

## CAPÍTULO 8 – OBRAS VARIAS

ART. 800	CERCAS DE ALAMBRE
ART. 802	PODA DE ÁRBOLES
ART. 810	PROTECCIÓN VEGETAL DE TALUDES
ART. 811	PROTECCIÓN DE TALUDES CON PRODUCTOS ENROLLADOS PARA CONTROL DE EROSIÓN
ART. 812	RECUBRIMIENTO DE TALUDES CON MALLA Y MORTERO
ART. 820	PLANTACIÓN DE ÁRBOLES

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS



NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

## CERCAS DE ALAMBRE

### ARTÍCULO 800 – 13

#### 800.1 DESCRIPCIÓN

---

Este trabajo consiste en el suministro de materiales y la construcción de cercas de alambre con postes de madera o de concreto, en los sitios indicados en los planos del proyecto o definidos por el Interventor.

Se usarán los tipos de cerca, de postes y de tirantes establecidos en los documentos del proyecto.

#### 800.2 MATERIALES

---

##### 800.2.1 Postes

Los postes para las cercas de alambre podrán ser de madera o de concreto. El material que los conforme será el indicado en los planos del proyecto.

##### 800.2.1.1 Postes de madera

La madera para la elaboración de los postes podrá ser de cualquier especie que sea recomendable para este uso y que sea de poca dificultad para su obtención en el área del proyecto. Su explotación y uso sólo se permitirán cuando se disponga de las licencias respectivas.

Su sección transversal podrá ser circular o cuadrada y deberán estar hechos con madera sana, curada, descortezada y con los extremos cortados en la forma exigida en los planos. Los postes serán rectos y con todos los nudos recortados a ras de la superficie. Sólo se aceptarán postes con grietas y rajaduras, si ellas son superficiales y no alcanzan un quinto (1/5) de la menor dimensión de la pieza y si se presentan en sus extremos y no perjudican la resistencia y solidez de los mismos.

Las clases de maderas por emplear y las dimensiones de las piezas serán las indicadas en los planos, teniendo como referencia que su dimensión transversal mínima (diámetro o lado) deberá ser de cien milímetros (100 mm). En cuanto a su longitud, si no existe una señalada por los documentos del proyecto, se tomará como mínimo dos punto tres metros (2.3 m).

Los postes se deberán tratar con algún procedimiento y producto preservativo; el tipo de tratamiento se deberá ajustar a lo indicado en los documentos del proyecto o a lo que autorice el Interventor.

El tratamiento de la zona del poste de madera que quede en contacto directo con el suelo deberá garantizar su impermeabilidad o evitar la transferencia del agua del suelo al elemento.

#### **800.2.1.2 Postes de concreto**

Los postes de concreto serán prefabricados y construidos con concreto reforzado de resistencia mínima a compresión de veintiún megapascuales (21 MPa) o doscientos diez kilogramos por centímetro cuadrado (210 kg/cm<sup>2</sup>), a los veintiocho (28) días.

La armadura estará constituida por cuatro (4) varillas de mínimo seis milímetros (6 mm) de diámetro, más estribos cada doscientos milímetros (200 mm).

La sección transversal mínima será de cien por cien milímetros (100 mm x 100 mm) y las longitudes mínimas serán de dos metros y medio (2.50 m) para postes de línea y tres metros (3.00 m) para postes esquineros.

Las perforaciones de los postes deberán tener amplitud suficiente para permitir el libre paso del alambre o deberán disponer de aditamentos adosados para tal fin.

**800.2.2 Alambre****800.2.2.1 Alambre de púas galvanizado**

El alambre de púas galvanizado deberá cumplir con las norma NTC 195 “Alambre de púas de dos hilos de acero galvanizado”, con las características especificadas en los documentos del proyecto.

Si en los documentos del proyecto no se especifican las características del alambre, aplicarán las indicadas en la Tabla 800 – 1.

Tabla 800 – 1. Características del alambre de púas

CARACTERÍSTICA	REQUISITO
Calibre del alambre BWG	12.5
Distancia entre púas, mm	125
No. Puntas en cada grupo	4
Calibre de las púas BWG	14

**800.2.2.2 Malla galvanizada para cerca**

En cercas que contemplen el uso de malla de alambre tejido, ésta deberá estar constituida por siete (7) alambres horizontales de calibre 12.5, excepto el superior y el inferior, que serán de calibre 10. Los alambres verticales, los cuales se colocarán separados ciento cincuenta milímetros (150 mm), serán de calibre 12.5. Si los documentos del proyecto lo prevén, se podrá emplear otro tipo de malla disponible en el mercado.

**800.2.3 Alambre de arriostamiento**

Será dulce, liso y galvanizado, de calibre 9.

**800.2.4 Grapas**

Las grapas para sujetar el alambre a los postes de madera deberán tener, cuando menos, cuarenta milímetros (40 mm) de longitud y el alambre del cual estén hechas deberá ser galvanizado de acuerdo a los requisitos de la norma ASTM A 121.

### **800.3 EQUIPOS**

---

El Constructor deberá disponer de los equipos y herramientas necesarios para asegurar que la construcción de las cercas de alambre tenga la calidad exigida, garantizando el cumplimiento del programa de ejecución de los trabajos.

### **800.4 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS**

---

#### **800.4.1 Replanteo**

Antes de comenzar los trabajos, se hará el replanteo topográfico de la línea de la cerca, la cual deberá seguir los contornos de la superficie del terreno.

#### **800.4.2 Preparación de la superficie**

El Constructor deberá desmontar y limpiar el área requerida para la construcción de la cerca, la cual tendrá un ancho mínimo de un metro (1.00 m) a cada lado del emplazamiento previsto para ésta.

Sin embargo, si en el área de desmonte y limpieza existieran árboles u otras especies vegetales valiosas que pudieran ser de interés conservar, el Constructor informará esta situación al Interventor y solicitará su autorización para desplazar la línea de la cerca en esa zona. El corrimiento se deberá realizar desplazando el mínimo número de postes que sea necesario, dejando un quiebre brusco en la línea de cercos. No se deberán efectuar desplazamientos graduales para salvar el obstáculo.

#### **800.4.3 Excavación**

Una vez el terreno esté limpio, se procederá a efectuar las excavaciones en los sitios definidos para la instalación de los postes. La excavación tendrá una sección transversal ligeramente mayor que la del poste y su profundidad mínima será de setenta centímetros (0.70 m) para los postes en línea y un metro (1.00 m) para los esquineros.

Si los planos no indican otra cosa, los postes se ubicarán a intervalos de tres metros (3.00 m); en cualquier caso se aceptará una tolerancia de más o menos cinco por ciento ( $\pm 5\%$ ).

En los lugares que requieran interrupciones de la cerca o en intersecciones con cercas existentes, se deberá efectuar un ajuste en el espaciamiento, variándolo gradualmente, si se requiere, para que exista concordancia con los requisitos de la cerca que se cruza.

#### **800.4.4 Instalación de los postes**

Todos los postes se colocarán verticalmente con el alineamiento y la rasante establecidos en los documentos del proyecto.

Los postes esquineros se deberán arriostrar diagonalmente hacia los postes de las líneas adyacentes.

Los postes se deberán colocar verticalmente, aceptándose, como máximo, una desviación de cincuenta milímetros (50 mm) respecto de la vertical.

No se aceptará el hincado como sistema de instalación de postes.

#### **800.4.5 Relleno de la excavación**

Una vez colocado cada poste, el espacio entre él y las paredes de la excavación se rellenará con material de la misma excavación, en capas compactadas de tal forma que se garantice el perfecto empotramiento de la pieza.

#### **800.4.6 Colocación del alambre**

Los alambres se unirán firmemente a los postes en las alturas señaladas, horizontales, paralelos y estirados uniformemente.

Los tensores verticales de la malla de alambre se mantendrán rectos en posición vertical.

En los postes terminales, los alambres de púas o la malla de alambre se fijarán horizontalmente por lo menos en tres (3) puntos y las puntas sueltas del alambre se anudarán, doblándolas y apretándolas.

Se permitirán empates en los alambres horizontales si se hacen con mordazas galvanizadas de tornillo o entrelazando los alambres en una longitud mínima de setenta y cinco milímetros (75 mm) a cada lado del punto de unión, con un mínimo de seis (6) vueltas dadas en dirección contraria sobre cada lado, cortando perfectamente las puntas sobrantes.

Las cercas de malla de alambre se empalmarán únicamente en los postes.

#### **800.4.7 Remoción de cercas antiguas**

Siempre que la cerca que se construya esté reemplazando una cerca antigua, los trabajos se desarrollarán de manera que el reemplazo se haga de manera inmediata y garantizando que al final de la jornada de trabajo la cerca nueva y la antigua no retirada queden unidas. Los huecos resultantes de la remoción de la cerca antigua serán rellenados con materiales aceptables para el Interventor, debidamente compactados.

#### **800.4.8 Limpieza**

Terminados los trabajos, el Constructor deberá remover y disponer todos los materiales sobrantes, en lugares aprobados por el Interventor.

#### **800.4.9 Aspectos de seguridad eléctrica**

En las zonas en que sobre la cerca cruce una línea de transmisión, de distribución de energía eléctrica o cables secundarios, se deberán instalar conexiones a tierra que satisfagan los requisitos sobre seguridad de instalaciones eléctricas.

Se deberán garantizar las distancias mínimas de seguridad de cables eléctricos a cercas según la legislación vigente al respecto.

#### **800.4.10 Manejo ambiental**

Todas las determinaciones referentes a los trabajos de cercas de alambre deberán ser tomadas considerando la protección del medio ambiente y las disposiciones vigentes sobre el particular, en especial las referentes a la explotación y procesamiento de la madera, cuando corresponda.

El material vegetal removido de la faja donde se instalará la cerca deberá ser esparcido o dispuesto en un sitio aprobado, por cuanto su quema no está permitida.

## 800.5 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS

---

### 800.5.1 Controles

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

- Verificar el estado y el funcionamiento del equipo empleado por el Constructor.
- Comprobar que los materiales cumplan con los requisitos de calidad establecidos en el numeral 800.2.
- Verificar el cumplimiento de todas las medidas requeridas sobre seguridad y medio ambiente.
- Verificar que la cerca se coloque de acuerdo con los alineamientos indicados en los planos.
- Comprobar que los trabajos se ajusten a las exigencias de esta especificación.

El Interventor medirá, para efectos de pago, la cantidad de obra correctamente ejecutada.

### 800.5.2 Condiciones específicas para el recibo y tolerancias

#### 800.5.2.1 Calidad de los materiales

El Interventor no admitirá tolerancias en relación con los requisitos establecidos en el numeral 800.2 para los diversos materiales que conforman la cerca de alambre.

#### 800.5.2.2 Alineamiento

Ningún poste se podrá alejar en más de cien milímetros (100 mm) de la posición establecida por los planos o la indicada por el Interventor.

#### 800.5.2.3 Dimensiones

- Las dimensiones de los postes no podrán ser inferiores a las establecidas en este Artículo o en los documentos del proyecto.

- La altura de la malla de alambre no podrá ser inferior a la indicada en los planos.
- El espacio libre vertical entre hilos de alambre no podrá variar, en relación con el indicado en los planos, en más de cinco milímetros (5 mm).

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.

## **800.6 MEDIDA**

---

La unidad de medida de las cercas de alambre será el metro lineal (m), aproximado al entero, de cerca instalada de acuerdo con los planos del proyecto y esta especificación, a plena satisfacción del Interventor. La medida se realizará desde las caras exteriores de los postes terminales o de esquina, en toda la longitud en que la cerca se haya colocado debidamente. 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 cerca que el Constructor haya colocado por fuera de los límites establecidos por el proyecto o autorizados por el Interventor.

## **800.7 FORMA DE PAGO**

---

El pago de las cercas de alambre 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 correspondientes al suministro de materiales, desmonte y limpieza del área de colocación de la cerca, replanteo, excavaciones de los orificios para la instalación de los postes, colocación de éstos, anclaje cuando sea requerido, relleno y compactación de los espacios aledaños a los postes nuevos, colocación de todos los alambres, mallas y conexiones a tierra requeridos; limpieza final del área de trabajo; desperdicios; transporte y disposición apropiada de los materiales sobrantes 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.

La remoción de cercas existentes se pagará conforme se establece en el Artículo 201.

### **800.8 ÍTEM DE PAGO**

---

800.1	Cerca de alambre de púas con postes de madera	Metro lineal (m)
800.2	Cerca de alambre de púas con postes de concreto	Metro lineal (m)
800.3	Cerca de malla con postes de madera	Metro lineal (m)
800.4	Cerca de malla con postes de concreto	Metro lineal (m)

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

**Esta página ha sido dejada en blanco intencionalmente**  
NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

## PODA DE ÁRBOLES

### ARTÍCULO 802 – 13

#### 802.1 DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en cortar secciones de la parte aérea o radicular de los árboles indicados en los documentos del proyecto o determinados por el Interventor.

La poda de la parte aérea consiste principalmente en el corte de ramas y eventualmente del tronco del árbol. La poda de la parte radicular consiste en el corte de las raíces principales y secundarias; incluye las excavaciones y rellenos necesarios para realizar esta actividad.

Para efectos de esta especificación, se establecen 4 tipos de árboles en función de su altura, como se indica en la Tabla 802 - 1.

Tabla 802 – 1. Tipos de árbol para poda en función de su altura

TIPO DE ÁRBOL	ALTURA, m
Tipo I	> 20.0
Tipo II	10.1 a 20.0
Tipo III	5.0 a 10.0
Tipo IV	< 5.0

#### 802.2 MATERIALES

##### 802.2.1 Material para relleno de las excavaciones para poda de la parte radicular

El material de relleno de las excavaciones requeridas para la poda de la parte radicular será el indicado en los documentos del proyecto; podrá ser el material de excavación, tierra orgánica suministrada para tal fin, o una mezcla de ambos. En cualquiera de los casos, los documentos pueden indicar la necesidad de añadir fertilizantes, abonos (humus de lombriz de tierra, cascarilla de arroz u otros), insecticidas u otros componentes al material de relleno.

La tierra orgánica podrá provenir de áreas localizadas fuera del proyecto o, preferiblemente, del descapote del proyecto. 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 plantación de árboles.

#### **802.2.2 Fertilizantes, abonos e insecticidas**

Se deberán emplear los fertilizantes, abonos e insecticidas adecuados para cada especie vegetal, según lo establezcan los documentos técnicos del proyecto. Pueden ser órgano-minerales o minerales, y deberán aportar los macro nutrientes y micro nutrientes esenciales.

#### **802.2.3 Cicatrizantes**

Se deberán emplear los cicatrizantes hormonales indicados en los documentos técnicos del proyecto; en general, los cicatrizantes deberán tener como base un fungicida que sea impermeable al agua y permeable al aire.

#### **802.2.4 Agua para riego**

El agua deberá estar limpia, sin elementos extraños ni suciedad evidente, y deberá estar libre de contaminaciones químicas. No es necesario que el agua sea potable.

### **802.3 EQUIPO**

---

El Constructor deberá disponer de los equipos y herramientas necesarios para asegurar que los trabajos de poda de árboles tengan la calidad exigida y se garantice el cumplimiento de su programa de ejecución. Así mismo, deberá disponer de todos los dispositivos y/o elementos relativos a la seguridad de esta actividad, tanto para los trabajadores que intervienen en ésta como para la protección de las áreas aledañas y/o cercanas a la poda.

El Constructor deberá disponer de herramientas tales como escaleras, tijeras de podar, serruchos, moto sierra si es el caso, palas, picas, rastrillos, azadones, horcas, ganchos para formar surcos, y todos los demás elementos que sean necesarios para ejecutar correctamente los trabajos especificados.

Se podrá requerir un vehículo apropiado para manejo de alturas.

## **802.4 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS**

---

### **802.4.1 Aspectos generales**

La ejecución de los trabajos de poda de árboles se hará siguiendo las indicaciones y los procedimientos definidos de los documentos del proyecto y aprobados del plan de ejecución, teniendo en cuenta los lineamientos establecidos en la Guía de Manejo Ambiental del Proyectos de Infraestructura – Sector Vial, del Instituto Nacional de Vías, y por entidades especializadas como el Jardín Botánico de Bogotá.

La poda de ramas, raíces y, eventualmente, partes del troco, se deberá realizar por medio de tijeras para podar, serruchos o moto sierra, dependiendo de su grosor. No se deberá emplear machete.

Se deberá aplicar el cicatrizante de forma inmediata en los cortes limpios realizados.

### **802.4.2 Supervisión técnica**

Para la planeación y la dirección de los trabajos de poda de árboles, el Constructor deberá tener dentro de su equipo un profesional del área forestal con experiencia en este tipo de trabajos. El plan de ejecución de la poda de árboles y todos los informes de seguimiento de estos trabajos deberán ser firmados por este profesional, junto con el director de obra del Constructor.

### **802.4.3 Planeación y seguimiento**

Antes de iniciar los trabajos de poda de árboles, el Constructor deberá presentar el plan detallado de ejecución de los trabajos que incluya un inventario y la localización de los árboles por podar y los procedimientos detallados de ejecución. Este plan de ejecución de los trabajos deberá contar, previa y obligatoriamente, con el permiso y/o salvoconducto de la autoridad ambiental competente; deberá contar, también, con la aprobación del Interventor y atender sus indicaciones.

El plan de ejecución deberá incluir un sistema de evaluación y seguimiento que permita verificar el desarrollo de la actividad.

Durante la ejecución de los trabajos de poda de árboles, se deberán realizar visitas que, en lo posible, cuenten con la participación de la autoridad ambiental competente, siendo obligatoria la presencia del profesional en ingeniería forestal citado en el numeral 802.4.2.

El Constructor, por intermedio de su especialista forestal y su director de obra, deberá elaborar y suscribir los informes de estas visitas, en los cuales se deberán incluir fichas de seguimiento con el respectivo registro fotográfico.

A la terminación del proyecto, el Constructor deberá presentar un informe final de la actividad de poda de árboles, elaborado y suscrito por su especialista forestal y el director de obra.

#### **802.4.4 Poda de la parte aérea**

Las ramas delgadas, de menos de 1 cm de diámetro, se pueden cortar en una sola operación, con tijeras de podar.

Las ramas más gruesas se deberán cortar con serrucho o moto sierra, en varios pasos; se deberá realizar primero un corte por debajo de cada rama, luego otro por encima hasta que la rama se desprenda.

#### **802.4.5 Poda de la parte radicular**

Para la poda de las raíces, se deberá realizar una excavación alrededor del árbol, de unos 0.70 m de ancho, hasta una profundidad tal que ya no se encuentren raíces de diámetro superior a 12 mm. El diámetro de la excavación dependerá del diámetro de la parte radicular por podar.

Una vez se hayan cortado las raíces y aplicado el cicatrizante, se efectuará el relleno de la excavación, usando los materiales indicados en el numeral 802.2.1.

Al día siguiente de terminar la poda de la parte radicular y el relleno correspondiente, se aplicará riego; esta operación se repetirá cuantas veces sea necesario, de acuerdo con el plan de ejecución aprobado y las indicaciones del Interventor.

#### **802.4.6 Limpieza y disposición de sobrantes**

Todos los materiales sobrantes deberán ser retirados y dispuestos en los sitios señalados en los documentos del proyecto o indicados por el Interventor.

#### **802.4.7 Manejo ambiental**

Todas las determinaciones referentes a los trabajos de poda de árboles deberán ser tomadas considerando la protección del medio ambiente y las disposiciones vigentes sobre el particular.

En especial, se debe tener en cuenta que, para poder ejecutar la actividad de poda de árboles, se deberán haber adelantado previamente los trámites requeridos ante la autoridad ambiental competente para obtener los respectivos permisos; también, que la actividad se deberá adelantar bajo las directrices ambientales que, para estos fines, se encuentren vigentes, llevando a cabo los seguimientos y elaborando los informes solicitados en los numerales 802.4.2 y 802.4.3.

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

---

#### **802.5.1 Controles**

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

- Verificar que los árboles podados sean los inventariados para esta actividad.
- Verificar la calidad de los insumos, de acuerdo con los requisitos establecidos en el numeral 802.2.
- Verificar el correcto retiro y disposición del material sobrante.
- Verificar el cumplimiento de todas las medidas ambientales y de seguridad requeridas.

El Interventor medirá, para efectos de pago, el trabajo correctamente ejecutado.

El Interventor verificará que el Constructor disponga de todos los permisos requeridos y que cuente con los planes de ejecución, ajustados a la legislación ambiental vigente, antes de iniciar las labores de poda de árboles; así mismo, verificará el cumplimiento y la entrega de los informes solicitados en los numerales 802.4.2 y 802.4.3.

#### **802.5.2 Condiciones específicas para el recibo**

Los trabajos de poda de árboles serán recibidos si cumplen con las condiciones funcionales, paisajísticas y técnicas contempladas en los documentos del proyecto, si los insumos empleados cumplen los requisitos de calidad correspondientes y si el área objeto de poda se encuentre libre del material sobrante.

#### **802.6 MEDIDA**

---

La unidad de medida de la poda de árboles será la unidad (u) de árbol podado de acuerdo con los documentos del proyecto y las indicaciones del Interventor, a plena satisfacción de éste.

No se medirá, para efectos de pago, la poda que requieran los árboles que vayan a ser trasladados.

#### **802.7 FORMA DE PAGO**

---

El pago de la poda de árboles 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 personal, suministros, equipos y herramientas; el suministro y la aplicación de cicatrizantes, tierra orgánica, fertilizantes, abonos, insecticidas y demás materiales requeridos; la aplicación de agua para riego; el retiro y disposición de sobrantes; la limpieza final; los desperdicios y el manejo adecuado de ellos; las labores de supervisión técnica y de planeación y seguimiento a que se hace referencia en los numerales 802.4.2 y 804.4.3, respectivamente; la excavación y relleno de la misma, en el caso de la poda de la parte radicular 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.

### 802.8 ÍTEM DE PAGO

---

802.1 Poda de la parte aérea de árboles tipo I	Unidad (u)
802.2 Poda de la parte aérea de árboles tipo II	Unidad (u)
802.3 Poda de la parte aérea de árboles tipo III	Unidad (u)
802.4 Poda de la parte aérea de árboles tipo IV	Unidad (u)
802.5 Poda de la parte radicular de árboles tipo I	Unidad (u)
802.6 Poda de la parte radicular de árboles tipo II	Unidad (u)
802.7 Poda de la parte radicular de árboles tipo III	Unidad (u)
802.8 Poda de la parte radicular de árboles tipo IV	Unidad (u)

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

**Esta página ha sido dejada en blanco intencionalmente**  
**NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS**

## 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).*

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

## RECUBRIMIENTO DE TALUDES CON MALLA Y MORTERO

### ARTÍCULO 812 – 13

#### 812.1 DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en la protección de taludes utilizando malla de alambres de acero y mortero de cemento hidráulico, de acuerdo con los planos del proyecto o las instrucciones del Interventor.

#### 812.2 MATERIALES

##### 812.2.1 Malla de alambres de acero

El tipo y las características de la malla serán los indicados en los documentos del proyecto. El tipo de malla puede ser alguno de los indicados en la Tabla 812 – 1.

Tabla 812 – 1. Tipos generales de mallas de acero para protección de taludes

TIPO DE MALLA	NORMA ASTM	NORMA NTC
Malla electrosoldada	A-185	1925
Malla de acero con recubrimiento metálico para gaviones	A-195	5333
Malla de gallinero	A-390	3313

##### 812.2.2 Cemento hidráulico

El cemento hidráulico debe cumplir lo especificado en el Artículo 501 de estas especificaciones. Si los documentos del proyecto 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).

##### 812.2.3 Agregado

El agregado para el mortero provendrá de arenas naturales en su totalidad o parcialmente de la trituración 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 %) de la masa total del agregado.

El agregado deberá cumplir con los siguientes requisitos:

#### 812.2.3.1 Granulometría

La curva granulométrica del agregado para mortero deberá encontrarse dentro de los límites que se señalan en la Tabla 812 - 2.

Tabla 812 – 2. Requisitos granulométricos del agregado para mortero de recubrimiento de taludes

TAMIZ (mm)	9.5	4.75	2.36	1.18	0.60	030	0.150	0.075
U.S. Standard)	3/8"	No. 4	No. 8	No. 16	No. 30	No. 50	No. 100	No. 200
% PASA	100	95-100	80-100	50-85	25-60	10-30	2-10	0 - 5
Requisitos adicionales	Porcentaje retenido entre dos tamices consecutivos $\leq 45\%$							

#### 812.2.3.2 Calidad

El agregado deberá cumplir los requisitos indicados en la Tabla 812 - 3.

#### 812.2.3.3 Reactividad

El agregado fino no podrá presentar reactividad potencial con los álcalis del cemento. Se considera que el agregado es potencialmente reactivo si los resultados que se obtienen al determinar la concentración de  $\text{SiO}_2$  y la reducción alcalinidad, R, mediante la norma de ensayo INV E-234, no cumplen con los requisitos establecidos en la Tabla 812 - 3.

Si se emplean arenas provenientes de escorias siderúrgicas, se comprobará que no contengan silicatos inestables ni compuestos ferrosos.

#### 812.2.4 Agua

El agua para fabricar el mortero deberá estar limpia y libre de impurezas perjudiciales, tales como aceite, ácidos, álcalis y materia orgánica. Se

considera adecuada el agua que cumpla los requisitos establecidos en el numeral 630.2.3 del Artículo 630. Se puede usar agua potable sin necesidad de pruebas previas.

Tabla 812 – 3. Requisitos de calidad del agregado para mortero de recubrimiento de taludes

CARACTERÍSTICA	Norma de ensayo INV	REQUISITO
<b>Durabilidad (O)</b>		
Pérdidas en el ensayo de solidez en sulfatos, % máximo	E-220	10
- Sulfato de sodio - Sulfato de magnesio		15
<b>Limpieza (F)</b>		
Límite líquido, % máximo	E-125	-
Índice de plasticidad, % máximo	E-126	No Plástico
Equivalente de arena, % mínimo	E-133	60
Contenido de terrones de arcilla y partículas deleznales, % máximo	E-211	1
Partículas livianas, % máximo	E-221	0.5
<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 $SO_4^{=}$ , % máximo	E-233	1.2
Reactividad Alkali - Agregado: Concentración $SiO_2$ y reducción alcalinidad R	E-234	$SiO_2 \leq R$ cuando $R \geq 70$  $SiO_2 \leq 35 + 0.5R$ cuando $R < 70$
<b>Absorción</b>		
Absorción de agua, % máximo	E-222	4.0
<b>Requisito especial para arenas provenientes de excorias siderúrgicas</b>		
Se debe comprobar que no tengan silicatos inestables ni compuestos ferrosos		

### 812.3 EQUIPO

Los principales elementos requeridos para la elaboración del mortero y la aplicación de dicho material en el talud son los siguientes:

#### 812.3.1 Equipo para la fabricación y transporte del mortero

El mortero se deberá preparar en una central de mezclas y transportar al sitio de los trabajos en carros tipo mixer. Se permitirá el empleo de

mezcladoras estacionarias en el lugar de la obra, cuya capacidad no podrá exceder de un metro cubico (1 m<sup>3</sup>), previa autorización del Interventor.

### **812.3.2 Formaleta y obra falsa**

El Constructor deberá suministrar e instalar todos los andamios y elementos necesarios para la instalación de la malla y para revestir con el mortero la cara del talud.

### **812.3.3 Elementos para la colocación del concreto**

El Constructor deberá disponer de los medios de colocación del mortero que permitan la adecuada regulación de la cantidad de mortero aplicado. El tipo y capacidad del equipo para colocar el mortero deberá contar con la aprobación previa del Interventor.

Además, deberá disponer de herramientas varias, entre ellas las necesarias para la construcción de juntas, la corrección superficial del mortero terminado, el curado del mismo y elementos de limpieza.

## **812.4 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS**

---

### **812.4.1 Explotación de materiales y elaboración de agregados**

Al respecto, resulta aplicable lo descrito en el numeral 630.4.1 del Artículo 630.

### **812.4.2 Formaletas y obra falsa**

Todos los andamios y elementos necesarios para la instalación de la malla, la colocación de los bastones de anclaje y el revestimiento con el mortero, deberán ser diseñados por el Constructor y aprobados por Interventor. Los andamios deberán ser diseñados de tal manera que permitan la colocación y terminación del mortero en su posición final y su fácil inspección de manera adecuada y segura para el personal.

La aprobación del diseño de la obra falsa por parte del Interventor, no exime al Constructor de su responsabilidad respecto a la seguridad, calidad del trabajo y cumplimiento de todos los requerimientos de esta especificación.

### 812.4.3 Colocación de la malla

Inicialmente, se deberá proceder con la remoción de material suelto del talud; a continuación, se instalará la malla anclándola en la parte superior del talud y ciñéndola a éste mediante bastones en forma de "U" (acero de refuerzo 3/8"); por último, se procederá a recubrirla con la capa de mortero de cemento, dejando juntas de dilatación a criterio del Interventor.

### 812.4.4 Fabricación del mortero

#### 812.4.4.1 Almacenamiento de los agregados

Los acopios de agregado se deberán mantener libres de tierra o de elementos extraños y dispuestos de tal forma que se evite al máximo su segregación.

Si los acopios se disponen sobre el terreno natural, no se utilizarán los quince centímetros (15 cm) inferiores de los mismos.

Los acopios se construirán por capas, de espesor no mayor a metro y medio (1.50 m), y no por montones cónicos.

#### 812.4.4.2 Suministro y almacenamiento del cemento

Al respecto se aplica lo prescrito en el numeral 630.4.5.2 del Artículo 630.

#### 812.4.4.3 Elaboración del mortero

La mezcla para el mortero tendrá una proporción 1:4 en peso (una parte de cemento por cuatro partes de arena), salvo que los documentos del proyecto establezcan una dosificación diferente.

Si ha sido autorizada por el Interventor la fabricación del mortero en mezcladora al pie de obra, salvo indicación en contrario de éste, 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, 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.

Antes de cargar nuevamente la mezcladora se vaciará totalmente su contenido. En ningún caso se permitirá el remezclado de morteros 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 mortero con otro tipo de cemento.

El Constructor, con la supervisión del Interventor, transformará las cantidades correspondientes a la fórmula de trabajo a unidades volumétricas. El Interventor verificará que existan los elementos de dosificación precisos para obtener una mezcla de la calidad deseada.

#### **812.4.5 Descarga, transporte y aplicación del mortero**

El mortero, al ser descargado de la mezcladora, deberá tener la consistencia, trabajabilidad y uniformidad requeridas para la obra. La descarga de la mezcladora, el transporte y la aplicación del mortero 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.

No se permitirá la aplicación en el talud de ningún mortero que haya desarrollado algún endurecimiento inicial, que no sea entregado dentro del límite de tiempo aprobado o que no tenga el asentamiento dentro de los límites especificados.

El mortero que por cualquier causa haya sido rechazado por el Interventor, deberá ser retirado de la obra y reemplazado por el Constructor, sin costo adicional para el Instituto Nacional de Vías, por un mortero satisfactorio.

#### 812.4.6 Juntas

Se deberán construir juntas de dilatación con las características y en los sitios indicados en los planos del proyecto 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 del mortero.

#### 812.4.7 Agujeros para drenaje

Los agujeros para drenaje o alivio se deberán construir de la manera y en los lugares señalados en los planos o donde lo indique el Interventor. Los moldes para practicar agujeros a través del mortero deberán ser de tubería de PVC.

#### 812.4.8 Curado

##### 812.4.8.1 Generalidades

En general, los tratamientos de curado se deberán mantener por un período no menor de siete (7) días después de terminada la colocación del mortero.

##### 812.4.8.2 Curado con agua

El Constructor deberá lograr que el mortero permanezca húmedo en toda la superficie, cubriéndolo con tejidos de fique o algodón saturados de agua, o por medio de rociadores, mangueras o tuberías perforadas, o por cualquier otro método que garantice los mismos resultados.

El humedecimiento deberá ser continuo y bajo ninguna circunstancia se permitirá el humedecimiento periódico. El agua que se utilice para el curado deberá cumplir los mismos requisitos del agua para la mezcla.

**812.4.9 Limpieza final**

Al terminar la obra y antes de la aceptación final del trabajo, el Constructor deberá retirar del lugar toda obra falsa, materiales 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 los trabajos y dejando el lugar limpio y presentable.

**812.4.10 Limitaciones en la ejecución**

No se permitirán los trabajos de recubrimiento de taludes con malla y mortero 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.

**812.4.11 Reparaciones**

Todo mortero defectuoso o deteriorado deberá ser reparado o reemplazado por el Constructor, según lo requiera el Interventor, sin costo adicional para el Instituto Nacional de Vías.

**812.4.12 Manejo ambiental**

Todas las labores de ejecución de recubrimiento de taludes con malla y mortero 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.

## 812.5 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS

---

### 812.5.1 Controles

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

- Verificar el estado y funcionamiento de todo el equipo de construcción.
- Comprobar que los materiales por utilizar cumplan los requisitos de calidad exigidos por la presente especificación.
- Supervisar la correcta aplicación del método aceptado previamente en cuanto a la colocación y anclaje de la malla, a la elaboración y manejo de los agregados, a la fabricación, transporte y colocación del mortero, a la ejecución de juntas, al acabado y al curado del mortero.
- Efectuar los ensayos necesarios para el control de la mezcla de mortero.
- Vigilar la regularidad en la producción de los agregados y mezcla del mortero durante el período de ejecución de las obras.
- Realizar medidas para determinar las dimensiones de la protección y comprobar la uniformidad de la superficie.

El Interventor medirá, para efectos de pago, el trabajo correctamente ejecutado.

### 812.5.2 Condiciones específicas para el recibo y tolerancias

#### 812.5.2.1 Calidad del cemento

Cada vez que lo considere necesario, el Interventor efectuará u ordenará ejecutar los ensayos de control que permitan verificar la calidad del cemento.

#### 812.5.2.2 Calidad del agua

Siempre que se tenga alguna sospecha sobre su calidad, se determinará su pH y los contenidos de materia orgánica, sulfatos y cloruros.

**812.5.2.3 Calidad de los agregados**

La calidad de los agregados se verificará mediante la realización de las mismas pruebas especificadas en el numeral 812.2.3 del presente Artículo. La frecuencia de los ensayos de control durante la etapa de ejecución de los trabajos será a criterio del Interventor, de acuerdo con la magnitud de la obra. De dicha decisión, se deberá dejar constancia escrita.

**812.5.2.4 Calidad de la mezcla****812.5.2.4.1 Dosificación**

La mezcla se deberá efectuar en las proporciones establecidas durante su diseño, admitiéndose las variaciones en el peso de sus componentes que se indican en la Tabla 812 - 4.

Tabla 812 – 4. Tolerancias en puntos de porcentaje sobre la dosificación en masa de la mezcla de mortero

COMPONENTE DE LA MEZCLA	TOLERANCIA
Agua, cemento y aditivos	± 1 %
Agregado fino	± 2 %

**812.6 MEDIDA**

La unidad de medida será el metro cuadrado (m<sup>2</sup>), aproximado al décimo de metro cuadrado, de recubrimiento de talud con malla y mortero ejecutado de conformidad con los planos o las instrucciones 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.

El área se determinará multiplicando la longitud de talud tratada, medida a lo largo del eje de la vía, en su proyección horizontal, por el ancho, medido sobre la superficie del talud, especificado en los planos o modificado por el Interventor. De las áreas calculadas se deducirán las correspondientes a las tuberías de drenaje.

No se medirá, para fines de pago, ninguna obra ejecutada por fuera de las dimensiones o líneas establecidas en los documentos del proyecto u ordenadas por el Interventor.

### 812.7 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 los costos del suministro y colocación de la malla y los anclajes; el suministro de los agregados, del cemento y del agua; del diseño de la mezcla de mortero; de la elaboración de la mezcla de mortero, su transporte y colocación sobre el talud; el diseño, suministro de los materiales requeridos y la elaboración de la obra falsa necesaria; la ejecución de juntas; el suministro y la colocación de las tuberías de drenaje; el curado del mortero terminado; la limpieza final de la zona de las obras. Deberá incluir, también, los costos de la señalización preventiva y el control del tránsito público durante la ejecución de los trabajos 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.

### 812.8 ÍTEM DE PAGO

---

812.1 Recubrimiento de taludes con malla y mortero 1:4 de e = \_\_\_\_ cm Metro cuadrado (m<sup>2</sup>)

**Esta página ha sido dejada en blanco intencionalmente**  
**NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS**

## PLANTACIÓN DE ÁRBOLES

### ARTÍCULO 820 – 13

#### 820.1 DESCRIPCIÓN

---

Este trabajo consiste en el suministro y la plantación de árboles, en los sitios indicados en los documentos del proyecto o determinados por el Interventor. El trabajo incluye la conservación de árboles plantados hasta el recibo definitivo de los trabajos.

#### 820.2 MATERIALES

---

##### 820.2.1 Plantones

Las especies de árboles por plantar serán las indicadas en los documentos del proyecto; deberán ser nativas y deberán ser concertadas con la autoridad ambiental competente; en lo posible, deberán provenir de los viveros existentes de la región.

Salvo que los documentos del proyecto indiquen otra cosa, se utilizarán plantones (pequeños árboles) que, al momento de su plantación, tengan una altura entre 1.20 m y 1.50 m.

##### 820.2.2 Material para relleno de las excavaciones

El material para el relleno de las excavaciones para la plantación de árboles será el indicado en los documentos del proyecto; podrá ser el material de excavación, tierra orgánica suministrada para tal fin, o una mezcla de ambos. En cualquiera de los casos, los documentos pueden indicar la necesidad de añadir fertilizantes, abonos (humus de lombriz de tierra, cascarilla de arroz u otros), insecticidas u otros componentes al material de relleno.

La tierra orgánica deberá provenir de áreas localizadas fuera del proyecto o, preferiblemente, del descapote del proyecto. 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 plantación de árboles.

**820.2.3 Fertilizantes, abonos e insecticidas**

Se deberán emplear los fertilizantes, abonos e insecticidas adecuados para cada especie vegetal, según lo establezcan los documentos técnicos del proyecto. Los fertilizantes pueden ser órgano–minerales o minerales, y deberán aportar los macro nutrientes y micro nutrientes esenciales para un buen establecimiento y óptimo desarrollo de los individuos.

**820.2.4 Otros insumos**

Se podrán requerir otros insumos como hormonas para enraizar, hidro-retenedores, etc., que deben cumplir los requerimientos establecidos en los documentos del proyecto.

**820.2.5 Tutores y cercos**

Los tutores y cercos que se requieran deberán cumplir con los requisitos establecidos en los documentos del proyecto o indicados por el Interventor.

**820.2.6 Agua para riego**

El agua deberá estar limpia, sin elementos extraños ni suciedad evidente, y deberá estar libre de contaminaciones químicas. No es necesario que el agua sea potable.

**820.3 EQUIPO**

---

El Constructor deberá disponer de los equipos y herramientas necesarios, tales como rastrillos, azadones, horcas, ganchos para formar surcos y demás implementos para asegurar que los trabajos de plantación de árboles tengan la calidad exigida y se garantice el cumplimiento de su programa de ejecución.

Se deberá usar un vehículo con canastilla para transporte del material vegetal.

## 820.4 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

---

### 820.4.1 Aspectos generales

La ejecución de los trabajos de plantación de árboles se hará siguiendo las indicaciones y los procedimientos definidos en los documentos del proyecto y aprobados en el plan de ejecución, teniendo en cuenta los lineamientos establecidos en la Guía de Manejo Ambiental del Proyectos de Infraestructura – Sector Vial, del Instituto Nacional de Vías, y por entidades especializadas como el Jardín Botánico de Bogotá.

En lo posible, la plantación se deberá realizar con el inicio del período de lluvias.

### 820.4.2 Supervisión técnica

Para la planeación y la dirección de los trabajos de plantación de árboles, es obligatorio que el Constructor tenga dentro de su equipo a un profesional del área forestal con suficiente experiencia en este tipo de trabajos.

El plan de ejecución de la plantación de árboles y todos los informes de seguimiento de estos trabajos deberán ser firmados por este profesional, junto con el director de obra.

### 820.4.3 Planeación y seguimiento

El Constructor, por intermedio de su especialista forestal, deberá presentar y suscribir el plan detallado de ejecución de los trabajos, acompañado de los informes, soportes y planos exigidos para tal propósito, el cual deberá contar con la aprobación de la autoridad ambiental competente y del Interventor antes de iniciar los trabajos de plantación de árboles.

Así mismo, el plan de ejecución deberá incluir un plano de ubicación general de los árboles por plantar para que cualquier entidad de control pueda delimitar la zona y ubicarse en el terreno.

El plan de ejecución deberá incluir un programa detallado de las actividades a ejecutar para el establecimiento y mantenimiento de los árboles, señalando en el mismo, de manera secuencial, todos los procedimientos a implementar y la clase de materiales o insumos

requeridos. Este plan debe estar hecho en general para un tiempo mínimo de tres (3) años, si los documentos del proyecto no disponen algo diferente.

Este plan deberá incluir, también, un sistema de evaluación y seguimiento que permita verificar el desarrollo de la actividad en cada una de las fases, así: establecimiento, reposición y mantenimiento.

Se deberán realizar visitas que, en lo posible, cuenten con la participación de la autoridad ambiental competente; el Constructor deberá elaborar informes de estas visitas que incluyan fichas de seguimiento con el respectivo registro fotográfico. A no ser que los documentos del proyecto indiquen otra cosa, los informes serán bimestrales durante el primer año; cuando el tiempo transcurrido a partir de la plantación del último árbol del proyecto sea mayor de un año, los informes de seguimiento podrán ser semestrales.

A la terminación del proyecto, el Constructor deberá presentar un informe final de la actividad de plantación de árboles que incluya la versión final de las fichas de seguimiento. Además, en este informe se deberán indicar cuáles individuos tienen menos de tres años de plantados o no han completado el plan de mantenimiento establecido para el proyecto.

#### **820.4.4 Suministro de plántones**

El Constructor deberá informar al Interventor, con una anticipación no menor a 15 días, sobre el envío de los plántones al proyecto, de manera que éste tenga la oportunidad de inspeccionarlos en el vivero.

#### **820.4.5 Transporte y almacenamiento temporal**

Los plántones deberán ser empacados adecuadamente para prevenir daños por efectos del clima y del transporte. El Constructor deberá usar unos sistemas de empaque y transporte adecuados para prevenir daños en la corteza, ramas y raíces.

Cada plánton deberá tener una etiqueta, a prueba de agua, que indique el nombre del árbol y la fecha de despacho.

Los plántones que lleguen a la obra pero no vayan a ser instalados inmediatamente, deberán ser almacenados temporalmente en un sitio

acondicionado especialmente por el Constructor para ese propósito, que permita mantener la alimentación y la humedad de los individuos hasta su plantación.

Los plántones deberán ser plantados en un tiempo no mayor a 30 días.

#### 820.4.6 Preparación del terreno

El sitio donde se va a plantar el árbol se deberá preparar mediante la remoción de todo material inadecuado, como césped, piedras, raíces y semillas.

#### 820.4.7 Excavación

La excavación para la plantación del árbol deberá tener el tamaño adecuado para alojar el plánton. En general, la excavación deberá tener las dimensiones mínimas indicadas en la Tabla 820 - 1, salvo que los documentos del proyecto indiquen otra cosa.

Tabla 820 – 1. Tamaño mínimo de la excavación para la plantación de árboles

CARACTERÍSTICAS DEL PLANTÓN	DIÁMETRO, en exceso del diámetro del sistema radicular	PROFUNDIDAD, en exceso de la profundidad de las raíces
Altura - Hasta 1.5m - Más de 1.5m	-	0.20 m 0.30 m
Diámetro del sistema radicular - Hasta 1.0m - Más de 1.0m	0.50 m 50 % más que el diámetro del sistema radicular	-

El suelo que queda en el fondo y a los lados de la excavación deberá ser aflojado en un espesor de 15 cm antes de colocar el plánton.

Las excavaciones para la plantación de árboles no deberán quedar abiertas de un día para otro.

#### 820.4.8 Instalación de los plántones

El Interventor inspeccionará los plántones antes de ser instalados en la excavación. Se rechazarán los individuos que no cumplan los requisitos establecidos en el numeral 820.2.1, que estén en condiciones no

satisfactorias o que presenten signos de manejo inapropiado; estos individuos deberán ser retirados y dispuestos en sitios aprobados por el Interventor y deberán ser reemplazados por individuos en buen estado, sin costo adicional para el Instituto Nacional de Vías.

Para la plantación, se retirará la bolsa que contiene el sistema radicular del plantón, teniendo cuidado de que no se desbarate el bloque de tierra que viene adherido a él. Luego se colocará el plantón en el hoyo abierto y se rellenará la excavación con el material especificado en el numeral 820.2.2, apisonando el material para eliminar vacíos y para que el plantón quede sujeto firmemente al suelo.

Si los documentos del proyecto así lo contemplan, o lo indica el Interventor, se instalarán tutores para apoyar el crecimiento adecuado y vertical de los plantones; también se puede requerir la instalación de cercos de postes de madera y alambre de púas para proteger la plantación de semovientes.

#### **820.4.9 Fertilización**

Se deberá considerar al menos una fertilización principal y una de mantenimiento. La fertilización principal se realizará junto con la plantación del árbol. Los materiales y dosificaciones se señalarán en los documentos del proyecto. Durante el proceso de crecimiento, se completará la fertilización, según lo indicado en los documentos del proyecto o lo establecido por el Interventor.

Los niveles anteriores serán considerados como mínimos. Las fertilizaciones se podrán realizar en conjunto con los riegos de agua.

#### **820.4.10 Riego y conservación**

El riego se aplicará a partir del día siguiente de la plantación y no habrá límite en cuanto a su frecuencia. De preferencia, se regará temprano en la mañana y al atardecer.

La frecuencia de los riegos dependerá tanto de las condiciones climáticas como de las especies sembradas y deberá ser suficiente para asegurar, junto con las fertilizaciones, que durante todo el proceso se presenten los niveles adecuados de desarrollo de los árboles.

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.

#### **820.4.11 Manejo ambiental**

Todas las determinaciones referentes a los trabajos de plantación de árboles deberán ser tomadas considerando la protección del medio ambiente y las disposiciones vigentes sobre el particular.

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

---

#### **820.5.1 Controles**

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 numeral 820.2.
- Vigilar el cumplimiento del plan de establecimiento y mantenimiento aprobados.
- Evaluar periódicamente el porcentaje de prendimiento y tomar las acciones preventivas y/o de control para garantizar la supervivencia de los individuos.
- Verificar el cumplimiento de todas las medidas ambientales y de seguridad requeridas.

El Interventor vigilará el cumplimiento, por parte del Constructor, de la presentación del plan de ejecución, así como de los informes de evaluación y seguimiento solicitados en el numeral 820.4.3; vigilará, también, que el Constructor efectúe la conservación adecuada de los árboles sembrados, hasta su recibo definitivo.

El Interventor medirá, para efectos de pago, el trabajo correctamente ejecutado.

#### **820.5.2 Condiciones específicas para el recibo**

Los trabajos de plantación de árboles serán recibos si los árboles han prendido adecuadamente, si los árboles plantados cumplen con las condiciones funcionales, paisajísticas y técnicas contempladas en los documentos del proyecto, si se ha realizado de forma apropiada el plan de ejecución aprobado, si los insumos empleados cumplen los requisitos de calidad correspondientes y si el área de plantación se encuentra bien mantenida y libre del material sobrante.

En caso necesario, el Constructor deberá presentar al Interventor la Certificación expedida por parte de la autoridad ambiental competente que acredite el cumplimiento de la obligación que hubiere impuesto para la plantación de árboles en el proyecto.

#### **820.6 MEDIDA**

---

La unidad de medida de la plantación de árboles será la unidad (u) de árbol sembrado de acuerdo con los documentos del proyecto y las indicaciones del Interventor, a plena satisfacción de éste.

#### **820.7 FORMA DE PAGO**

---

El pago de la plantación de árboles 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 del terreno; el suministro en el lugar, el almacenamiento temporal y la colocación de todos los materiales requeridos para plantación; la excavación; la plantación; el relleno de la excavación; los tutores y cercos; el riego, incluyendo el suministro del agua, y poda periódicas de los árboles plantados, si se requiere; el suministro y la aplicación de fertilizantes, insecticidas y demás materiales requeridos para la conservación de los árboles hasta su recibo definitivo; los desperdicios y el manejo adecuado de ellos; la señalización y el control de tránsito; el plan de ejecución y seguimiento y, en

general, todo costo adicional relacionado con la correcta ejecución de los trabajos especificados.

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

### **820.8 ÍTEM DE PAGO**

---

820.1 Plantación de árboles

Unidad (u)

*Nota: se deberá elaborar un ítem de pago por separado para cada especie de árbol contemplada en el contrato.*

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

**Esta página ha sido dejada en blanco intencionalmente**  
NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS