que cumpla lo especificado en la norma NTC 4744-2 en lo referente a este particular y en cada uno de sus puntos.

Se deberá disponer, además, de un camión con capacidad igual o superior a cinco (5) toneladas, adecuado para el transporte de los materiales hasta los frentes de trabajo, lo mismo que las señales verticales de tránsito, conos y barricadas necesarias para informar a los usuarios sobre el cierre de la vía o para restringir la velocidad de circulación cuando se pinta con vía abierta.

### **700.4 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS**

---

#### **700.4.1 Selección del material de demarcación por utilizar**

Se utilizarán resinas termoplásticas, materiales prefabricados de larga duración o plásticos de dos componentes de aplicación en frío, en la demarcación de carreteras con superficie de calzada en buen estado y tránsito promedio diario superior a cinco mil vehículos (> 5000 veh). Igualmente, se deberán utilizar estos materiales en las líneas centrales de carreteras de tipo montañoso en buen estado, con tránsito promedio diario superior a dos mil quinientos vehículos (> 2500 veh). Las demás demarcaciones se harán con pinturas de aplicación en frío.

#### **700.4.2 Preparación de la superficie**

La superficie que va a recibir el material de demarcación deberá estar seca y libre de polvo, grasa, aceite y otras sustancias extrañas que afecten la adherencia del recubrimiento. La limpieza se efectuará por cualquier procedimiento que resulte aceptable para el Interventor.

Si la superficie presenta defectos o huecos notables, se corregirán los primeros y se rellenarán los segundos con materiales de la misma naturaleza que los de aquella, antes de proceder a la aplicación de la pintura.

Cuando las líneas o marcas viales vayan a ser realizadas sobre un pavimento de concreto hidráulico, se deberán eliminar de la zona de colocación todos aquellos materiales utilizados en el proceso de curado del concreto que aún se encuentren sobre la superficie.

El material de demarcación se aplicará sobre superficies rugosas que faciliten su adherencia; por lo tanto, aquellas superficies excesivamente lisas de morteros o concretos se tratarán previamente mediante chorros de arena, frotamiento en seco con piedra abrasiva de arenilla gruesa o solución de ácido clorhídrico al cinco por ciento (5 %), seguida de posterior lavado con agua.

Las superficies de morteros o concretos hidráulicos que presenten eflorescencias se humedecerán con agua, aplicando a continuación, con una brocha, una solución de ácido clorhídrico al veinte por ciento (20 %) y frotando, pasados cinco (5) minutos, con un cepillo de cerdas de acero; finalmente, se lavarán con bastante agua para remover el ácido.

Antes de iniciar las operaciones de demarcación, el Constructor efectuará un cuidadoso replanteo que garantice, con los medios de demarcación de que disponga, una perfecta terminación. En caso de no tener un mejor sistema de referencia, se deberá crear una guía de referencia con puntos de 30 mm de diámetro espaciados preferiblemente cada 0.50 metros y máximo entre 5 y 10 metros, en curva y recta respectivamente, los cuales se realizarán con la misma pintura con la que se ejecutará el trabajo.

Cuando la demarcación vaya a ser aplicada sobre superficies previamente pintadas o demarcadas, el Constructor propondrá el tipo de tratamiento que ejecutará sobre ellas para garantizar la adherencia con el material nuevo, el cual se deberá someter a estudio y aceptación por parte del Interventor. Si es necesario retirar la pintura o cualquier otro material antiguo, éste deberá ser raspado o fresado por un medio aprobado por el Interventor, barriéndose a continuación el material desprendido.

En el caso de los pavimentos de concreto, si el factor de luminancia del pavimento fuese superior a quince centésimas (0.15), evaluado de acuerdo con la norma UNE-EN 1436, se deberá rebordear la línea por aplicar con un material apropiado de color negro, a ambos lados y con un ancho aproximadamente igual a la mitad (1/2) del correspondiente a la línea de demarcación.



### 700.4.3 Dosificación

#### 700.4.3.1 Pintura de aplicación en frío

La pintura se deberá aplicar longitudinalmente a lo largo de la vía, en un ancho de doce centímetros (12 cm), empleándose entre cincuenta y tres y cincuenta y seis (53 y 56) litros de pintura por kilómetro de línea efectiva aplicada, para obtener un espesor húmedo de treinta y ocho centésimas de milímetro (0.38 mm o 15 mils); las microesferas se aplicarán a razón de ochocientos cuarenta gramos por litro (840 g/l) de pintura.

El Constructor someterá a estudio y aprobación del Interventor el sistema de aplicación de las microesferas de vidrio; éstas se puede aplicar a presión o por gravedad, teniéndose en cuenta que la contracción que se presenta en el ancho de la lámina de la microesfera, cuando se aplica de la segunda forma, no sea menor que el ancho de la línea a demarcar, que la cantidad de microesfera sea homogénea en todo el ancho de la línea, que en ningún momento haya deficiencia en los extremos ni exceso en la parte central de la línea y que, cuando se aplica línea intermitente, caigan microesferas en toda la longitud de ella.

Cuando las microesferas se aplican a presión, se deberá regular la fuerza del compresor de manera tal que se quede la mayor cantidad de este producto atrapada sobre la pintura húmeda.

#### 700.4.3.2 Resina termoplástica

La resina termoplástica se debe aplicar longitudinalmente a lo largo de la vía por extrusión o pulverización y empleando entre seiscientos venticinco y seiscientos setenta y cinco gramos (625 – 675 g) por línea aplicada, para obtener un espesor seco de dos milímetros y 3 décimas de milímetro (2.3 mm o 90 mils); las microesferas se aplicarán a razón de novecientos más o menos cincuenta gramos por metro cuadrado ( $900 \pm 50 \text{ g/m}^2$ ) de resina termoplástica aplicada. Esta dosificación variará proporcionalmente de acuerdo con el ancho de la línea y el espesor de la película.

#### **700.4.4 Cierre de la vía al tránsito**

El Constructor, en coordinación con la Policía de Carreteras, llevará a cabo los cierres de la vía que sean necesarios para garantizar la seguridad de las operaciones de aplicación y el tiempo de secado de la pintura, instalando la señalización temporal requerida de manera aceptable para el Interventor. Cuando el volumen de tránsito es superior a mil vehículos por día (>1000 vehículos por día) y se va a restringir la circulación, se deberán programar, en coordinación con la Oficina de Comunicaciones del Instituto Nacional de Vías, cierres máximos de dos (2) horas con intermedios de una (1) hora de circulación normal e informar por medios de comunicación hablados y escritos sobre esta situación, tres (3) días hábiles antes de iniciar las labores.

#### **700.4.5 Aplicación de los materiales**

##### **700.4.5.1 Pintura de aplicación en frío**

La pintura y las microesferas de vidrio se deberán suministrar ya preparadas y listas para su empleo y no se les deberá agregar ni quitar ningún componente en el sitio de los trabajos.

Únicamente podrán ser usados los tipos de disolventes especificados por el fabricante de la pintura de tráfico. Es admisible un máximo de tres por ciento (3 %) en volumen, para facilitar el flujo de la pintura por las pistolas; los disolventes nunca aplicarán con el fin de rendir la pintura.

La pintura se deberá aplicar de manera homogénea, de tal manera que no haya excesos ni deficiencias en ningún punto; deberá formar una película uniforme, sin arrugas, ampollas o bolsas de aire.

Las microesferas se deberán dispersar uniformemente en la película de pintura fresca, la cual deberá ligarlas para lograr la máxima adhesión y agarre de ellas, pero sin afectar sus grados de refracción y reflexión.

**700.4.5.2 Resina termoplástica**

La resina termoplástica y las microesferas de vidrio se deberán suministrar ya preparadas y listas para su empleo y no se les deberá agregar ni quitar ningún componente en el sitio de los trabajos.

La resina termoplástica se deberá aplicar de manera homogénea, de forma que no haya excesos ni deficiencias en ningún punto, formando una película uniforme sin arrugas, ampollas o bolsas de aire.

Las microesferas de vidrio se deberán dispersar uniformemente sobre la película de resina en estado líquido, la cual deberá ligarlas para lograr la máxima adhesión y agarre de ellas, pero sin afectar sus grados de refracción y reflexión.

**700.4.5.3 Consideraciones adicionales**

Toda demarcación que no resulte satisfactoria para el Interventor en cuanto a acabado, alineamiento longitudinal y reflectividad deberá ser corregida o removida por el Constructor mediante fresado o algún otro procedimiento apropiado, sin costo para el Instituto Nacional de Vías. En ningún evento se deberá utilizar pintura negra de tráfico para tapar la demarcación defectuosa.

Igual tratamiento se deberá dar a toda la demarcación colocada en forma diferente a los planos o las instrucciones del Interventor y que, a juicio de éste, pueda generar confusión o inseguridad a los usuarios de la vía.

El Constructor deberá remover, sin costo alguno para el Instituto Nacional de Vías, toda pintura, resina termoplástica o cualquier otro material utilizado que presente problemas de adherencia con la superficie.

**700.4.6 Limitaciones en la ejecución**

No se permitirá la aplicación de pintura en frío en instantes de lluvia, ni cuando la temperatura ambiente, a la sombra, sea inferior a cinco grados Celsius (5° C).

No se permitirá la aplicación de resina termoplástica en instantes de lluvia, ni cuando la temperatura ambiente sea inferior a doce grados Celsius (12° C) o cuando la temperatura del pavimento sea inferior a nueve grados Celsius (9° C). La temperatura de calentamiento del termoplástico no deberá exceder de doscientos treinta y dos grados Celsius (232° C) y nunca se podrá mantener su temperatura por encima de doscientos cuatro grados Celsius (204° C) durante más de seis horas; el material termoplástico se podrá recalentar, como máximo, tres (3) veces.

Cuando se aplique material termoplástico sobre concreto hidráulico o sobre un pavimento asfáltico con agregados expuestos, se deberá aplicar, previamente, un imprimante para mejorar el enlace de unión entre el pavimento y el termoplástico.

No se deberá aplicar termoplástico cuando haya humedad en el pavimento. Para determinar su existencia, se deberá hacer la siguiente prueba: pegar en la superficie del pavimento, con cinta de enmascarar o cualquier otro tipo de cinta, un trozo de plástico delgado de aproximadamente cincuenta centímetros cuadrados (50 cm<sup>2</sup>), teniendo cuidado de sellar todos los bordes. Después de quince (15) minutos se examinan el plástico y la vía y, si hay agua condensada en alguno de ellos, se considerará que el pavimento está húmedo.

Tampoco se podrán aplicar elementos de demarcación cuando el viento sea muy fuerte, igual o superior a 25 kilómetros por hora ( $\geq 25$  Km/h), a menos que el Constructor utilice barreras u otros dispositivos que disminuyan la velocidad del viento en la zona de aplicación y, en el caso de la pintura, cuando la temperatura de la superficie a demarcar sea superior a cuarenta grados Celsius ( $> 40^{\circ}$  C), a no ser que el fabricante de la pintura recomiende su aplicación a estas temperaturas.

No se permitirá la colocación de las líneas de demarcación o de marcas viales en áreas agrietadas de pavimento, con desplazamientos o donde existan fallas del material de la base subyacente.

**700.4.7 Apertura al tránsito**

Las superficies demarcadas deberán ser protegidas de la acción de cualquier tipo de tránsito hasta el instante en que el recubrimiento se encuentre perfectamente seco. Dicho instante será definido por el Interventor.

**700.4.8 Manejo ambiental**

Todas las labores de ejecución de líneas de demarcación y marcas viales se realizarán teniendo en cuenta lo establecido en los estudios o evaluaciones ambientales del proyecto y las disposiciones vigentes sobre la conservación del medio ambiente y de los recursos naturales.

**700.5 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS**

---

**700.5.1 Controles**

Durante la ejecución de los trabajos, se adelantarán los siguientes controles principales:

- Verificar el estado y funcionamiento de todo el equipo utilizado por el Constructor.
- Verificar la instalación de la señalización temporal para informar del cierre parcial de la vía o de la restricción de la velocidad de circulación, cuando la demarcación se hace con vía abierta.
- Comprobar que los materiales cumplan los requisitos de calidad exigidos en el numeral 700.2.
- Comprobar que los materiales se apliquen uniformemente y en los sitios previstos.
- Verificar la adhesión, el acabado y la reflectividad de la pintura colocada.
- Verificar como mínimo: (i) el alineamiento de las marcas viales cada dos kilómetros; (ii) el ancho de la línea cada kilómetro, y (iii) la separación entre líneas y ancho de carriles cada cinco kilómetros; o en los sitios que lo considere pertinente el Interventor.

- Verificar el cumplimiento sobre las distancias de prohibido adelantamiento, en curvas verticales y horizontales y en zonas con esta restricción en tramo recto, donde la distancia de visibilidad de adelantamiento sea mayor que la distancia de visibilidad del sector. Para ello, se le deberán indicar claramente al Constructor las velocidades de operación en cada uno de los sectores, para poder hacer estas mediciones de acuerdo con lo expresado en el "Manual de Señalización Vial" publicado por el Ministerio de Transporte de Colombia.

El Interventor medirá, para efectos de pago, el trabajo correctamente ejecutado de acuerdo con los planos, esta especificación y las instrucciones de Interventor.

## **700.5.2 Condiciones específicas para el recibo y tolerancias**

### **700.5.2.1 Acabado**

#### **700.5.2.1.1 Pintura de aplicación en frío**

Las líneas serán razonablemente uniformes y libres de irregularidades. La uniformidad se determinará tomando muestras sobre láminas galvanizadas rectangulares de calibre No. 16 de diez centímetros (10 cm) por quince centímetros (15 cm), las cuales se colocarán cada quinientos metros (500 m). Cuando se hace la toma de la muestra, se interrumpe la pistola de aplicación de microesfera. Inmediatamente, estando húmeda la pintura, con una galga (micrómetro para medir espesores húmedos de pintura) se medirá el espesor aplicado.

Las cantidades de pintura y de microesferas aplicadas se determinarán tomando muestras sobre láminas galvanizadas rectangulares de calibre No. 16 de quince centímetros (15 cm) por veinticinco centímetros (25 cm), las cuales se colocarán cada cinco mil metros (5000 m).

La muestra de pintura con microesferas, seca, se colocará dentro de un disolvente que deshaga la pintura. Al tamizar el material disuelto en el tamiz

de setenta y cinco micras (75  $\mu\text{m}$  o No. 200), quedan atrapadas las microesferas aplicadas. Conociendo la masa de la lámina galvanizada, la masa total de ésta con pintura y microesferas, la densidad, el contenido de sólidos y el área de pintura en la lámina, se determinará la cantidad real de pintura y de microesferas aplicadas en las líneas o marcas viales.

La toma de la muestra se realizará cuando el vehículo esté aplicando pintura y microesferas de vidrio a la vez. En seguida, se tomará una muestra de medio litro (0.5 l) de la pintura que está saliendo por la pistola. De la muestra de pintura líquida se determinarán en el laboratorio la densidad y el contenido de sólidos.

#### **700.5.2.1.2 Resinas termoplásticas**

Las cantidades y uniformidad de termoplástico y microesferas aplicados se determinarán tomando muestras sobre láminas galvanizadas rectangulares de calibre No. 16 de quince centímetros (15 cm) por veinticinco centímetros (25 cm), las cuales se colocarán cada cinco mil metros (5000 m).

Se atenderán los demás requisitos establecidos en este Artículo y los especificados en la norma NTC 4744-4.

#### **700.5.2.2 Dimensiones y tolerancias**

- Las franjas que correspondan a las denominadas marcas longitudinales en el "Manual de señalización vial" publicado por el Ministerio de Transporte de Colombia deberán tener un ancho mínimo de doce centímetros (12 cm).
- Las demás marcas deberán tener las dimensiones y separaciones que se indiquen en los planos del proyecto, las cuales deberán estar de acuerdo con lo que indique el "Manual de señalización vial" publicado por el Ministerio de Transporte de Colombia.

- El espesor mínimo de película húmeda de pintura será de 0.38 mm (15 mils) y, para el caso de resinas termoplásticas, de 2.3 mm (90 mils).
- Las longitudes de segmentos y espacios tendrán una relación de longitudes de 3 a 5. Serán de cuatro metros y medio (4.5 m) y siete metros y medio (7.5 m), respectivamente, en zona rural y de tres metros (3.0 m) y cinco metros (5.0 m), respectivamente, en zona urbana.
- La desviación máxima permitida (flecha), en cualquier tramo en línea recta, será de cinco centímetros (5 cm) en una distancia de cincuenta metros (50 m).
- Se atenderán las demás disposiciones del "Manual de señalización vial" publicado por el Ministerio de Transporte de Colombia y las de la norma NTC 4744-4.

#### 700.5.2.3 Reflectividad

A las líneas y marcas con pintura o termoplástico, una vez aplicadas, se les medirá la reflectividad y se deberán obtener valores mayores o iguales a doscientos (200) milicandelas/m<sup>2</sup>/lux para pintura amarilla y doscientos cincuenta (250) milicandelas/m<sup>2</sup>/lux para pintura blanca en cualquier sitio de la vía demarcada. Estos valores son aplicables para vías con tránsito promedio diario menor o igual a 3000 vehículos (TPD  $\leq$  3000 vehículos), siempre y cuando se cuente con un sistema de limpieza y mantenimiento adecuado que no deteriore la demarcación. Para volúmenes de tránsito mayores, los valores de reflectancia serán los indicados en los documentos del proyecto.

Se deberá garantizar la reflectividad a largo plazo o luego de seis meses (6 meses) para la pintura o termoplástico. Al efecto, se deberán obtener valores mayores o iguales a ochenta ( $\geq$  80) milicandelas/m<sup>2</sup>/lux para pintura amarilla y cien ( $\geq$  100) milicandelas/m<sup>2</sup>/lux para pintura blanca en cualquier sitio de la vía demarcada.



La toma de datos se realizará por cada kilómetro de obra ejecutada en tres sitios y por cada línea. Un dato obtenido será el promedio de tres medidas realizadas en la misma línea dentro de una distancia de tres metros (3 m); las medidas individuales deberán estar dentro del diez por ciento (10 %) del promedio de las mismas o, de lo contrario, se deberán tomar dos o más lecturas adicionales para promediarlas y verificar si el promedio está o no dentro de los rangos especificados.

Todas las medidas se tomarán sobre superficies limpias y secas y de acuerdo a las recomendaciones del fabricante del equipo con que se realizan las mediciones, el cual suministrará los datos directamente en las unidades anotadas anteriormente.

En caso de que se obtengan valores por debajo del mínimo especificado, se harán mediciones cada doscientos metros (200 m) para identificar la zona no conforme, para que el Constructor tome las acciones correctivas que correrán a sus expensas.

Todas las deficiencias que excedan las tolerancias mencionadas deberán ser corregidas por el Constructor, sin costo adicional para el Instituto Nacional de Vías, a plena satisfacción del Interventor.

#### **700.5.2.4 Resistencia al deslizamiento**

La demarcación debe presentar una resistencia al deslizamiento suficiente para los que vehículos circulen sobre ella sin riesgo. Al respecto, aplican los criterios del Artículo 450.

### **700.6 MEDIDA**

---

#### **700.6.1 Líneas de demarcación**

La unidad de medida de las líneas de demarcación será el metro lineal (m) aproximado al decímetro, de línea de demarcación continua o discontinua efectivamente aplicada sobre la superficie, de acuerdo con los planos del

proyecto y esta especificación, a plena satisfacción del Interventor. El resultado de la medida se deberá reportar con la aproximación establecida, empleando el método de redondeo de la norma INV E-823.

#### **700.6.2 Marcas viales**

La unidad de medida para las demás marcas viales será el metro cuadrado (m<sup>2</sup>), aproximado a la centésima de metro cuadrado, de superficie realmente pintada, medida en el sitio o terreno y aceptada por el Interventor. El resultado de la medida se deberá reportar con la aproximación establecida, empleando el método de redondeo de la norma INV E-823.

No se medirá ninguna línea de demarcación o marca vial colocada por fuera de los límites autorizados por el Interventor.

#### **700.7 FORMA DE PAGO**

---

El pago de las líneas de demarcación y demás marcas viales se hará al respectivo precio unitario del contrato, por todo trabajo ejecutado de acuerdo con esta especificación y aceptado a satisfacción por el Interventor.

El precio unitario deberá cubrir todos los costos de suministro, transporte, almacenamiento, desperdicios y aplicación de la pintura en frío o resina termoplástica y las microesferas reflectivas u otros materiales a que haya lugar; todos los trabajos e insumos necesarios para preparar las superficies donde se aplicará el material de demarcación utilizado, incluyendo el imprimante si éste fuese necesario; la señalización preventiva de la vía y el control del tránsito durante la ejecución de los trabajos y el lapso posterior que fije el Interventor para la apertura al tránsito y, en general, todo costo relacionado con la correcta ejecución del trabajo especificado.

El precio unitario deberá cubrir, también, los costos de administración, imprevistos y la utilidad del Constructor.

**700.8 ÍTEM DE PAGO**

---

700.1	Línea de demarcación con pintura en frío	Metro lineal (m)
700.2	Línea de demarcación con resina termoplástica	Metro lineal (m)
700.3	Marca vial con pintura en frío	Metro cuadrado (m <sup>2</sup> )
700.4.	Marca vial con resina termoplástica	Metro cuadrado (m <sup>2</sup> )

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

## TACHAS REFLECTIVAS

### ARTÍCULO 701 – 13

#### 701.1 DESCRIPCIÓN

---

Este trabajo consiste en el suministro, almacenamiento, transporte y colocación de tachas reflectivas en la superficie del pavimento, utilizando adhesivos adecuados para que resistan el tránsito automotor sin desprenderse, de acuerdo con esta especificación, los planos del proyecto y las instrucciones del Interventor.

#### 701.2 MATERIALES

---

##### 701.2.1 Tachas

Las tachas estarán elaboradas con materiales metálicos, plásticos o similares de alta resistencia y el material reflectivo deberá ser vidrio o acrílico, de forma prismática, o esférica.

No se permitirá el suministro e instalación de tachas cuyo periodo de tiempo, comprendido entre su fabricación y su instalación exceda de doce (12) meses, independientemente de sus condiciones de almacenamiento.

Las tachas deberán cumplir, además, los siguientes requisitos generales:

##### 701.2.1.1 Clasificación

Las tachas retrorreflectivas se clasificarán por el tipo, color y características de sus superficies.

##### 701.2.1.1.1 Tipos de tachas retrorreflectivas

Tipo A: Tacha retrorreflectiva bidireccional de un solo color.

Tipo B: Tacha retrorreflectiva unidireccional de un solo color.

Tipo C: Tacha retrorreflectiva unidireccional de dos colores (con una cara retrorreflectiva roja y con la

cara opuesta de superficie blanca no retrorreflectiva).

Tipo D: Tacha retrorreflectiva bidireccional, de dos colores.

#### **701.2.1.1.2 Color de las tachas retrorreflectivas**

B: Blanco  
A: Amarillo  
R: Rojo  
AZ: Azul  
V: Verde

#### **701.2.1.1.3 Características de superficie**

Designación P: Tacha con superficie de lente plástica.

Designación H: Tacha con superficie de lente dura, resistente a la abrasión.

Designación V: Tacha con elemento retrorreflectivo de vidrio.

La clasificación debe incluir: tipo, color y condición de superficie (éste último solo para el caso de tachas designadas como H), en el orden presentado en los numerales anteriores.

Ejemplo. DRBH, es una tacha bidireccional, roja y blanca, con superficie resistente a la abrasión.

Los documentos del proyecto indicarán el tipo de tachas por utilizar.

#### **701.2.1.2 Materiales y dimensiones**

- Las tachas deben ser de grado reflector prismático.

- El área retroreflectiva será moldeada con material metilmetacrilato (véase la norma ASTM D 788, Grado 8), metilmetacrilato modificado para impacto (véase la norma ASTM D 788 y la nota 2) o policarbonato (véase la norma ASTM D 3935, Grado PC110B34750).
- La altura de la tacha no deberá exceder 20.3 mm (0.8 pulgadas).
- El ancho de la tacha no deberá exceder 130 mm (5.1 pulgadas).
- El ángulo entre la cara y la base de la tacha no será mayor de 45°.
- La base de la tacha deberá estar completamente libre de barniz o sustancias que pudieran reducir su fijación con el adhesivo.
- La base de la tacha deberá ser plana dentro de 1.3 mm (0.05 pulgadas). Si el fondo de la tacha es corrugado, las caras más salientes de la configuración no se deberán desviar más de 1.3 mm (0.05 pulgadas) de la superficie plana.
- Se puede aceptar otro tipo de construcción, siempre y cuando llene los requisitos de desempeño de esta especificación.

#### **701.2.1.3 Resistencia a la adhesión**

Para tachas de fondo plano, la resistencia a la adhesión, medida de acuerdo con el numeral 9.1 de la norma NTC 4745, debe ser mínimo 3.4 MPa.

Las tachas de fondo plano que pasen este ensayo con adhesivo epóxico se consideran también aceptables para uso con adhesivo bituminoso y termoplástico alquídico.

**701.2.1.4 Intensidad luminosa**

El coeficiente de intensidad luminosa, medido de conformidad con el numeral 9.2 de la norma NTC 4745, no deberá ser menor a los valores establecidos en la Tabla 701-1

Tabla 701 – 1. Coeficiente de intensidad luminosa  $R_1$ 

ENTRADA ANGULO $\beta_2$	ANGULO OBSERVACIÓN $\alpha$	VALOR MINIMO $R_1$ MILICANDELA POR LUX, (mcd/lx)				
		Blanco	Amarillo	Rojo	Verde	Azul
0°	0.2°	279	167	70	93	26
+20° /- 20°	0.2°	112	67	28	37	10
ENTRADA ANGULO $\beta_2$	ANGULO OBSERVACIÓN $\alpha$	VALOR MINIMO $R_1$ CANDELAS POR PIE CANDELA, (cd/piecd)				
		Blanco	Amarillo	Rojo	Verde	Azul
0°	0.2°	3.0	1.8	0.75	1.0	0.28
+20° /- 20°	0.2°	1.2	0.72	0.30	0.4	0.11

Nota. El ángulo de componente de entrada  $\beta_1$  y el ángulo de rotación  $\epsilon$  son 0°.

**701.2.1.5 Resistencia a la flexión**

Requisito aplicable sólo a tachas con longitud y ancho iguales o mayores de diez (10) centímetros (4”).

Cuando se ensayen de acuerdo al numeral 9.3.1 de la norma NTC 4745, las tachas deben soportar una carga de novecientos nueve kilogramos (909 kg) sin romperse y sin sufrir deformación mayor a 3.3 mm (0.13”).

**701.2.1.6 Resistencia a la compresión**

Requisito aplicable solo a tachas con longitud y ancho menor de diez (10) centímetros (4”).

Cuando se ensayen de acuerdo al numeral 9.3.2, de la norma NTC 4745, las tachas deben soportar una carga de dos mil setecientos veintisiete kilogramos (2727 kg) sin romperse y sin sufrir deformación mayor a 3.3 mm (0.13”).

**701.2.1.7 Color**

Cuando el retrorreflector es iluminado por una fuente A estándar CIE y cuando es ensayado de acuerdo con la norma ASTM E 811, a 0.2° de ángulo de observación y 0° de ángulo

de entrada, el color de la luz retrorreflejada deberá estar dentro de las gamas de colores dadas por las áreas cuyos puntos de esquinas tienen las coordenadas de la Tabla 701-2 y son mostrados en la figura 1 de la norma NTC 4745, correspondiente a la gama de colores.

Tabla 701 – 2. Coordenadas de los puntos de esquinas

COLOR		PUNTOS					
		1	2	3	4	5	6
BLANCO	X	0.310	0.453	0.500	0.500	0.440	0.310
	Y	0.348	0.440	0.440	0.380	0.380	0.283
AMARILLO	X	0.545	0.559	0.609	0.597	-	-
	Y	0.424	0.439	0.390	0.390	-	-
ROJO	X	0.650	0.668	0.734	0.721	-	-
	Y	0.330	0.330	0.265	0.259	-	-
AZUL	X	0.039	0.160	0.160	0.188	0.088	-
	Y	0.320	0.320	0.240	0.218	0.142	-
VERDE	X	0.009	0.288	0.209	0.012	-	-
	Y	0.733	0.520	0.395	0.494	-	-

#### 701.2.1.8 Resistencia del lente al agrietamiento (requisito aplicable sólo a tachas designadas como H)

##### 701.2.1.8.1 Resistencia del lente al impacto

Cuando las tachas designadas como H se impactan de acuerdo con el numeral 9.5.1 de la norma NTC 4745, la cara del lente no deberá mostrar más de dos grietas radiales con una longitud máxima de 6.4 mm (0.25"). No debe haber grietas radiales que lleguen al borde de la superficie de resistencia a la abrasión. Adicionalmente, no se deberá presentar ninguna delaminación

##### 701.2.1.8.2 Cambios cíclicos de temperatura

Cuando las tachas se sometan a cambios cíclicos de temperatura, de acuerdo con el numeral 9.5.2 de la norma NTC 4745, no se deberá producir ninguna grieta o delaminación.



**701.2.1.8.3 Abrasión**

Para las tachas designadas como H, se deberá realizar, adicionalmente, el ensayo de resistencia a la abrasión, de acuerdo con el numeral 9.2.2 de la norma NTC 4745, en cuatro (4) caras reflectivas que hayan pasado el ensayo establecido en el numeral 9.2.1 de dicha norma. Después de este ensayo, se medirá nuevamente el coeficiente de intensidad luminosa, el cual se debe mantener dentro de los valores establecidos en la Tabla 701 - 1. La falla de más de un elemento será causa para rechazar el lote completo.

**701.2.1.9 Muestreo**

Para tachas designadas como P, el tamaño de muestra deberá ser de 20 tachas por cada lote de 10000 unidades o menos, y 40 tachas para lotes mayores de 10000 unidades. Para tachas designadas como H, serán necesarias 10 unidades adicionales. El tamaño del lote no deberá exceder de 25000 unidades.

**701.2.1.10 Empaque**

Las tachas se deben distribuir en empaques adecuados que garanticen su protección y aseguren una entrega en perfectas condiciones.

Los empaques para despacho deben estar marcados con el nombre y la dirección del fabricante, el tipo, el color, la cantidad contenida y el número de identificación del lote.

**701.2.2 Adhesivo**

El material destinado a adherir la tacha con el pavimento deberá presentar unas características generales garantizadas por el fabricante, teniendo en cuenta el tipo y el estado del pavimento; además, el fabricante deberá indicar la dosificación con la cual ha de aplicarse el producto. Se podrá emplear material bituminoso y termoplástico o pegante epóxico de dos (2) o más componentes.

El adhesivo deberá asegurar un tiempo de secado que no sobrepase 25 minutos y que las tachas no sufran desplazamientos o movimientos al ser golpeadas por los vehículos después de transcurridas 12 horas desde su colocación.

El adhesivo no se podrá emplear sin el visto bueno del Interventor.

### **701.3 EQUIPO**

---

Se deberá disponer del equipo necesario para preparar la superficie del pavimento y para el transporte y colocación de las tachas, así como para la limpieza de la superficie luego de terminados los trabajos y para la recolección y retiro de los desperdicios.

### **701.4 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS**

---

#### **701.4.1 Localización**

El Constructor deberá localizar las marcas sobre el pavimento de acuerdo con los planos de señalización, el Manual de Señalización Vial del Ministerio del Transporte y las instrucciones del Interventor.

La distancia de colocación de las tachas se debe determinar en función de la velocidad de operación del tramo de la vía; no debe generar contaminación visual o incomodidad al usuario que observaría una o más tachas por cada segundo de recorrido.

En tramos rectos de más de 1 km, las tachas se deben instalar máximo cada 36 m en forma continua o cada 48 m en forma de tresbolillo.

En tramos rectos de menos de 1 km, las tachas se deben instalar máximo cada 24 m en forma continua o cada 36 m en forma de tresbolillo.

En curvas, dependiendo del radio de ellas, tanto en el eje como lateralmente, las tachas se deberán ubicar como se indica en la Tabla 701 - 3.

En vías bidireccionales y una sola calzada de circulación se deberán emplear tachas con doble cara retroreflectiva, de color amarillo y blanco, tanto en líneas centrales como laterales.

Tabla 701 – 3. Distancia máxima entre tachas ubicadas en curvas

RADIO DE LA CURVA, m	DISTANCIA MÁXIMA ENTRE TACHAS, m
Menos de 20	6
Entre 20 y 49	8
Entre 50 y 99	12
Entre 100 y 199	18
Mayor a 200	24

Sobre “permitidos” o “prohibidos de adelantamiento”, la instalación de las tachas en el eje se debe localizar en el centro del espacio sin pintura. En tramos con líneas de demarcación intermitentes, no se deben instalar tachas al inicio o al final de cada segmento sino en el tramo del centro sin pintar. Al repintar, se debe tener cuidado de no pintar las mismas.

En vías multicarriles, o calzadas con una sola dirección, se emplearán tachas unidireccionales blancas o bidireccionales blanca-roja; en el último caso, el color blanco guiará a los conductores que circulan correctamente. Nunca se empleará un conjunto de tachas como reductores de velocidad; en agujas (obstáculos), la distancia máxima entre tachas será de 2.0 m o la que se indique en los documentos del proyecto.

Si durante el planeamiento previo a la instalación se determina que, como resultado del espaciamiento típico de tachas, una tacha será puesta en un sitio con defectos de superficie de pavimento, en una junta de construcción del pavimento o dentro de la intersección con una entrada domiciliaria o calle pública, el sitio propuesto se deberá relocalizar longitudinalmente a suficiente distancia, en un punto aprobado por el Interventor.

La distancia de relocalización de la tacha afectada no excederá el 10 % del espaciamiento típico. Donde fuere necesario relocalizar la tacha a una distancia mayor del 10 % de espaciamiento típico, la tacha afectada se deberá suprimir. La cara reflectora de la tacha deberá estar perpendicular a una línea paralela a la línea central de la vía.

#### 701.4.2 Preparación de la superficie

Si la superficie presenta defectos o huecos notables, se corregirán los primeros y se rellenarán los segundos con materiales de la misma

naturaleza que los de aquella, antes de proceder a la aplicación de las tachas.

Los sitios elegidos para la colocación de las tachas se deberán limpiar de polvo, barro, grasa, suciedad y cualquier otro elemento extraño, cuya presencia atente contra la correcta adhesión de la tacha al pavimento. Para ello, se podrá emplear cualquier procedimiento que resulte satisfactorio para el Interventor y que sea ambientalmente permitido.

Cuando las tachas se vayan a instalar sobre un pavimento de concreto hidráulico, se deberán eliminar de la zona de fijación todos aquellos materiales utilizados en el proceso de curado del concreto que aún se encuentran sobre la superficie.

#### **701.4.3 Colocación de las tachas**

Las tachas se colocarán en los sitios previamente localizados, fijándolas con el adhesivo indicado en el numeral 701.2.2. Éste se deberá preparar de acuerdo con las instrucciones del fabricante y su cantidad a utilizar dependerá del estado de la superficie del pavimento.

Si se emplea un adhesivo epóxico, se recomienda no preparar más cantidad de adhesivo de la que se pueda utilizar en 10 minutos.

El adhesivo se aplicará con una espátula a la base de la tacha o a la superficie del pavimento, en una cantidad tal que cubra toda la superficie de contacto sin presentar vacíos, más un leve exceso.

Las tachas se deberán colocar tan pronto como sea posible, con un procedimiento que asegure que, respecto del eje de la vía, no sufrirá desviaciones mayores que 2 mm, medidos en los extremos. Una vez instalada la tacha, se deberá presionar hasta que el pegamento salga por los bordes. Todo exceso de adhesivo se deberá limpiar y retirar inmediatamente. No se aceptará, por ningún motivo, que alguna traza de pegamento quede sobre la cara reflectante de la tacha.

#### **701.4.4 Control del tránsito**

Será responsabilidad del Constructor la colocación de toda la señalización preventiva requerida para la ejecución segura de los trabajos, así como el ordenamiento del tránsito automotor durante el tiempo requerido.

Las tachas deberán ser protegidas del tránsito o de cualquier golpe por un tiempo mínimo de 30 minutos después de colocadas. Además, durante el período que dure el proceso de endurecimiento del pegamento, se deberán tomar todas las precauciones necesarias para evitar que el tránsito pase sobre las tachas. Para esto, el Constructor deberá colocar elementos de señalización como conos o barreras para asegurar el procedimiento.

#### **701.4.5 Limpieza final**

Una vez colocadas las tachas, el Constructor deberá retirar del sitio de los trabajos todos los equipos, señales y materiales sobrantes, disponiéndolos en lugares que resulten aceptables para el Interventor.

#### **701.4.6 Limitaciones en la instalación**

No se permitirá la colocación de tachas en las siguientes condiciones:

- Cuando exista lluvia.
- Cuando la temperatura del pavimento o la del aire esté a:
  - 0° C o menos, en caso de utilizar adhesivo epóxico de fijación rápida.
  - 10° C o menos, cuando se utilice epóxico de fijación normal.
  - 4.4° C o menos y máximo 12° C, cuando se utilice ligante-asfáltico.
  - Menos de 9° C, cuando se utilice termoplástico alquídico.
- Cuando la humedad relativa del aire sea mayor del 80 %.
- Cuando la superficie del pavimento no esté suficientemente seca.

En pavimentos nuevos con carpeta de concreto asfáltico, las tachas se podrán colocar después de que la superficie se haya abierto al tránsito público por un periodo no menor de 14 días continuos.

Tampoco se permitirá la colocación de tachas sobre áreas de pavimento agrietadas, con desplazamientos o donde existan fallas del material de la base subyacente.

Además, se deberán atender todas las limitaciones adicionales que establezcan los fabricantes del adhesivo y de las tachas.

#### **701.4.7 Manejo ambiental**

Todas las determinaciones referentes a la colocación de tachas deberán ser tomadas considerando la protección del medio ambiente y las disposiciones vigentes.

En particular, se deberá prestar atención al correcto manejo del adhesivo y de los desperdicios generados en el trabajo.

### **701.5 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS**

---

#### **701.5.1 Controles**

Durante la ejecución de los trabajos, se adelantarán los siguientes controles principales:

- Verificar el estado y funcionamiento del equipo utilizado por el Constructor.
- Comprobar que todos los materiales cumplan los requisitos indicados en el numeral 701.2.
- Vigilar que las tachas no se coloquen con anterioridad a la aplicación de las líneas de demarcación.
- Verificar que las tachas queden correctamente colocadas y contarlas para efectos de pago.

El Interventor medirá, para efectos de pago, el trabajo correctamente ejecutado de acuerdo con los planos, esta especificación y las instrucciones de Interventor.

**701.5.2 Condiciones específicas para el recibo y tolerancias****701.5.2.1 Calidad de los materiales**

No se admitirán materiales que incumplan las exigencias del numeral 701.2.

**701.5.2.2 Instalación de las tachas**

El Interventor sólo aceptará el trabajo si las tachas han sido colocadas de acuerdo con los planos, la presente especificación, sus instrucciones y si se encuentran totalmente adheridas a la superficie del pavimento a los treinta (30) días de su colocación.

Todas las deficiencias que presenten los trabajos deberán ser corregidas por el Constructor a plena satisfacción del Interventor, y sin costo adicional para el Instituto Nacional de Vías.

**701.6 MEDIDA**

---

Las tachas reflectivas se medirán por unidad (u) instalada de acuerdo con los documentos del proyecto y la presente especificación, debidamente aceptadas por el Interventor.

**701.7 FORMA DE PAGO**

---

El pago se hará al respectivo precio unitario del contrato por toda tacha reflectiva colocada a satisfacción del Interventor. El precio unitario deberá cubrir todos los costos inherentes al suministro de materiales y equipos; localización y preparación de los sitios de colocación de las tachas; transportes, almacenamiento y colocación del adhesivo y las tachas; señalización temporal y ordenamiento del tránsito; limpieza, remoción, transporte y disposición de desperdicios y, en general, todo costo adicional requerido para la correcta ejecución del trabajo especificado.

El precio unitario deberá cubrir, también, los costos de administración, imprevistos y la utilidad del Constructor.

**701.8 ÍTEM DE PAGO**

---

701.1 Tacha reflectiva

Unidad (u)

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS



## SEÑALES VERTICALES DE TRÁNSITO

### ARTÍCULO 710 – 13

#### 710.1 DESCRIPCIÓN

---

Este trabajo consiste en el suministro, almacenamiento, transporte e instalación de señales verticales de tránsito, de acuerdo con los planos y demás documentos del proyecto o lo indicado por el Interventor.

El diseño de las señales verticales, los mensajes y los colores, deberán estar de acuerdo con el "Manual de Señalización Vial" del Ministerio de Transporte de Colombia y demás normas que lo complementen o sustituyan.

#### 710.2 MATERIALES

---

##### 710.2.1 Material retrorreflectivo

Retrorreflectividad es el fenómeno de reflexión de la luz hacia la fuente que la emite, con una dispersión mínima. La retrorreflectividad se describe en la norma ASTM E 808.

El material retrorreflectivo para las señales verticales de tránsito y delineadores que cubre este Artículo deberá cumplir las especificaciones contenidas en la norma NTC 4739 "Láminas retrorreflectivas para control de tránsito". El tipo de material retrorreflectivo de cada señal será el indicado en los documentos del contrato, en función del grado de retrorreflectividad, color y durabilidad requeridos en cada caso; deberá cumplir con los requisitos de visibilidad y retrorreflexión definidos en el "Manual de Señalización Vial" del Ministerio de Transporte de Colombia.

El Constructor deberá presentar las certificaciones de cumplimiento de dicha norma, expedidas por el proveedor del material, para aprobación de Interventor.

##### 710.2.2 Material para tableros

Los tableros para todas las señales deberán ser de lámina de poliéster reforzado con fibra de vidrio, lámina de aluminio o lámina de acero galvanizado.

En las señales informativas de destino (a excepción de la señal SI-05C), de información en ruta y elevadas, se utilizará únicamente la lámina de acero galvanizado. En la parte posterior de todos los tableros de las señales se deberá imprimir el logotipo del Instituto Nacional de Vías, la fecha de instalación (día, mes y año), el nombre del Constructor y el número del contrato.

Los diferentes tipos de materiales se deberán utilizar de acuerdo con las siguientes consideraciones:

- En lámina de poliéster reforzado con fibra de vidrio o aluminio, para vías localizadas en zonas aledañas a áreas marinas o donde existan problemas de oxidación.
- En lámina de poliéster reforzado con fibra de vidrio, acero galvanizado o aluminio, para vías ubicadas en áreas cuya altura sobre el nivel del mar sea menor de mil metros ( $< 1000$  m).
- En lámina de acero galvanizado o aluminio para vías ubicadas en áreas cuya altura sobre el nivel del mar sea igual o superior a mil metros ( $\geq 1000$  m).

#### **710.2.2.1 Lámina de poliéster reforzado con fibra de vidrio**

El material deberá cumplir los siguientes requisitos:

##### **710.2.2.1.1 Espesor**

Deberá ser de tres milímetros y cuatro décimas más o menos cuatro décimas de milímetro ( $3.4 \text{ mm} \pm 0.4 \text{ mm}$ ), el cual se verificará como el promedio de las medidas en cuatro sitios del borde de cada lámina, con una separación entre ellos igual a la cuarta parte del perímetro de ésta. La lámina no deberá contener grietas visibles ni arrugas en las superficies que puedan afectar su comportamiento y alterar las dimensiones. Por lo menos una de las caras de la lámina debe ser completamente lisa.

**710.2.2.1.2 Color**

El color deberá ser blanco uniforme.

**710.2.2.1.3 Pandeo**

La deflexión máxima vertical en el centro de una lámina cuadrada de setenta y cinco centímetros (75 cm) de lado, suspendida horizontalmente de sus cuatro (4) vértices, no deberá ser mayor de doce milímetros (12 mm).

Luego, la lámina se coloca, suspendida en las mismas condiciones, en un horno a ochenta y dos grados Celsius (82° C) durante cuarenta y ocho (48) horas; se saca del horno, se suspende de la misma forma y se deja enfriar. La deflexión máxima vertical en el centro de la lámina, medida una vez alcance la temperatura ambiente, no deberá ser mayor de doce milímetros (12 mm).

**710.2.2.1.4 Resistencia al impacto**

Una lámina cuadrada de setenta y cinco centímetros (75 cm) de lado, apoyada en sus extremos y a una altura de veinte centímetros (20 cm) del piso, deberá resistir el impacto de una esfera de acero de cuatro mil quinientos gramos (4,500 g) en caída libre desde una altura de tres y medio metros (3.5 m), sin resquebrajarse.

**710.2.2.1.5 Estabilidad térmica**

Las características de resistencia no deberán ser afectadas apreciablemente en un rango de temperaturas entre menos dieciocho y más cien grados Celsius (-18° C y + 100° C).

**710.2.2.1.6 Resistencia al fuego**

Los componentes de la lámina deberán contener aditivos que la hagan menos propensa a prender y propagar llamas, y deberá ser autoextinguible.

**710.2.2.1.7 Protección ante la intemperie**

Las láminas deberán estar fabricadas con protección ante la intemperie por ambas caras. Deberán poseer una superficie uniforme químicamente pegada, recubrimiento gelatinoso (Gel-Coat) que no se pueda separar. Para comprobarlo, se sumergirá una muestra de diez centímetros (10 cm) por dos centímetros (2 cm) en una probeta que contenga cloruro de metileno, durante trece (13) minutos, después de lo cual se seca, no debiendo aparecer fibra de vidrio por ninguna de las dos caras.

**710.2.2.1.8 Estabilización**

Las láminas deberán estar fabricadas de manera que no liberen constituyentes emigrantes (solventes, monómeros, etc.) con el tiempo. No deberán contener residuos de agentes desmoldeantes en la superficie del laminado que pudieran interferir en la adherencia de la lámina retrorreflectiva.

**710.2.2.1.9 Tratamiento de la cara frontal**

Previamente a la aplicación del material retrorreflectivo, la lámina deberá ser limpiada, desengrasada y secada de toda humedad.

**710.2.2.2 Lámina de acero galvanizado****710.2.2.2.1 Material**

La lámina será de acero laminado en frío y revestida por ambas caras con una capa de zinc, aplicada por inmersión en caliente, según normas las NTC 3940 y

NTC 4011; después del galvanizado, se preparará para la pintura según la norma ASTM D 6386.

#### **710.2.2.2.2 Espesor**

La lámina de acero deberá tener un espesor de un milímetro y medio, con una tolerancia de más o menos quince centésimas de milímetro ( $1.5 \text{ mm} \pm 0.15 \text{ mm}$ ). La medida se podrá efectuar en cualquier parte de la lámina, a una distancia no menor de diez milímetros (10 mm) del borde.

#### **710.2.2.2.3 Resistencia al doblez**

Una probeta cuadrada de cinco centímetros (5 cm) de lado, no sometida a tratamientos térmicos previos, no deberá presentar desprendimiento de zinc cuando se dobla girando ciento ochenta grados ( $180^\circ$ ), con una luz igual al espesor de la lámina.

#### **710.2.2.2.4 Tratamiento de la cara frontal**

Previamente a la aplicación del material retrorreflectivo, la lámina galvanizada deberá ser limpiada y desengrasada; además, deberá estar libre de óxido blanco. El galvanizado deberá tener una superficie de terminado producida con abrasivo grado cien (100) o más fino.

#### **710.2.2.2.5 Tratamiento de la cara posterior**

Una vez cortada y pulida, la lámina se deberá limpiar y desengrasar, aplicándose seguidamente una pintura base (wash primer o epoxipoliamida), para colocar finalmente una capa de esmalte sintético blanco.

**710.2.2.3 Lámina de aluminio****710.2.2.3.1 Material**

La lámina de aluminio será de aleaciones 6061-T6, 5052-H38 (norma ASTM B 209) o extrusiones similares.

**710.2.2.3.2 Espesor**

El espesor será de dos milímetros, medidos con una tolerancia de más o menos dos décimas de milímetro ( $2 \text{ mm} \pm 0.2 \text{ mm}$ ). La medida se podrá efectuar en cualquier parte de la lámina, a una distancia no menor de diez milímetros (10 mm) del borde.

**710.2.2.3.3 Tratamiento de la cara frontal**

Previamente a la aplicación del material retrorreflectivo, la lámina deberá ser limpiada y desengrasada; además, deberá estar libre de óxido blanco. El aluminio deberá tener una superficie de terminado producida con abrasivo grado cien (100) o más fino.

**710.2.2.3.4 Tratamiento de la cara posterior**

Una vez cortada y pulida, la lámina se deberá limpiar y desengrasar, aplicándose seguidamente una pintura base (wash primer o epoxipoliamida), para colocar finalmente una capa de esmalte sintético blanco.

**710.2.2.4 Consideraciones adicionales**

Las señales de destino (a excepción de la señal SI-05C) y de información en ruta se fabricarán en lámina galvanizada calibre veinte (20). Las señales elevadas se elaborarán en lámina galvanizada calibre veintidós (22). A los tableros de estas señales se les realizarán dos (2) dobles o pestañas de

dos centímetros (2 cm) cada una, en sus cuatro bordes, con el fin de darles mayor rigidez.

### 710.2.3 Material para postes

Las estructuras de soporte, o postes para señales verticales, deberán ser elaboradas en perfil en ángulo de hierro galvanizado de cincuenta milímetros (50 mm) por cincuenta milímetros (50 mm) por seis punto treinta y cinco milímetros (6.35 mm), con límite de fluencia mínimo de doscientos cincuenta megapascales (250 MPa) en todos los tipos de señales.

El perfil será de primera clase, sin hormigueros en ninguna parte de su longitud; no se aceptarán añadiduras ni traslapos en postes y brazos. El galvanizado se aplicará por inmersión en caliente, según las normas NTC 2076 y NTC 4011.

Se deberá garantizar la rigidez de las láminas de los tableros correspondientes a las señales preventivas (SP), reglamentarias (SR), de información general, de servicios y turísticas (SI) y delineadores de curva horizontal, fijándolas a la cruceta formada entre el poste y sus brazos, los cuales deberán formar un perfecto plano de apoyo que en todo momento deberá estar en contacto con la lámina.

La soldadura del brazo deberá ser con piquete o suplemento. En señales dobles, la rigidez se deberá garantizar con dos (2) crucetas del mismo tipo citado anteriormente, debidamente soldadas.

Se podrán yuxtaponer los tableros de las señales verticales de tránsito preventivas (SP), reglamentarias (SR) o informativas de identificación, de información general, de servicios y turísticas (SI), en los postes de concreto hidráulico, acero o madera de las redes de energía o teléfonos, siempre y cuando la entidad que instaló los postes autorice su adosamiento.

Para tal efecto, se utilizará una banda de acero inoxidable de doce punto siete milímetros (12.7 mm) de ancho y cero punto setenta y seis milímetros (0.76 mm) de espesor, asegurada con una hebilla de acero inoxidable. Para el sostén, apoyo o soporte del tablero de la señal, se utilizará una ménsula en acero inoxidable de treinta y ocho milímetros (38 mm) de ancho y uno punto nueve milímetros (1.9 mm) de espesor, la cual deberá tener aletas que sobresalgan, como mínimo, veinte

centímetros (20 cm) a cada lado del eje del poste para rigidizar el tablero en el sentido perpendicular al eje vertical de la señal. Siempre se deberán utilizar dos bandas, con sus correspondientes accesorios, una en la parte superior del tablero y otra en su parte inferior.

#### **710.2.4 Material para los brazos de los postes**

En todos los casos, las crucetas deberán ser elaboradas en perfil en ángulo de hierro galvanizado de cincuenta milímetros (50 mm) por cincuenta milímetros (50 mm) por tres punto dieciocho milímetros (3.18 mm), con límite de fluencia mínimo de doscientos cincuenta megapascales (250 MPa).

El galvanizado se aplicará por inmersión en caliente, según las normas NTC 2076 y NTC 4011.

#### **710.2.5 Material para anclaje a la fundación**

Los postes se deberán diseñar con un anclaje en la parte inferior, soldado en forma de T, con ángulo de hierro galvanizado de veinticinco milímetros (25 mm) por veinticinco milímetros (25 mm) por tres punto dieciocho milímetros (3.18 mm), con límite de fluencia mínimo de doscientos cincuenta megapascales (250 MPa).

El galvanizado se aplicará por inmersión en caliente, según las normas NTC 2076 y NTC 4011.

#### **710.2.6 Recubrimiento de los postes**

Los postes, crucetas y anclajes galvanizados deberán ser recubiertos con esmalte blanco.

#### **710.2.7 Soldadura**

La soldadura utilizada deberá tener una resistencia mayor al veinticinco por ciento (25 %) de la resistencia del acero utilizado para la fabricación de la señal vertical. La soldadura se deberá aplicar antes del galvanizado.



**710.2.8 Dimensiones de los tableros**

Se atenderán las disposiciones sobre las dimensiones de tableros mencionadas en el "Manual de Señalización Vial" del Ministerio de Transporte de Colombia.

**710.2.9 Dimensiones de los postes**

Se atenderán todas las disposiciones sobre las dimensiones de los postes indicadas en el "Manual de Señalización Vial" del Ministerio de Transporte de Colombia.

**710.2.10 Material para el anclaje**

Las señales se instalarán en el piso en un anclaje de concreto simple cuya resistencia a la compresión a veintiocho (28) días sea, como mínimo, catorce megapascales (14 MPa).

Dentro del anclaje se acepta la inclusión de dos (2) capas de cantos de diez centímetros (10 cm) de tamaño máximo, una superior y otra inferior, con el fin de dar rigidez a la señal instalada, mientras fragua el concreto.

**710.3 EQUIPO**

---

Se deberá disponer de los equipos necesarios para la correcta ejecución de los trabajos, incluyendo los siguientes elementos:

- Hoyadoras agrícolas, barras de acero y palas.
- Llaves fijas o de expansión para tornillos.
- Martillo de tamaño tal que permita doblar los tornillos una vez apretadas las tuercas.
- Remachadora.

## **710.4 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS**

---

### **710.4.1 Ubicación de las señales**

Las señales se instalarán en los sitios que indiquen los planos del proyecto o defina el Interventor. Todas las medidas deberán ser realizadas por una comisión de topografía.

### **710.4.2 Excavación**

El Constructor efectuará una excavación cilíndrica para el anclaje de la señal, de veinticinco centímetros (25 cm) de diámetro y sesenta centímetros (60 cm) de profundidad.

Con el fin de evitar que la señal quede a una altura menor a la especificada cuando se instale en zonas donde la carretera transcurre en terraplén, en este caso la excavación sólo se realizará en una profundidad de treinta centímetros (30 cm) pero el Constructor deberá, además, instalar una formaleta de la altura necesaria para que, al vaciar el concreto, la señal quede correctamente anclada y presente la altura especificada.

### **710.4.3 Anclaje de la señal**

El anclaje se realizará rellinando la excavación con un concreto que presente las características indicadas en el numeral 710.2.10. También, se acepta la inclusión de las capas de cantos a que hace referencia el mismo numeral.

### **710.4.4 Instalación de la señal**

El Constructor instalará la señal de manera que el poste presente absoluta verticalidad y que se obtenga la altura libre mínima indicada en los documentos del proyecto.

El tablero se deberá fijar al poste mediante tornillos de dimensiones mínimas de cinco dieciseisavos de pulgada (5/16") por una pulgada (1"), rosca ordinaria, arandelas y tuercas, todo galvanizado por proceso de inmersión en caliente, a los cuales se les deberán dar golpes para dañar su rosca y evitar que puedan ser retirados fácilmente. Además, se deberán instalar cuatro (4) remaches a diez centímetros (10 cm) de distancia, medidos desde los tornillos hacia el centro de la cruceta. También se

podrán utilizar otros sistemas de aseguramiento que impidan el retiro del tornillo o elemento de fijación.

#### **710.4.5 Consideraciones adicionales**

Adicionalmente, se atenderán todas las disposiciones contenidas en el "Manual de Señalización Vial" del Ministerio de Transporte de Colombia y demás normas que lo complementen o sustituyan.

#### **710.4.6 Limitaciones en la ejecución**

No se permitirá la instalación de señales de tránsito en instantes de lluvia, ni cuando haya agua retenida en la excavación o el fondo de ésta se encuentre muy húmedo, a juicio del Interventor. Toda el agua retenida deberá ser removida antes de efectuar el anclaje e instalar la señal.

#### **710.4.7 Manejo ambiental**

Todas las labores referentes al suministro e instalación de señales verticales de tránsito se realizarán teniendo en cuenta lo establecido en los estudios o evaluaciones ambientales del proyecto y las disposiciones vigentes sobre la conservación del medio ambiente y de los recursos naturales.

### **710.5 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS**

---

#### **710.5.1 Controles**

Durante la ejecución de los trabajos, se adelantarán los siguientes controles principales:

- Verificar el estado y el funcionamiento de todo el equipo de utilizado por el Constructor.
- Comprobar que todos los materiales cumplan los requisitos exigidos en el numeral 710.2.
- Efectuar mediciones de retrorreflectividad con un retrorreflectómetro que mida directamente los valores en las unidades candela/lux/m<sup>2</sup>, indicadas la norma técnica colombiana NTC 4739.

- Comprobar la correcta instalación de las señales, de acuerdo con este Artículo.

El Interventor contará y medirá, para efectos de pago, las señales correctamente elaboradas e instaladas.

## **710.5.2 Condiciones específicas para el recibo y tolerancias**

### **710.5.2.1 Calidad de los materiales**

No se admitirán tolerancias en relación con los requisitos establecidos en el numeral 710.2 para los diversos materiales que conforman las señales y su anclaje.

### **710.5.2.2 Excavación**

La excavación no podrá tener dimensiones inferiores a las establecidas en el numeral 710.4.2.

### **710.5.2.3 Inspección previa**

Previo al recibo de las señales, el Interventor hará una inspección en horas nocturnas, con la ayuda de una linterna apoyada en la frente, con la cual se iluminará la señal percibiéndose su calidad y detectándose zonas que no reflectan.

### **710.5.2.4 Instalación**

Las señales verticales de tránsito sólo se aceptarán si su instalación está en un todo de acuerdo con las indicaciones de los planos, del Interventor y de lo señalado en el presente Artículo.

Todas las deficiencias que excedan las tolerancias mencionadas deberán ser subsanadas por el Constructor a plena satisfacción del Interventor, sin costo adicional para el Instituto Nacional de Vías.

## 710.6 MEDIDA

---

Las señales verticales de tránsito se medirán por unidad (u), suministrada e instalada de acuerdo con los documentos del proyecto y este Artículo, a plena satisfacción del Interventor.

Las señales de tránsito que hayan sido contratadas por metro cuadrado (m<sup>2</sup>), se pagarán de acuerdo a esta unidad de medida aproximada a la centésima de metro cuadrado, del área reflectiva del tablero de la señal suministrada e instalada de acuerdo con los documentos del proyecto y este Artículo, a plena satisfacción del Interventor. El resultado de la medida se deberá reportar con la aproximación establecida, empleando el método de redondeo de la norma INV E-823.

## 710.7 FORMA DE PAGO

---

El pago de las señales verticales de tránsito se hará al respectivo precio unitario del contrato, por todo trabajo ejecutado de acuerdo con esta especificación y aceptado a satisfacción por el Interventor.

El precio unitario deberá cubrir los costos de todos los materiales que conforman la señal, su fabricación, desperdicios, almacenamiento y transporte hasta el sitio de instalación; las mediciones topográficas requeridas, la excavación, el transporte y disposición en los sitios que defina el Interventor de los materiales excavados; el suministro y la colocación de los cantos, el concreto y las formaletas que eventualmente se requieran para el anclaje, así como todo costo adicional necesario para el correcto cumplimiento de esta especificación.

El precio unitario deberá cubrir, también, los costos de administración, imprevistos y la utilidad del Constructor.

## 710.8 ÍTEM DE PAGO

---

710.1 Señal vertical de tránsito tipo \_\_\_ con lámina retrorreflectiva tipo \_\_\_ Unidad (u)

710.2 Señal vertical de tránsito tipo \_\_\_ con lámina retrorreflectiva tipo \_\_\_ Metro cuadrado (m<sup>2</sup>)

*Nota: Se deberá elaborar un sub-ítem para cada tipo de señal y cada tipo de lámina retrorreflectiva incluido en el contrato.*

## TRANSPORTE DE MATERIALES PROVENIENTES DE EXCAVACIONES Y DERRUMBES

### ARTÍCULO 900 – 13

#### 900.1 DESCRIPCIÓN

---

Este trabajo consiste, única y exclusivamente, en el transporte de los materiales provenientes de la excavación de la explanación, canales y préstamos, y el transporte de los materiales provenientes de derrumbes.

Esta especificación no es aplicable al transporte de líquidos, productos manufacturados, elementos industriales, ni al de agregados pétreos, mezclas asfálticas, materiales para la construcción de los pavimentos rígidos, obras de concreto hidráulico y de drenaje.

#### 900.2 MATERIALES

---

##### 900.2.1 Materiales provenientes de la excavación de la explanación, canales y préstamos

Hacen parte de este grupo los materiales provenientes de las excavaciones requeridas para la explanación, canales y préstamos, para su utilización o desecho, a que hace referencia el Artículo 210 de las presentes especificaciones.

Incluye, también, los materiales provenientes de la remoción de la capa vegetal o descapote y otros materiales blandos, orgánicos y objetables, provenientes de las áreas en donde se vayan a realizar las excavaciones de la explanación, terraplenes y pedraplenes.

##### 900.2.2 Materiales provenientes de derrumbes

Hacen parte de este grupo los materiales provenientes del desplazamiento de taludes o del terreno natural, depositados sobre una vía existente o en construcción, a que hace referencia el Artículo 211, "Remoción de derrumbes", de las presentes especificaciones.

### **900.3 EQUIPO**

---

Los vehículos para el transporte de materiales estarán sujetos a la aprobación del Interventor y deberán ser suficientes para garantizar el cumplimiento de las exigencias de esta especificación y del programa de trabajo. Deberán estar provistos de los elementos necesarios para evitar contaminación o cualquier alteración perjudicial del material transportado y su caída sobre las vías empleadas para el transporte.

Todos los vehículos para el transporte de materiales deberán cumplir con las disposiciones legales vigentes referentes al control de la contaminación ambiental.

Ningún vehículo de los utilizados por el Constructor para el transporte de materiales provenientes de excavaciones y derrumbes por las vías de uso público podrá exceder las dimensiones y las cargas admisibles por eje y totales fijadas por las disposiciones legales vigentes al respecto.

### **900.4 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS**

---

#### **900.4.1 Transporte de los materiales**

La actividad de la presente especificación implica solamente el transporte de los materiales a los sitios de utilización o desecho, según corresponda, de acuerdo con el proyecto y las indicaciones del Interventor, quien determinará cuál es el recorrido más corto y seguro para efectos de medida del trabajo realizado.

#### **900.4.2 Manejo ambiental**

Todas las determinaciones referentes al transporte de materiales provenientes de excavaciones y derrumbes deberán ser tomadas considerando la protección del medio ambiente y las disposiciones legales vigentes sobre el particular.

En particular, se deberá prestar atención al correcto funcionamiento del equipo de transporte en materia medioambiental y a la correcta utilización de los lugares de vertido de los desperdicios generados por las unidades de obra a las cuales se hace referencia en este Artículo.

## 900.5 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS

---

### 900.5.1 Controles

Durante la ejecución de los trabajos, se deberán efectuar los siguientes controles principales:

- Verificar el estado y el funcionamiento de los vehículos de transporte;
- Comprobar que las ruedas del equipo de transporte que circule sobre las diferentes capas de pavimento se mantengan limpias. El Interventor exigirá al Constructor la limpieza de la superficie en caso de contaminación atribuible a la circulación de los vehículos empleados para el transporte de los materiales. Si la limpieza no fuere suficiente, el Constructor deberá remover la capa correspondiente y reconstruirla de acuerdo con la respectiva especificación, a sus expensas;
- Verificar el cumplimiento de todas las medidas requeridas sobre seguridad para el transporte de materiales;
- Determinar la ruta para el transporte al sitio de utilización o desecho de los materiales, siguiendo el recorrido más corto y seguro posible;
- Exigir el cumplimiento de las normas ambientales para el transporte de materiales.

### 900.5.2 Condiciones específicas para el recibo y tolerancias

El Interventor sólo medirá el transporte de materiales autorizados de acuerdo con esta especificación, los planos del proyecto y sus instrucciones. Si el Constructor utiliza para el transporte una ruta diferente y más larga que la aprobada por el Interventor, éste solamente computará la distancia más corta que se haya definido previamente.

Para efectuar la medición del transporte de materiales se requerirá, también, que se hayan efectuado las mediciones de densidad seca o peso unitario seco del material en su posición original; así mismo, si el material transportado es utilizado en la construcción, será necesario medir la densidad seca o el peso unitario seco del material compactado en su posición final.



## 900.6 MEDIDA

---

Las unidades de medida para el transporte de materiales provenientes de excavaciones y derrumbes, serán las que se indican a continuación. El resultado de la medida se deberá reportar con la aproximación establecida, empleando el método de redondeo de la norma INV E-823.

### 900.6.1 Materiales provenientes de la excavación de la explanación, canales y préstamos

Para el transporte de estos materiales a una distancia entre cien metros (100 m) y mil metros (1000 m), la unidad de medida será el metro cúbico-Estación ( $m^3$ -E). La medida corresponderá al número de metros cúbicos, aproximado al entero, de material transportado medido en su posición original, multiplicado por la distancia de transporte, en estaciones de cien metros (100 m), con aproximación al décimo de estación.

Cuando los materiales deban ser transportados a una distancia mayor de mil metros (1000 m), la unidad de medida será el metro cúbico-kilómetro ( $m^3$ -km). La medida corresponderá al número de metros cúbicos, aproximado al metro cúbico completo, medido en su posición original, y multiplicado por la distancia total de transporte expresada en kilómetros, con aproximación al décimo de kilómetro.

En cualquiera de los dos casos, la distancia de transporte que se computará será la existente entre el centro de gravedad de las excavaciones y el centro de gravedad de los sitios de utilización o disposición, menos los primeros cien metros (100 m), los cuales se establecen como distancia de acarreo libre.

Para los fines de estas especificaciones, se entiende por acarreo libre el que se efectúa desde el sitio de extracción del material hasta una distancia de cien metros (100 m), el cual se considera como parte del concepto correspondiente a la extracción del material transportado, motivo por el cual no es objeto de medida ni de pago por separado.

Para el caso de materiales que se utilicen en la construcción y deban ser compactados, su volumen se calculará a partir del volumen de material colocado y compactado, en su posición final, multiplicado por la relación entre las densidades secas o los pesos unitarios secos del material compactado y del material en su posición original.

Por densidad seca o peso unitario seco en su posición original se entenderá la (el) que presente el material en el banco en el cual es explotado, razón por la cual no se podrá considerar como tal la densidad seca o el peso unitario seco que presente el material en estado suelto sobre el camión o en acopios intermedios.

#### **900.6.2 Materiales provenientes de derrumbes**

La unidad de medida para el transporte de materiales provenientes de derrumbes será el metro cúbico-kilómetro (m<sup>3</sup>-km).

La medida corresponderá al número de metros cúbicos completos, medidos en estado suelto según se indica en el Artículo 211 de estas especificaciones y multiplicado por la distancia de transporte expresada en kilómetros, con aproximación al décimo de kilómetro.

La distancia de transporte será la existente entre el centro de gravedad del sitio de extracción del derrumbe y el centro de gravedad de los sitios de disposición final, menos cien metros (100 m) de distancia de acarreo libre.

### **900.7 FORMA DE PAGO**

---

El pago de las cantidades de transporte de materiales determinadas en la forma indicada anteriormente, se hará al precio unitario pactado en el contrato, por unidad de medida, conforme a lo establecido en este Artículo y a las instrucciones del Interventor.

El precio unitario deberá cubrir todos los costos por concepto de mano de obra, equipo, herramientas, acarreo y, en general, todo costo relacionado con la correcta ejecución de los trabajos aquí contemplados.

El precio unitario deberá incluir los costos de administración e imprevistos y la utilidad del Constructor.

El precio unitario no incluirá los costos por concepto de los diferentes cargues, descargues y disposición del material, los cuales se encuentran incluidos en los precios unitarios de los ítems correspondientes.

Cualquier otro transporte no contemplado en este Artículo deberá ser incluido en el precio unitario del ítem respectivo.

**900.8 ÍTEM DE PAGO**

---

- 900.1 Transporte de materiales provenientes de la excavación de la explanación, canales y préstamos, entre cien metros (100 m) y mil metros (1000 m) de distancia  
Metro cúbico-Estación (m<sup>3</sup>-E)
- 900.2 Transporte de materiales provenientes de la excavación de la explanación, canales y préstamos para distancias mayores de mil metros (1000 m), medido a partir de cien metros (100 m)  
Metro cúbico-kilómetro (m<sup>3</sup>-km)
- 900.3 Transporte de materiales provenientes de derrumbes, medido a partir de cien metros (100m)  
Metro cúbico-kilómetro (m<sup>3</sup>-km)

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

## BORDILLOS EN CONCRETO

### ARTÍCULO 672 – 13

#### 672.1 DESCRIPCIÓN

---

Este trabajo consiste la construcción de bordillos de concreto con piezas prefabricadas o vaciados in situ, en los sitios y con las dimensiones, alineamientos y cotas indicados en los planos u ordenados por el Interventor.

En caso necesario, incluye también la preparación de la superficie de apoyo.

#### 672.2 MATERIALES

---

##### 672.2.1 Concreto para bordillos vaciados in situ

El concreto para la construcción de los bordillos vaciados in situ será del tipo definido en los documentos del proyecto, y su elaboración se hará según lo especificado en el Artículo 630, "Concreto estructural". Si los documentos del proyecto no indican otra cosa, el concreto tendrá una resistencia mínima a la compresión de 14 MPa a 28 días, y el tamaño máximo nominal del agregado pétreo no será mayor que 19.0 mm (3/4").

##### 672.2.2 Mortero

Cuando se requiera mortero para el asiento o unión de bordillos, deberá tener una dosificación mínima de cuatrocientos cincuenta kilogramos de cemento hidráulico por metro cúbico (450 kg/m<sup>3</sup>) de mortero.

##### 672.2.3 Acero de refuerzo para bordillos vaciados in situ

Si el bordillo de concreto requiere acero de refuerzo, éste deberá cumplir con lo estipulado en Artículo 640, "Acero de refuerzo".

##### 672.2.4 Piezas prefabricadas

Las piezas prefabricadas deberán cumplir con la norma NTC 4109 "Prefabricados de concreto. Bordillos, cunetas, topellantas".

**672.2.5 Sellante de juntas**

Para el sello de las juntas transversales de los bordillos vaciados in situ y todas las longitudinales entre el pavimento y el bordillo se empleará el material indicado en los documentos del proyecto, el cual podrá ser de uno de los siguientes tipos:

- Relleno premoldeado bituminoso, de acuerdo con la especificación AASHTO M 33.
- Relleno premoldeado no bituminoso, resiliente y no extruible, de los tipos I, II, o III de acuerdo con la especificación AASHTO M 33, a no ser que los documentos del proyecto establezcan otra cosa.
- Relleno premoldeado de fibra impregnada de bitumen, resiliente y no extruible, de acuerdo con la especificación AASHTO M 213.
- Sello premoldeado elastomérico para juntas, de acuerdo con la especificación AASHTO M 220.

En general, se aceptarán sellantes de juntas del tipo elastomérico sintético, morteros especiales o perfiles elásticos, con materiales de relleno y protección cuando sea necesario, que cumplan con los requerimientos definidos por las especificaciones particulares del proyecto.

**672.2.6 Juntas con mortero entre piezas prefabricadas de concreto**

En el caso de bordillos con piezas prefabricadas, los documentos del proyecto pueden indicar que la unión entre ellas sea con mortero. El mortero estará formado por una (1) parte de cemento hidráulico y tres (3) partes, en masa, de agregado que cumpla los requisitos de la norma NTC 2240 y cuya granulometría se ajuste a lo indicado en la Tabla 672 - 1.

Tabla 672 – 1. Granulometría del agregado para mortero

TAMIZ (mm) U.S. Standard)	4.75	2.36	0.15	0.075
	No. 4	No. 8	No. 100	No. 200
% PASA	100	95-100	0-25	0-10

### 672.3 EQUIPO

---

Al respecto, rige todo lo que sea aplicable del numeral 630.3 del Artículo 630, "Concreto estructural".

Los bordillos también podrán ser prefabricados, caso en el cual se deberá disponer de formaleta metálica que permita su confección con las dimensiones especificadas.

Se podrán emplear, además, máquinas que fundan los bordillos en el lugar con las dimensiones especificadas.

### 672.4 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

---

#### 672.4.1 Preparación de la superficie de apoyo

Si la superficie de apoyo corresponde a una capa granular, ésta deberá ser nivelada y compactada, como mínimo, al noventa y cinco por ciento (95 %) de la densidad seca máxima del ensayo modificado de compactación de referencia (norma de ensayo INV E-142), previa la corrección que se requiera por presencia de partículas gruesas según se establece en la norma INV-E-143. La superficie compactada, deberá ser humedecida inmediatamente antes de colocar el concreto sobre ella.

Si la superficie de apoyo es un pavimento existente o un piso rígido, se deberá picar con cincel y martillo u otro elemento que produzca el mismo efecto, en los sitios y con la intensidad que establezca el Interventor.

Cuando la construcción se realice con piezas prefabricadas, la superficie granular o pavimentada, preparada como se acaba de indicar, deberá ser tratada con una capa del mortero mencionado en el numeral 672.2.2, en la cantidad que autorice el Interventor.

En el caso de bordillos fundidos sobre las losas de un pavimento construido en el mismo contrato, al fundir éstas se deberán dejar ancladas las varillas de refuerzo del bordillo.

La construcción de bordillos de concreto sobre suelos blandos o expansivos u otros materiales inadecuados no está permitida. En tal caso, se deberán efectuar los reemplazos que establezcan los documentos del proyecto o autorice el interventor.

**672.4.2 Bordillos vaciados in situ manualmente****672.4.2.1 Colocación de formaletas para vaciado manual**

Sobre la superficie preparada, el Constructor instalará la formaleta. La formaleta, que deberá ser metálica, salvo que el Interventor autorice expresamente el empleo de formaleta de madera, se colocará y asegurará firmemente, de manera que el alineamiento y las dimensiones del bordillo correspondan a lo previsto en los documentos del proyecto.

La formaleta deberá tener la rigidez suficiente para soportar la presión del concreto fresco sin sufrir distorsiones.

**672.4.2.2 Elaboración del concreto**

El Constructor deberá diseñar la mezcla de concreto, elaborarla para que alcance la resistencia exigida, transportarla y entregarla, conforme se establece en el numeral 630.4.2, del Artículo 630 "Concreto estructural".

**672.4.2.3 Construcción del bordillo**

Previo el retiro de cualquier materia extraña o suelta que se encuentre en la superficie sobre la cual se va a construir el bordillo, el concreto se colocará, vibrará y curará según se establece en el numeral 630.4 del Artículo 630.

En el caso de requerir anclajes, éstos se deberán ceñir a lo establecido en los documentos del proyecto o lo que determine el Interventor, en cuanto a su geometría, profundidad de fijación y materiales de colocación.

**672.4.2.4 Juntas**

Se deberán proveer juntas de expansión a intervalos no mayores de seis metros (6.0 m), las cuales deberán tener el ancho que fijen los planos. Dicho espacio se rellenará con el material sellante aprobado.

En el caso de bordillos vaciados sobre pavimentos de concreto, sus juntas deberán coincidir con las juntas transversales del pavimento.

#### **672.4.2.5 Acabado**

Las formaletas se quitarán antes de que haya fraguado totalmente el concreto y luego se alisarán las caras superiores y adyacentes al pavimento, con llana o palustres, para producir una superficie lisa y uniforme.

#### **672.4.2.6 Curado**

El curado se deberá efectuar mediante un método aprobado por el Interventor y durante el período que fije éste, el cual no podrá ser inferior a diez (10) días.

#### **672.4.3 Concreto vaciado con máquina**

Los bordillos se podrán fabricar con un equipo diseñado especialmente para esta clase de trabajo, si se garantiza que con él se obtienen los alineamientos, dimensiones y acabados previstos en los documentos del proyecto.

En este caso, la mezcla se diseñará y elaborará conforme se indica en el numeral 672.4.2.2, pero se deberá tomar la precaución de que su consistencia sea tal, que el bordillo conserve su forma al ser retirada la formaleta de la máquina.

El concreto se verterá en la máquina constructora del bordillo, la cual lo elaborará siguiendo el alineamiento previsto. Cualquier desprendimiento o imperfección pequeña, podrá ser reparada manualmente con ayuda de llanas y palustres.

Al bordillo se le harán ranuras en su parte superior en el espesor y con la separación que determinen los planos del proyecto.

El curado del bordillo se efectuará conforme se indica en el numeral 672.4.2.6.



**672.4.4 Bordillos de piezas prefabricadas****672.4.4.1 Diseño y elaboración de la mezcla**

El Constructor someterá a consideración del Interventor los materiales para la elaboración del concreto. Una vez aprobados, diseñará la mezcla, de manera de garantizar la resistencia especificada, y la elaborará, conforme se establece en los numerales 630.4.2 y 630.4.5, respectivamente, del Artículo 630.

**672.4.4.2 Fabricación**

Los bordillos prefabricados se elaborarán en piezas de longitud mínima de un metro (1.0 m) y con las formas y demás dimensiones establecidas en los planos del proyecto.

La sección transversal de los bordillos curvos será la misma que la de los rectos, y su directriz se ajustará a la curvatura del elemento constructivo en que vayan a ser colocados.

**672.4.4.3 Colocación de los bordillos**

Las piezas se asentarán sobre el lecho de mortero, siguiendo el alineamiento previsto y se colocarán dejando entre ellas un espacio de, aproximadamente, cinco milímetros (5 mm), el cual se rellenará con mortero del mismo tipo que el empleado en el asiento.

En el caso de requerir anclajes, éstos se deberán ceñir a los planos del proyecto o a las indicaciones del Interventor.

**672.4.5 Manejo ambiental**

Todas las determinaciones referentes a los trabajos de bordillos deberán ser tomadas considerando la protección del medio ambiente y las disposiciones vigentes sobre el particular.

## 672.5 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS

---

### 672.5.1 Controles

Resultan aplicables los descritos en el numeral 630.5.1 del Artículo 630, de las presentes especificaciones.

### 672.5.2 Condiciones específicas para el recibo y tolerancias

El Interventor sólo aceptará bordillos cuya forma corresponda a la indicada en los planos y cuyas dimensiones no difieran de las señaladas en los planos o autorizadas por él y siempre que éstas no se encuentren por encima de las tolerancias indicadas en el presente Artículo.

En lo que se refiere a la calidad del cemento, agua, agregados y eventuales aditivos y productos químicos de curado, se aplicarán los criterios expuestos en los numerales 630.5.2.1, 630.5.2.2, 630.5.2.3 y 630.5.2.4, respectivamente, del Artículo 630, "Concreto estructural".

En relación con la calidad de la mezcla, se aplicará lo indicado al respecto en el numeral 671.5.2.2 del Artículo 671, "Cunetas revestidas en concreto".

En relación con la calidad del acero para el refuerzo, se aplicarán los criterios del numeral 640.5.2 del Artículo 640, "Acero de refuerzo".

En relación con la calidad del producto terminado, el Interventor no aceptará bordillos que presenten desperfectos de alineamiento o cuya sección transversal presente variaciones, en ancho o altura, superiores a diez milímetros (10 mm), con respecto a las dimensiones señaladas en los planos.

Las juntas se deberán encontrar adecuadamente selladas con el producto aprobado, para que el Interventor manifieste su conformidad con esta parte del trabajo.

El Interventor no aceptará bordillos que presenten desperfectos de alineamiento o cuya sección transversal presente variaciones, en ancho o altura, superiores a diez milímetros (10 mm), con respecto a las dimensiones señaladas en los planos.

Todo bordillo de concreto donde los defectos de calidad y terminación excedan las tolerancias de la presente especificación, deberá ser corregido por el Constructor, sin costo adicional para el Instituto Nacional de Vías, de acuerdo con las instrucciones del Interventor y a plena satisfacción de éste.

En el caso de piezas prefabricadas, aplicarán, además, las disposiciones de la norma NTC-4109. No se aceptarán piezas para la instalación que se encuentren con astilladuras, fisuras, grietas, defectos, imperfectos o roturas.

## **672.6 MEDIDA**

---

La unidad de medida será el metro lineal (m), aproximado al decímetro, de bordillo satisfactoriamente elaborado y terminado, de acuerdo con la sección transversal, cotas y alineamientos indicados en los planos o determinados por el Interventor. El resultado de la medida se deberá reportar con la aproximación establecida, empleando el método de redondeo de la norma INV E-823.

En el caso de bordillos vaciados "in situ", se medirá por aparte el acero de refuerzo efectivamente colocado, en kg con aproximación al entero, según los detalles de los planos. No se medirá para efectos de pago el acero constructivo (soportes, separadores, silletas de alambre o elementos similares utilizados para mantener el refuerzo en su sitio).

No se medirán, para efectos de pago, longitudes de bordillos en exceso de las indicadas en los planos u ordenadas por el Interventor.

## **672.7 FORMA DE PAGO**

---

El pago se hará al precio unitario del contrato, por toda obra ejecutada de acuerdo con esta especificación, y aceptada a satisfacción por el Interventor.

El precio unitario deberá cubrir todos los costos por elaboración, suministro, colocación y retiro de formaletas; la explotación de agregados, incluidos los permisos y derechos para ello, el suministro de todos los materiales necesarios para elaborar la mezcla de concreto y el mortero; el diseño, la elaboración, la descarga, el transporte, la entrega, la colocación, el vibrado y el curado del concreto; la elaboración del mortero cuando se requiera su empleo, su transporte y su

colocación; la ejecución de juntas, incluyendo el suministro y la colocación del material sellante, la señalización preventiva de la vía durante la construcción de los bordillos, todo equipo y mano de obra requeridos para su elaboración y terminación y, en general, todo costo relacionado con la correcta ejecución de los trabajos especificados.

El precio unitario deberá cubrir, también, los costos de administración, imprevistos y la utilidad del Constructor.

La preparación de la superficie de apoyo se considera incluida en el ítem referente a la ejecución de la capa a la cual corresponde dicha superficie y, por lo tanto, no habrá lugar a pago separado por este concepto, salvo que dicho ítem no forme parte del mismo contrato, caso en el cual el Constructor deberá considerar el costo de la preparación de la superficie existente dentro del precio unitario del bordillo de concreto.

Solamente habrá pago separado, si se requiere, por concepto del suministro y colocación del acero de refuerzo de los bordillos de concreto vaciados in situ, actividad que se pagará bajo el Artículo 640, "Acero de refuerzo".

### 672.8 ÍTEM DE PAGO

672.1	Bordillo de concreto vaciado in situ; no incluye la preparación de la superficie de apoyo	Metro lineal (m)
672.2	Bordillo de piezas prefabricadas de concreto; no incluye la preparación de la superficie de apoyo	Metro lineal (m)
672.3	Bordillo de concreto vaciado in situ; incluye la preparación de la superficie de apoyo	Metro lineal (m)
672.4	Bordillo de piezas prefabricadas de concreto; incluye la preparación de la superficie de apoyo	Metro lineal (m)

## BARANDAS DE CONCRETO

### ARTÍCULO 632 – 13

#### 632.1 DESCRIPCIÓN

---

Este trabajo consiste en la construcción de barandas de concreto reforzado, de acuerdo con las formas, dimensiones, refuerzos, y en los sitios señalados en los planos del proyecto o determinados por el Interventor.

#### 632.2 MATERIALES

---

##### 632.2.1 Concreto

Se utilizará concreto de acuerdo con el diseño indicado en los planos del proyecto, que cumpla con lo señalado en el Artículo 630, “Concreto estructural”.

##### 632.2.2 Acero de refuerzo

El acero empleado en la construcción de las barandas deberá cumplir con los requerimientos del diseño y con las características indicadas en el Artículo 640, “Acero de Refuerzo”.

#### 632.3 EQUIPO

---

Al respecto, rige todo lo que sea aplicable del numeral 630.3 del Artículo 630, “Concreto estructural”.

#### 632.4 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

---

##### 632.4.1 Construcción de la baranda

Las barandas de concreto se deberán construir conforme a los requerimientos y exigencias del numeral 630.4 del Artículo 630 “Concreto estructural”.

No se permitirá la colocación de barandas de concreto en luces de puentes en las cuales no se haya retirado toda la obra falsa o estructura de soporte.

El Constructor deberá tener especial cuidado en la colocación de formaletas, con el fin de que éstas se puedan retirar sin causar daño o deterioro del concreto. Las formaletas y tiras de bisel deberán ser construidas de acuerdo con los planos de detalle, con las esquinas bien terminadas, libres de fisuras, astilladuras u otro defecto.

No se permitirán juntas de formaletas en superficies planas.

Las barandas se deberán construir por tramos, para instalar las respectivas juntas que permitan la libre dilatación y contracción de los elementos.

Para iniciar el vaciado del concreto el Constructor deberá tener previa autorización del Interventor.

En caso de construcción de barandas de concreto en zonas donde haya presencia de tránsito o peatones, el Constructor deberá colocar la señalización respectiva para garantizar la seguridad de los mismos, así como la del personal de trabajo.

#### **632.4.2 Elementos reflectantes**

En los lugares de las barandas donde los planos del proyecto o el Interventor lo exijan, se deberán colocar elementos retrorreflectantes apernados según las exigencias del Artículo 740 "Captafaros", o de la especificación particular respectiva.

#### **632.4.3 Barandas mixtas**

Los elementos de concreto de la baranda deberán ceñirse a lo estipulado en el presente Artículo, y los requerimientos de los elementos metálicos, que no conforman el acero de refuerzo del concreto, se ajustarán a las especificaciones particulares del proyecto y al Artículo 650, "Estructuras de acero".

**632.4.4 Manejo ambiental**

Todas las determinaciones referentes a los trabajos de barandas de concreto deberán ser tomadas considerando la protección del medio ambiente y las disposiciones vigentes sobre el particular.

**632.5 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS**

---

**632.5.1 Controles**

Resultan aplicables los descritos en el numeral 630.5.1 del Artículo 630 “Concreto estructural”.

**632.5.2 Condiciones específicas para el recibo y tolerancias****632.5.2.1 Calidad de los materiales**

En relación con la calidad del cemento, agua, agregados y eventuales aditivos y productos químicos de curado, aplicarán los requisitos establecidos en el Artículo 630, numerales 630.5.2.1, 630.5.2.2, 630.5.2.3 y 630.5.2.4.

En relación con la calidad del acero para el refuerzo, aplicarán los requisitos establecidos el Artículo 640, numeral 640.5.2.

**632.5.2.2 Calidad de la mezcla**

En cuanto a la calidad de la mezcla de concreto, incluyendo su resistencia, se aplicará lo descrito en el numeral 630.5.2.5 del Artículo 630, excepto lo referente a la ejecución de pruebas de carga a expensas del Constructor. En consecuencia, si en caso de discusión, la resistencia de los núcleos tomados de la obra ejecutada no resulta satisfactoria, el Interventor rechazará la longitud de baranda representada por dichos núcleos y el Constructor deberá demoler la obra insatisfactoria, remover los escombros, cargarlos, transportarlos y depositarlos en sitios aprobados mediante procedimientos satisfactorios para el Interventor, y reconstruirá la baranda en total acuerdo al presente Artículo;

operaciones que deberá efectuar sin costo alguno para el Instituto Nacional de Vías.

### **632.5.2.3 Calidad del producto terminado**

El Interventor sólo aceptará tramos de baranda de concreto cuya forma, resistencia y dimensiones correspondan a las señaladas en los planos del proyecto o autorizadas por él.

En particular, rechazará aquellas piezas que presenten desviaciones que superen el rango -1.0 cm a + 2.0 cm en las dimensiones, así como toda baranda cuyo desplazamiento, con respecto a la localización indicada en los planos, exceda de dos centímetros (2.0 cm).

También, se abstendrá de aceptar barandas cuyos bordes y esquinas no estén bien terminados o presenten fisuras, astilladuras u otros defectos.

Toda baranda de concreto donde los defectos de calidad y terminación excedan las tolerancias de la presente especificación, deberá ser corregida por el Constructor, a su costa, de acuerdo con procedimientos aceptados por el Interventor y a plena satisfacción de éste.

## **632.6 MEDIDA**

---

La unidad de medida será el metro lineal (m), aproximado al décimo de metro lineal, de baranda de concreto realmente terminada en obra, debidamente aceptada por el Interventor. El resultado de la medida se deberá reportar con la aproximación establecida, empleando el método de redondeo de la norma INV E-823.

La medida se efectuará a lo largo del eje de la baranda.

No se medirán, para efectos de pago, longitudes de baranda construida por fuera de los límites indicados en los planos o autorizados por el Interventor.



### 632.7 FORMA DE PAGO

---

El pago se hará al precio unitario del contrato por toda obra ejecutada de acuerdo con esta especificación y aceptada a satisfacción por el Interventor.

El precio unitario deberá cubrir todos los costos por concepto del suministro, colocación y retiro de formaletas; el suministro de materiales, producción, transporte, colocación y curado del concreto; la señalización preventiva de la vía y el ordenamiento del tránsito automotor a que haya lugar durante la ejecución de los trabajos; todo equipo y mano de obra requeridos para la correcta elaboración y terminación de la baranda y, en general, todo costo relacionado con la correcta ejecución de los trabajos especificados.

El precio unitario deberá incluir, también, los costos de administración e imprevistos y la utilidad del Constructor.

Solamente habrá pago separado por concepto del suministro y colocación del acero de refuerzo, actividades que se realizarán con cargo al Artículo 640, "Acero de refuerzo", y en caso de barandas mixtas los elementos metálicos de acuerdo al Artículo 650 "Estructuras de acero".

### 632.8 ÍTEM DE PAGO

---

632.1	Baranda de concreto	Metro lineal (m)
-------	---------------------	------------------

## DESMONTE Y LIMPIEZA

### ARTÍCULO 200 – 13

#### 200.1 DESCRIPCIÓN

---

##### 200.1.1 Generalidades

Este trabajo consiste en el desmonte y limpieza del terreno natural en las áreas que ocuparán las obras del proyecto vial y las zonas o fajas laterales reservadas para la vía, que se encuentren cubiertas de rastrojo, maleza, bosque, pastos, cultivos, etc., incluyendo la remoción de tocones, raíces, escombros y basuras, de modo que el terreno quede limpio y libre de toda vegetación y su superficie resulte apta para iniciar los demás trabajos.

El trabajo incluye el retiro y la disposición final dentro o fuera de la zona del proyecto, de todos los materiales provenientes de las operaciones de desmonte y limpieza, previa autorización del Interventor, atendiendo las normas y disposiciones legales vigentes.

##### 200.1.2 Clasificación

El desmonte y limpieza se clasificará de acuerdo con los siguientes criterios:

###### 200.1.2.1 Desmonte y limpieza en bosque

Comprende la tala de árboles, remoción de tocones, desraíce y limpieza de las zonas donde la vegetación se presenta en forma de bosque continuo.

###### 200.1.2.2 Desmonte y limpieza en zonas no boscosas

Comprende el desraíce y la limpieza en zonas cubiertas de pastos, rastrojo, maleza, escombros, cultivos y arbustos.

También comprende la remoción total de árboles aislados o grupos de árboles dentro de superficies que no presenten características de bosque continuo.

## **200.2 MATERIALES**

---

Los materiales obtenidos como resultado de la ejecución de los trabajos de desmonte y limpieza, se dispondrán de acuerdo con lo establecido en el numeral 200.4.4.

## **200.3 EQUIPO**

---

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

## **200.4 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS**

---

### **200.4.1 Desmonte y limpieza**

Los trabajos de desmonte y limpieza se deberán efectuar en todas las zonas señaladas en los planos o indicadas por el Interventor y de acuerdo con procedimientos aprobados por éste, tomando las precauciones necesarias para lograr unas condiciones de seguridad satisfactorias. Salvo que los documentos del proyecto indiquen algo diferente, dichas zonas deberán abarcar, como mínimo, los límites indicados en la Tabla 200 - 1.

Por ningún motivo se permitirá el procedimiento de desmonte mediante quema, así sea controlada. Tampoco se permitirá el uso de herbicidas sin previo permiso de la autoridad ambiental competente.

Para evitar daños en las propiedades adyacentes o en los árboles que deban permanecer en su lugar, se procurará que los árboles que han de ser derribados caigan en el centro de la zona objeto de limpieza, troceándolos por su copa y tronco progresivamente, cuando así lo exija el Interventor.

Las ramas de los árboles que se extiendan sobre el área que, según el proyecto, vaya a estar ocupada por la corona de la vía, deberán ser cortadas o podadas para dejar un claro mínimo de seis metros (6 m), a partir del borde de la superficie de la misma.

Tabla 200 - 1. Límite de áreas para desmonte y limpieza

TIPO DE ZONA	LÍMITE ÁREA
Áreas de fundación de terraplenes.	Hasta 1.00 m más afuera del pie del terraplén.
Áreas de excavación.	Hasta 1.00 m más afuera de los bordes superiores.
Fajas de emplazamiento de canales, zanjas y otras obras de drenaje.	Hasta 0.50 m más afuera de las líneas de borde.
Áreas de excavación para fundaciones de estructuras.	Hasta 1.00 m más afuera de las líneas de excavación.
Áreas de emplazamiento de las cercas que delimitan la faja de derecho de vía.	En 1.00 m de ancho.
Áreas de cauce de escurrimientos naturales.	Toda el área dentro de los límites definidos por el proyecto.

#### 200.4.2 Remoción de tocones y raíces

En aquellas áreas donde se deban efectuar trabajos de excavación, todos los troncos, raíces y otros materiales inconvenientes, deberán ser removidos hasta una profundidad no menor de sesenta centímetros (60 cm), contados desde la superficie de la subrasante del proyecto.

En las áreas que vayan a servir de base de terraplenes o estructuras de contención o drenaje, los tocones, raíces de más de diez centímetros (10 cm) de diámetro y demás materiales inconvenientes, se deberán eliminar hasta una profundidad no menor de treinta centímetros (30 cm) por debajo de la superficie que se deba descubrir de acuerdo con las necesidades del proyecto y a juicio del Interventor.

Todos los troncos que estén en la zona del proyecto, pero por fuera de las áreas de excavación, terraplenes o estructuras, se podrán cortar a ras del suelo.

Todas las oquedades causadas por la extracción de tocones y raíces se rellenarán con el suelo que haya quedado al descubierto al hacer la limpieza y éste se conformará y apisonará hasta obtener un grado de compactación similar al del terreno adyacente y hasta que la superficie se ajuste a la del terreno circundante.

**200.4.3 Descapote**

El volumen de la capa vegetal que se remueva al efectuar el desmonte y la limpieza no deberá ser incluido dentro del trabajo objeto del presente Artículo. Dicho trabajo se encontrará cubierto por el Artículo 210, "Excavación de la explanación, canales y préstamos".

**200.4.4 Remoción y disposición de materiales**

Los árboles talados que sean susceptibles de aprovechamiento, deberán ser despojados de sus ramas y cortados en trozos de tamaño conveniente, los que deberán ser apilados debidamente a lo largo de la zona de derecho de vía, disponiéndose posteriormente según lo apruebe el Interventor.

El resto de los materiales provenientes del desmonte y la limpieza deberá ser retirado del lugar de los trabajos y transportado y depositado en los lugares establecidos en los documentos del proyecto o señalados por el Interventor, donde dichos materiales deberán ser enterrados convenientemente, extendiéndolos en capas dispuestas de forma que se reduzca al mínimo la formación de huecos. Cada capa se deberá cubrir o mezclar con suelo para rellenar los posibles huecos, y sobre la capa superior se deben extender al menos treinta centímetros (30 cm) de suelo compactado adecuadamente, de tal manera que la acción de los elementos naturales no pueda dejarlos al descubierto. Estos materiales no se extenderán en zonas donde se prevean afluencias apreciables de agua.

El trabajo de trasplante de especies vegetales que deban ser conservadas (que incluye remoción, traslado y plantación en otro sitio) será cubierto por el Artículo 203, "Trasplante de árboles".

**200.4.5 Orden de las operaciones**

Los trabajos de desmonte y limpieza se deben efectuar con anterioridad al inicio de las operaciones de explanación. En cuanto dichos trabajos lo permitan, y antes de disturbar con maquinaria la capa vegetal, se deberán levantar secciones transversales del terreno original, las cuales servirán para determinar los volúmenes de la capa vegetal y del movimiento de tierra.

Si después de ejecutados el desmonte y la limpieza, la vegetación vuelve a crecer por motivos imputables al Constructor, éste deberá efectuar una nueva limpieza, sin costo adicional para el Instituto Nacional de Vías, antes de realizar la operación constructiva subsiguiente.

#### **200.4.6 Limitaciones de Ejecución**

Los trabajos se deberán realizar en condiciones de luz solar.

#### **200.4.7 Manejo ambiental**

Cuando la autoridad competente lo permita, la materia vegetal inservible y los demás desechos del desmonte y limpieza se podrán quemar en un momento oportuno y de una manera apropiada para prevenir la propagación del fuego. El Constructor será responsable tanto de obtener el permiso para la quema, como de cualquier conflagración que resulte de dicho proceso.

Por ningún motivo se permitirá que los materiales de desecho se incorporen en la construcción de los terraplenes, ni disponerlos a la vista en las zonas o fajas laterales reservadas para la vía, ni en sitios donde puedan ocasionar perjuicios ambientales.

Tampoco se permitirá el uso de explosivos para la remoción de la vegetación.

### **200.5 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS**

---

#### **200.5.1 Controles**

Durante la ejecución de los trabajos, se adelantarán los siguientes controles principales:

- Verificar que el Constructor disponga de todos los permisos requeridos.
- Comprobar el estado y funcionamiento del equipo empleado en la ejecución de los trabajos.
- Verificar la eficiencia y seguridad de los procedimientos de ejecución de los trabajos.

- Vigilar el cumplimiento de los programas de trabajo.
- Comprobar que la disposición de los materiales obtenidos de los trabajos de desmonte y limpieza se ajuste a las exigencias de la presente especificación y todas las disposiciones legales vigentes.

El Interventor señalará todos los árboles que deban quedar de pie y ordenará las medidas para evitar que sean dañados.

El Constructor aplicará las acciones y los procedimientos constructivos recomendados en los respectivos estudios o evaluaciones ambientales del proyecto y las disposiciones vigentes sobre la conservación del medio ambiente y los recursos naturales, y el Interventor velará por su cumplimiento.

El Interventor medirá las áreas en las que se ejecuten los trabajos en acuerdo a esta especificación.

#### **200.5.2 Condiciones específicas para el recibo y tolerancias**

La actividad de desmonte y limpieza se considerará terminada cuando la zona quede despejada para permitir que se continúe con las siguientes actividades de la construcción. Para efectos de medida y pago, el Interventor únicamente controlará las zonas donde el desmonte y la limpieza se realicen en una longitud no mayor de un kilómetro (1 km) adelante del frente de la explanación.

### **200.6 MEDIDA**

---

La unidad de medida del área desmontada y limpiada será la hectárea (Ha), en su proyección horizontal, aproximada al décimo de hectárea.

El resultado de la medida se deberá reportar con la aproximación establecida, empleando el método de redondeo de la norma INV E-823.

No se medirán para pago las áreas correspondientes a:

- Calzadas de vías existentes.

- Áreas desmontadas y limpiadas en zonas de préstamos o de canteras y otras fuentes de materiales que se encuentren localizadas fuera de la zona del proyecto.
- Áreas que el constructor haya despejado por conveniencia propia, tales como vías de acceso, vías para acarreos, campamentos, instalaciones o depósitos de materiales.

### 200.7 FORMA DE PAGO

---

El pago del desmonte y limpieza se hará al respectivo precio unitario del contrato, por todo trabajo ejecutado de acuerdo con esta especificación y aceptado a plena satisfacción por el Interventor.

El precio deberá cubrir todos los costos de desmontar, destroncar, desraizar, rellenar y compactar los huecos de tocones; y disponer los materiales sobrantes de manera uniforme en los sitios aprobados por el Interventor. El precio unitario deberá cubrir, además, el cargue, transporte y descargue y debida disposición de estos materiales, así como la mano de obra, herramientas, equipo necesario para la ejecución de los trabajos y la obtención de todos los permisos requeridos.

El precio unitario deberá incluir los costos de administración e imprevistos y la utilidad del Constructor.

El pago por concepto de desmonte y limpieza se hará independientemente del correspondiente a la excavación o el descapote en los mismos sitios, aún cuando los dos trabajos se ejecuten en una sola operación. El descapote y la excavación se medirán y pagarán de acuerdo con el Artículo 210, "Excavación de la explanación, canales y préstamos", ítem Excavación en material común.

El pago de trasplante de especies vegetales que deban ser conservadas (que incluye remoción, traslado y plantación en otro sitio) será cubierto por el Artículo 203, "Trasplante de árboles".

### 200.8 ÍTEM DE PAGO

---

200.1	Desmonte y limpieza en bosque	Hectárea (ha)
200.2	Desmonte y limpieza en zonas no boscosas	Hectárea (ha)



## DEFENSAS METÁLICAS

### ARTÍCULO 730 – 13

#### 730.1 DESCRIPCIÓN

---

Este trabajo consiste en el suministro, almacenamiento, transporte e instalación de defensas metálicas a lo largo de los costados de la carretera, en los tramos indicados en los planos del proyecto o los establecidos por el Interventor.

#### 730.2 MATERIALES

---

##### 730.2.1 Lámina

Las barandas de las defensas metálicas serán de lámina de acero corrugado obtenidas por los sistemas de crisol abierto, horno eléctrico o convertidores básicos de oxígeno.

Las dos caras de las láminas deberán ser galvanizadas por inmersión en zinc en estado de fusión, con una cantidad de zinc mínima de quinientos cincuenta gramos por metro cuadrado (550 g/m<sup>2</sup>), según la norma NTC-3755.

El zinc utilizado deberá cumplir las exigencias de la especificación AASHTO M-120 y deberá ser, por lo menos, igual al grado denominado "Prime Western". Todos los elementos deberán ser galvanizados en caliente según normas NTC 2076, 3320 y ASTM A123.

Los espesores de las láminas con las cuales se fabricarán las defensas serán los de defensa clase A, de calibre 12 (2.67 mm).

Salvo que los documentos del proyecto o las especificaciones particulares determinen lo contrario, la lámina deberá cumplir todos los requisitos de calidad establecidos en la especificación M-180 de la AASHTO, en especial los que se presentan en la Tabla 730 - 1.

Tabla 730 – 1. Requisitos de lámina para defensas metálicas

CARACTERÍSTICA		VALOR MÍNIMO
Vigas	Resistencia a la tracción	490 MPa
	Límite de fluencia	350 MPa
	Alargamiento de una probeta de 50 mm de longitud por 12.5 mm de ancho y por el espesor de la lámina	12 %
Secciones final y de tope	Resistencia a la tracción	315 MPa
	Límite de fluencia	230 MPa
	Alargamiento de una probeta de 50 mm de longitud por 12.5 mm de ancho y por el espesor de la lámina	12 %

### 730.2.2 Características de la defensa

La forma de la defensa será curvada del tipo doble onda (perfil W) y sus dimensiones deberán estar de acuerdo con lo indicado en la especificación AASHTO M-180, excepto si los planos del proyecto establecen formas y valores diferentes.

Las defensas que se deban instalar con un radio de curvatura de cuarenta y cinco metros (45 m) o menor, se deberán adquirir con la curvatura aproximada de instalación.

La defensa no necesita ningún revestimiento adicional (pintura o anticorrosivo).

Para la visualización de las defensas en horas nocturnas, en cada poste se adosará un captafaro, el cual debe cumplir lo expresado en el Artículo 740.

### 730.2.3 Postes de fijación

Podrán ser perfiles estructurales de acero en un todo de acuerdo con las dimensiones y pesos indicados en los planos y respondiendo a las características mecánicas indicadas en ellos, o perfiles de lámina de acero en U o en I, conformada en frío o en caliente, que permita sujetar la baranda por medio de tornillos sin que los agujeros dejen secciones debilitadas, que cumplan las normas ASTM A 36 o A 588 y cuyos módulos resistentes cumplan las siguientes condiciones:

$$W_x(\text{cm}^3)W_y(\text{cm}^3) > 560\text{cm}^6 \quad [730.1]$$

$$5 < \frac{W_x}{W_y} < 10 \quad [730.2]$$

Los postes de fijación deberán ser galvanizados por inmersión en zinc en estado de fusión, con una cantidad de zinc no menor a quinientos cincuenta gramos por metro cuadrado (550 g/m<sup>2</sup>).

Su longitud deberá ser de un metro con ochenta centímetros (1.80 m), salvo que los documentos del proyecto establezcan un valor diferente.

#### 730.2.4 Elementos de fijación

Se proveerán tornillos de dos tipos, los cuales presentarán una resistencia mínima a la rotura por tracción de 490 MPa.

Los tornillos para empalme de tramos sucesivos de defensa serán de dieciséis milímetros (16 mm) de diámetro y treinta y dos milímetros (32 mm) de longitud, con cabeza redonda, plana y cuello ovalado, con peso aproximado de ocho punto seis kilogramos (8.6 Kg) por cada cien (100) unidades.

Los tornillos de unión de la lámina al poste serán de dieciséis milímetros (16 mm) de diámetro y longitud apropiada según el poste por utilizar. Estos tornillos se instalarán con arandelas de acero, de espesor no inferior a cuatro milímetros y ocho décimas (4.8 mm) con agujero alargado, las cuales irán colocadas entre la cabeza del tornillo y la baranda. Tanto los tornillos como las tuercas y las arandelas deberán ser galvanizados conforme se indica en la especificación AASHTO M 232.

Los tornillos y las tuercas deberán igualar o exceder los requerimientos de la especificación ASTM A 307.

#### 730.2.5 Amortiguadores de impacto, tenedores u otros aditamentos especiales

Estos elementos especiales, en caso de requerirse, serán objeto de una especificación particular.

### **730.3 EQUIPO**

---

Se deberá disponer del equipo necesario para la correcta y oportuna ejecución de los trabajos especificados, incluyendo barras de acero, palas, llaves fijas o de expansión y pisones manuales.

### **730.4 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS**

---

#### **730.4.1 Localización**

Si los planos o el Interventor no lo indican de otra manera, los postes deberán ser colocados a una distancia mínima de noventa centímetros (90 cm) del borde de la capa de rodadura o del borde considerado en vías sin pavimentar y su separación centro a centro no excederá de tres metros y ochenta centímetros (3.80 m).

Los postes se deberán enterrar bajo la superficie aproximadamente un metro con veinte centímetros (1.20 m). En caso de que la fundación de los postes se efectúe sobre roca, se aceptará, de acuerdo a los planos del proyecto o por autorización del Interventor, la instalación de los postes con una placa de base anclada a la roca. Para esto, se conformará en la roca una superficie horizontal para que le dé cabida a la placa, se efectuarán las perforaciones en la roca para el anclaje de los pernos de sujeción, se afianzarán los pernos a ésta con adhesivos epóxicos y, finalmente, se colocarán los postes con sus placas y se procederá a su atornillado; todo este sistema de sujeción se deberá ejecutar de manera tal que se garantice un comportamiento similar al de los postes enterrados.

La defensa se fijará a los postes de manera que su línea central quede entre cuarenta y cinco centímetros (45 cm) y cincuenta y cinco centímetros (55 cm) por encima de la superficie de la calzada.

La longitud mínima de los tramos de defensa deberá ser de treinta metros (30 m), o la que se señale en los documentos del proyecto.

#### **730.4.2 Excavación**

En los sitios escogidos para enterrar los postes, se efectuarán excavaciones de sección transversal ligeramente mayor que la del poste,

las cuales se llevarán hasta la profundidad señalada en el numeral anterior.

#### **730.4.3 Colocación del poste**

El poste se colocará verticalmente dentro del orificio y el espacio entre él y las paredes de la excavación se rellenará con parte del mismo suelo excavado, en capas delgadas, cada una de las cuales se compactará cuidadosamente con pisones, de modo que al completar el relleno, el poste quede vertical y firmemente empotrado.

Se deberá nivelar la parte superior o sobresaliente de los postes, de manera tal que sus superficies superiores queden alineadas para que al adosar los tramos de defensa no se presenten altibajos en ésta.

#### **730.4.4 Instalación de la defensa**

La defensa se deberá ensamblar de acuerdo con los detalles de los planos y las instrucciones del fabricante de la lámina, cuidando que quede ubicada a la altura sobre el suelo establecida en el numeral 730.4.1.

#### **730.4.5 Empalmes**

Los empalmes de los diversos tramos de defensa se deberán efectuar de manera que brinden la suficiente rigidez estructural y que los traslapes queden en la dirección del movimiento del tránsito del carril adyacente.

La unión de las láminas se realizará con tornillos de las dimensiones fijadas en el numeral 730.2.4, teniendo la precaución de que su cabeza redonda se coloque en la cara de la defensa que enfrenta el tránsito.

#### **730.4.6 Secciones final y de tope**

En los extremos de las defensas metálicas se colocarán secciones terminales, las cuales serán tramos de tope (parachoques) en forma de U. Estas secciones se instalarán en defensas paralelas cuando finalizan en dos tramos y en defensas simples cuando se trata de tramos finales.

#### **730.4.7 Limitaciones en la ejecución**

No se permitirá efectuar excavaciones ni instalar defensas metálicas en instantes de lluvia.

**730.4.8 Manejo ambiental**

Todas las determinaciones referentes a los trabajos de defensas metálicas deberán ser tomadas considerando la protección del medio ambiente y las disposiciones vigentes sobre el particular.

**730.5 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS****730.5.1 Controles**

Durante la ejecución de los trabajos se adelantarán los siguientes controles principales:

- Verificar el estado y el funcionamiento del equipo utilizado por el Constructor.
- Comprobar que los materiales utilizados cumplan las exigencias de la presente especificación.
- Verificar que la excavación sea correcta y que la defensa se instale de acuerdo con los planos y las instrucciones del fabricante de la lámina.

El Interventor medirá, para efectos de pago, las cantidades de obra correctamente ejecutadas.

**730.5.2 Condiciones específicas para el recibo y tolerancias****730.5.2.1 Calidad de los materiales**

- El Interventor se abstendrá de aceptar materiales que incumplan las exigencias del numeral 730.2 de esta especificación y las de las especificaciones NTC, AASHTO y ASTM mencionadas en él.
- El terminado de la lámina galvanizada deberá ser de óptima calidad y razonablemente liso y estará exento de imperfecciones claramente apreciables a simple vista que puedan influir sobre la resistencia a la corrosión de la lámina. Por tanto, no se aceptarán secciones con defectos tales como ampollas, cenizas, rebabas o acumulaciones de zinc que puedan interferir con el

empleo específico del material galvanizado. Se admitirá el retoque de los defectos e imperfecciones del recubrimiento y la restauración de las zonas que hayan podido quedar sin cubrir durante la galvanización, siempre que estas zonas, consideradas individualmente, no tengan una superficie superior a 10 cm<sup>2</sup> ni afecten, en su conjunto, a más del 0.5 % de la superficie total del recubrimiento de cada elemento. Los bordes no cubiertos que resulten de corte o punzonado no se consideran objetables.

- El aspecto gris oscuro mate de la totalidad o de parte del recubrimiento de los elementos, así como las manchas que no sean eliminables por limpieza con un paño seco, será motivo de rechazo.
- El Interventor rechazará defensas alabeadas o deformadas.

#### **730.5.2.2 Tolerancias**

- No se admitirán láminas cuyo espesor sea inferior en más de veinticinco centésimas de milímetro (0.25 mm), en relación con los especificado para las defensas.
- No se admitirán tolerancias en relación con la altura a la cual debe quedar la línea central de la defensa, según se establece en el numeral 730.4.1.
- Los postes no se deberán desviar de la vertical en más de 10 mm.
- En relación con otras dimensiones, tales como la separación entre postes y la distancia de la defensa al borde del pavimento, queda a criterio del Interventor aceptar o no tolerancias.

Todas las deficiencias que excedan las tolerancias mencionadas deberán ser corregidas por el Constructor, sin costo adicional para el Instituto Nacional de Vías, y a plena satisfacción del Interventor.

## **730.6 MEDIDA**

---

### **730.6.1 Defensas metálicas**

La unidad de medida para las defensas metálicas instaladas será el metro lineal (m), aproximado al decímetro (dm), de acuerdo con los planos y con esta especificación y recibidas a satisfacción por el Interventor. El resultado de la medida se deberá reportar con la aproximación establecida, empleando el método de redondeo de la norma INV E-823.

La medida se efectuará a lo largo de la línea central de la defensa, entre los centros de los postes de fijación extremos.

### **730.6.2 Secciones final y de tope**

Las secciones final y de tope se medirán por unidad (u), para cada clase especificada e instalada.

No se medirán defensas ni secciones final o de tope que se hayan instalado por fuera de los límites autorizados por el Interventor.

### **730.6.3 Amortiguadores de impacto, tenedores u otros aditamentos especiales**

Estos elementos especiales se medirán por unidad (u), para cada tipo especificado e instalado.

## **730.7 FORMA DE PAGO**

---

El pago se hará al respectivo precio unitario del contrato, por toda defensa metálica suministrada e instalada a satisfacción del Interventor. El precio unitario deberá cubrir todos los costos de suministro, transporte, manejo, almacenamiento, desperdicios e instalación de los postes, láminas, secciones terminales y de amortiguación, y demás accesorios requeridos. Igualmente deberá considerar la excavación, el relleno, el cargue, el transporte y la disposición de los materiales sobrantes de ella. También se considerará la señalización preventiva de la vía durante la ejecución de los trabajos y, en general, todo costo adicional relacionado con la correcta ejecución de los trabajos especificados.

Además, todos los precios unitarios deberán incluir la administración, los imprevistos y la utilidad del Constructor.



**730.8 ÍTEM DE PAGO**

---

730.1	Defensa metálica	Metro lineal (m)
730.2	Sección final	Unidad (u)
730.3	Sección de tope	Unidad (u)
730.4	Elemento especial tipo _____	Unidad (u)


*Nota: Se deberá elaborar un sub-ítem para cada elemento especial incluido en el contrato para las defensas metálicas.*

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

# ÍNDICE



## MEJORAMIENTO VIAL DABEIBA - CAMPARRUSIA

ÍNDICE ÍTEM PRESUPUESTO VS ESPECIFICACIÓN			
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIÓN	Pág.
<b>PRELIMINARES</b>			
LTR	Localización, trazado y replanteo con equipos de precisión.	ESPECIFICACIÓN PARTICULAR	18
<b>2</b>	<b>DEMOLICIONES, CORTES Y RETIROS</b>		
2.5.1	Demolición de roca a cielo abierto, con agente demoledor no explosivo, para volúmenes de roca mayores a 0.10 m3. Incluye cemento demoledor, desembombe, acarreo interno a sitio de acopio donde indique la interventoría y todo lo necesario para su correcta ejecución. Incluye cargue, transporte a botadero y derecho a botadero.	ESPECIFICACIÓN PARTICULAR	20
2.8.1	Demolición de estructuras (Incluye concreto reforzado). Incluye cargue, transporte a botadero y derecho a botadero.	INV-ART 201-13	44
<b>4</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>		
4.1	<b>EXCAVACIONES</b>		
4.1.1	Excavación mecánica a cualquier profundidad, en material común de la explanación, canales y préstamos. Incluye cargue, transporte y disposición final del material sobrante.	Especificación Toxement de demolición en roca con cemento demoledor CRAS	60
4.1.3.1	Excavación manual en material común bajo cualquier grado de humedad. Incluye cargue, transporte y disposición final del material sobrante.	INV-ART 600-13	70
4.1.4	Excavación en roca, comprende la excavación de masas de rocas hasta 30 cm de diámetro", fuertemente litificadas que, debido a su buena cementación o alta consolidación, no es posible su división mecánica en la excavación. Incluye transporte, botada y disposición final de los materiales	INV-ART 210-13	84
4.1.56	Descapote a máquina del terreno natural hasta 30 cm. Incluye transporte y disposición final de los materiales.	INV-ART 210-13	84
4.1.57	Remoción de derrumbes. Incluye transporte y la disposición final de los materiales.	INV-ART 211-13	107
4.2	<b>LLENOS</b>		
4.2.1	Lleno mecánico compactado con material proveniente de la excavación hasta obtener una densidad mínima del 95%, de la obtenida en el ensayo del Proctor modificado. Incluye selección, acarreo interno y compactación del material.	ESPECIFICACIÓN PARTICULAR	21
4.3	<b>CONFORMACION DEL TERRENO</b>		
4.3.2	Conformación de la calzada existente con motoniveladora. Incluye nivelación, compactación, limpieza y reconstrucción de	INV ART 310-13	112
		ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
		Medellín, Antioquia, 11 de febrero de 2022	Página 393

MEJORAMIENTO VIAL DABEIBA - CAMPARRUSIA

ÍNDICE ÍTEM PRESUPUESTO VS ESPECIFICACIÓN			
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIÓN	Pág.
	cunetas y todo lo necesario para la correcta ejecución de la actividad.		
<b>5</b>	<b>AFIRMADOS, BASES Y SUB BASES</b>		
5.2	SUELOS Y BASES ESTABILIZADAS		
5.2.10	Proceso de estabilización con material granular al 3% en peso del cemento. Incluye suministro del cemento, colocación y compactación y todo lo necesario para su correcta instalación.	ESPECIFICACIÓN PARTICULAR	24
<b>6</b>	<b>CONCRETO, MORTEROS</b>		
6.1	CONCRETOS PARA SUB ESTRUCTURAS		
6.1.19	Concreto Clase F (14 MPa). Solados de E=0.05 m	INV-ART 630-13	117
6.2	CONCRETOS PARA ESTRUCTURAS		
6.2.2	Concreto Clase G (Ciclópeo con concreto clase G - 17 MPa y Piedra de 2" a 4")	INV-ART 630-13	117
6.2.26	Concreto Clase C (28 MPa). Box Coulvert - Losas y muros.	INV-ART 630-13	117
6.2.28	Concreto Clase C (28 MPa) para canales.	INV-ART 630-13	117
6.2.50	Concreto Clase A (35 MPa) para cunetas.	INV-ART 630-13	117
<b>7</b>	<b>PAVIMENTOS Y NEOPRENOS.</b>		
7.1	PAVIMENTOS		
7.1.17	Pavimento en concreto hidráulico MR 41 KGF/CM2 (Compresión 35 MPa). Incluye formaleta y transporte de materiales requeridos. El acero de refuerzo (barras de transmisión, la canastilla de sujeción y el tratamiento de juntas y dilataciones (corte y sello de dilataciones), se pagarán por su ítem respectivo	INV-ART 500-13	164
<b>8</b>	<b>OBRAS DE DRENAJES, SUB DRENAJE Y PROTECCIÓN</b>		
8.6	Material granular de 12 a 25 mm para filtro, cimentaciones o cama de triturado. Incluye transporte interno, Suministro, transporte e instalación de y todo lo necesario para su correcta instalación.	ESPECIFICACIÓN PARTICULAR	23
8.9	Suministro, transporte e Instalación de Geotextil NT 2500 o Similar. No incluye excavación y llenos, los cuales se pagan por su ítem respectivo.	ESPECIFICACIÓN PARTICULAR	40
8.30	Suministro, transporte y colocación de tubería de 2" perforada, para lloraderos.	EPM NC-NN-OC08-06.	253
8.31	Suministro, transporte y colocación de tubería perforada de 4" para drenaje con filtro. Incluye los accesorios y todo lo necesario para su correcta instalación y funcionamiento.	ESPECIFICACIÓN PARTICULAR	40
8.46	Suministro, transporte y siembra de Pasto Vetiver	EPM NC-NN-OC08-06.	253
8.55	Protección vegetal de taludes con tierra orgánica y semillas (Hidrosiembra). Incluye agromanto.	INV-ART 810-13	268
<b>10</b>	<b>ACEROS DE REFUERZO</b>		

MEJORAMIENTO VIAL DABEIBA - CAMPARRUSIA

ÍNDICE ÍTEM PRESUPUESTO VS ESPECIFICACIÓN			
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIÓN	Pág.
10.1	Suministro, transporte y colocación de Acero de refuerzo fy=420 Mpa (Grado 60) Incluye malla electrosoldada	INV-ART 640-13	292
<b>12</b>	<b>SEÑALIZACIÓN Y PINTURAS</b>		
12.1	Suministro, transporte y aplicación con pintura acrílica en frío reflectorizada con microesferas de vidrio para línea de demarcación en pavimento.	INV-ART 700-13	303
12.3	Suministro, transporte y colocación de tachas reflectivas en la superficie del pavimento.	INV-ART 701-13	331
12.6	Suministro, transporte e instalación de señal vertical de 75 cm x 75 cm más lámina inferior, en lámina galvanizada calibre 16, reflectiva estructura metálica tipo pedestal compuesto por un paral en ángulo de 2"x2"x1/4" y brazos en ángulo 2"x2"x1/8".	INV-ART 710-13	344
<b>14</b>	<b>URBANISMO Y PAISAJISMO</b>		
14.2	Suministro, transporte e instalación de Bordillo barrera recto 15x45x80 prefabricado	INV-ART 672-13	363
<b>15</b>	<b>MANEJO DE ESPECIES VEGETALES</b>		
15.8	Rocería. Incluye cargue, transporte y disposición adecuada de material resultante	INV-ART 200-13	377