


NORMA DE CONSTRUCCIÓN PROTECCIÓN DE TALUDES





| CONTROL DE CAMBIOS | | | | | | | | | |
|--------------------|----|------|---------|--------|--------|--------------|---------------------|----|------|
| Fecha | | | Elaboró | Revisó | Aprobó | Descripción | Entrada en vigencia | | |
| DD | MM | AAAA | | | | | DD | MM | AA |
| 09 | 10 | 2017 | SAOV | PAGM | LFAG | Creación | | | |
| 01 | 12 | 2018 | SAOV | PAGM | LFAG | Modificación | 01 | 12 | 2018 |
| | | | | | | | | | |

| | | | |
|---|------------------------------|--|--------------------|
| MULTINEGOCIOS | OBRAS CIVILES | NC-NN-OC08-06 | REV. 0 |
|  | PROTECCIÓN DE TALUDES | ELABORÓ: SAOV | REVISÓ: PAGM |
| | | APROBÓ: LFAG | FECHA: |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS | ANSI A |  | ESCALA: N/A |
| | | UNIDAD DE MEDIDA: INDICADA | PÁGINA: 1 de 15 |

CONTENIDO

| | | |
|---------|---|----|
| 1. | OBJETO | 3 |
| 2. | ALCANCE | 3 |
| 3. | DOCUMENTOS DE REFERENCIA | 3 |
| 4. | REQUISITOS TÉCNICOS | 4 |
| 4.1. | DISPOSICIONES GENERALES | 4 |
| 4.1.1. | Perfilado y reconformación de taludes | 5 |
| 4.1.2. | Lechada de agua y cemento | 5 |
| 4.1.3. | Mortero y malla | 6 |
| 4.1.4. | Pastos | 7 |
| 4.1.5. | Árboles y arbustos | 8 |
| 4.1.6. | Refuerzo con telas orgánicas o sintéticas (biomantos) | 9 |
| 4.1.7. | Sistemas celulares de confinamiento (geoceldas) | 10 |
| 4.1.8. | Geomallas | 10 |
| 4.1.9. | Geotextiles | 11 |
| 4.1.10. | Concreto lanzado con malla electrosoldada | 11 |
| 4.1.11. | Cunetas | 12 |
| 4.1.12. | Trinchos de madera | 13 |
| 5. | LISTADO DE MATERIALES GENERALES PARA LA CONSTRUCCIÓN..... | 14 |
| 6. | LISTADO DE ACTIVIDADES GENERALES PARA LA CONSTRUCCIÓN | 14 |

| | | | |
|---|------------------------------|--|--------------------|
| MULTINEGOCIOS | OBRAS CIVILES | NC-NN-OC08-06 | REV. 0 |
|  | PROTECCIÓN DE TALUDES | ELABORÓ: SAOV | REVISÓ: PAGM |
| | | APROBÓ: LFAG | FECHA: |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS | ANSI A |  | ESCALA: N/A |
| | | UNIDAD DE MEDIDA: INDICADA | PÁGINA: 2 de 15 |

1. OBJETO

Esta norma tiene como propósito establecer los requisitos técnicos que se deben cumplir para realizar la protección de taludes, mediante métodos que permitan disminuir el riesgo de inestabilidad.

2. ALCANCE

Esta norma aplica para realizar la protección de taludes que se generen en la ejecución de proyectos para la infraestructura de EPM, con el fin de prevenir la erosión superficial y el desprendimiento de material que pueda generar inestabilidades en el talud.



Este documento reemplaza en su totalidad a la Norma y Especificación General de Construcción:

- NEGC 420-00 *Protección de taludes*
- NEGC 203-00 *“Trinchos de madera”*

3. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

Los reglamentos, las normas técnicas nacionales e internacionales y demás documentos empleados como referencia en esta norma de construcción, deben ser considerados en su versión más reciente.

| DOCUMENTO | NOMBRE |
|---------------------------------------|---|
| Decreto Gerencial 1266 de 2002 de EPM | “En el cual se adopta la norma técnica y especificación general de construcción “NEGC” 1300 – Impacto Comunitario.” O la disposición que lo complemente, modifique, sustituya o derogue. |
| Manual EPM | Manual Corporativo de Procedimientos de Seguridad |
| INVIAS. Cap. 2. | Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras del Instituto Nacional de Vías (INVIAS). Artículo 234 – Conformación de taludes existentes. |
| ASTM D374 | Standard Test Methods for Thickness of Solid Electrical Insulation |
| ASTM D1388 | Standard Test Method for Stiffness of Fabrics |
| ASTM D2455 | Standard Test Method for Identification of Carboxylic Acids in Alkyd Resins (Withdrawn 2005) |
| ASTM D1505 | Standard Test Method for Density of Plastics by the Density-Gradient Technique |
| ASTM D1238 | Standard Test Method for Melt Flow Rates of Thermoplastics by Extrusion Plastometer |
| ASTM D4595 | Standard Test Method for Tensile Properties of Geotextiles by the Wide-Width Strip Method |

| | | | |
|---|-----------------------|---|-------------------------------|
| MULTINEGOCIOS | OBRAS CIVILES | NC-NN-OC08-06 | REV. 0 |
|  | PROTECCIÓN DE TALUDES | ELABORÓ: SAOV | REVISÓ: PAGM |
| | | APROBÓ: LFAG | FECHA: |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS | ANSI A |  ESCALA: N/A | UNIDAD DE MEDIDA: INDICADA |
| | | | PÁGINA: 3 de 15 |

| DOCUMENTO | NOMBRE |
|------------|---|
| ASTM D4603 | Standard Test Method for Determining Inherent Viscosity of Poly(Ethylene Terephthalate) (PET) by Glass Capillary Viscometer |
| ASTM D6818 | Ultimate Tensile Properties of Rolled Erosion Control Products |
| ASTM D6566 | Measuring Mass Per Unit Area of Turf Reinforcement Mats ¹ |
| ASTM D6525 | Standard Test Method for Measuring Nominal Thickness of Rolled Erosion Control Products |
| ASTM D4355 | Standard Test Method for Deterioration of Geotextiles by Exposure to Light, Moisture and Heat in a Xenon Arc-Type Apparatus |
| ASTM D6693 | Standard Test Method for Determining Tensile Properties of Nonreinforced Polyethylene and Nonreinforced Flexible Polypropylene Geomembranes |
| ASTM D638 | Standard Test Method for Tensile Properties of Plastics |
| ASTM D3895 | Standard Test Method for Oxidative-Induction Time of Polyolefins by Differential Scanning Calorimetry |
| ASTM D1505 | Standard Test Method for Density of Plastics by the Density-Gradient Technique |
| ASTM D1603 | Standard Test Method for Carbon Black Content in Olefin Plastics |
| ASTM D5199 | Standard Test Method for Measuring the Nominal Thickness of Geosynthetics |



4. REQUISITOS TÉCNICOS

4.1. DISPOSICIONES GENERALES

Se deben proteger los taludes indicados en los planos del proyecto o según lo defina EPM. Para esto se debe proceder de acuerdo con lo indicado en los planos de diseño o en su ausencia en esta norma de construcción. El método de protección del talud debe ser seleccionado de acuerdo a los requerimientos puntuales del proyecto, verificando la viabilidad técnica y económica de cada una de las opciones disponibles para realizar este trabajo.

Es importante que antes de utilizar cualquiera de los métodos que se describen en esta norma, se evalúe cual es el tipo de material del que está compuesto el talud, ya que dependiendo de sus características, se tendrá que seleccionar el método de protección más adecuado. Si es del caso, se debe consultar con un ingeniero geotecnista para que evalúe la mejor opción de tratamiento a utilizar.

A continuación, se describen algunos métodos de protección de taludes que pueden ser utilizados. En caso de que se vaya a usar otro método diferente a los mencionados en este documento, se debe realizar el su diseño y se debe presentar a EPM la sustentación técnica del método a utilizar.

| | | | |
|---|------------------------------|--|--------------------|
| MULTINEGOCIOS | OBRAS CIVILES | NC-NN-OC08-06 | REV. 0 |
|  | PROTECCIÓN DE TALUDES | ELABORÓ: SAOV | REVISÓ: PAGM |
| | | APROBÓ: LFAG | FECHA: |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS | ANSI A |  | ESCALA: N/A |
| | | UNIDAD DE MEDIDA: INDICADA | PÁGINA: 4 de 15 |

4.1.1. Perfilado y reconfiguración de taludes

Consiste en retirar de los taludes cuñas sueltas y material removido para proporcionar una pendiente uniforme y estable, de tal forma que puedan efectuarse procedimientos como la revegetalización con semilla, o el recubrimiento con malla y mortero de cemento, u otro método de protección de taludes. Esta actividad puede efectuarse en taludes localizados en cualquier sitio solicitado por la interventoría o EPM, incluyendo orillas de ríos, quebradas, etc.

La actividad incluye la excavación, disposición final y compactación del material del talud. Además, incluye la mano de obra, herramientas y equipos de seguridad necesarios para ejecutar esta actividad.

- Ejecución del trabajo:



Con el fin de realizar el equilibrio de las fuerzas que tienden a desestabilizar el talud, se debe realizar una remoción de materiales de la cabeza del mismo, también se debe evaluar la posibilidad de abatir la pendiente en caso de que ésta sea muy elevada (o en los casos de tener suelos friccionantes), adicionalmente, dependiendo de la altura total del talud y cuando se presente un cambio de pendiente, se debe evaluar la opción de realizar bermas intermedias.

El perfilado de taludes debe realizarse de forma manual, desde la parte superior del talud hacia su base, buscando siempre remover las "cuñas" o sectores del talud que muestren inestabilidad o que deformen el plano inclinado del mismo. Todo material a remover debe ser autorizado previamente por la interventoría. Una vez desprendidos los bloques de material, estos podrán ser utilizados para realizar llenos, enrocados o gaviones, o deberán disponerse en los sitios adecuados que determine la interventoría.

Durante la ejecución del trabajo debe garantizarse la integridad física de los trabajadores, utilizando manilas, correas, pines, cascos o cualquier otro sistema que garantice la seguridad y salud de los trabajadores, el contratista deberá velar en todo momento por la integridad de sus trabajadores de acuerdo con las normas vigentes de seguridad industrial.

4.1.2. Lechada de agua y cemento

Se aplica una lechada de agua y cemento en una proporción 1:3 en volumen, sobre todo el talud por medio semi-manual, puede ser aplicada o regada con equipo con bomba de inyección u otro elemento apropiado, debidamente aprobado por la interventoría o por EPM. El espesor de la lechada debe ser determinado de acuerdo con lo establecido en los planos, o según las recomendaciones de la interventoría del proyecto. Adicionalmente se deben dejar instalados drenajes de acuerdo al tipo de suelo y a las condiciones atmosféricas a las que estará expuesto el talud.

| | | | | | |
|---|-----------------------|--|-----------------|-------------------------------|--------------------|
| MULTINEGOCIOS | OBRAS CIVILES | NC-NN-OC08-06 | REV. 0 | | |
|  | PROTECCIÓN DE TALUDES | ELABORÓ: SAOV | REVISÓ: PAGM | | |
| | | APROBÓ: LFAG | FECHA: | | |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS | ANSI A |  | ESCALA: N/A | UNIDAD DE MEDIDA: INDICADA | PÁGINA: 5 de 15 |

4.1.3. Mortero y malla

Consiste en la protección de la superficie del talud, mediante un recubrimiento en malla de gallinero y mortero, para protegerlo y prevenir su erosión. Se debe aplicar en aquellas zonas que más problemas pueda causar el agua lluvia o de escorrentía y deben estar adosado a la superficie del talud mediante anclajes, los cuales consisten en cilindros de mortero reforzado vaciados “in situ” (ver figura 1). Los anclajes deben vaciarse en mortero de dosificación 1:4 y deben ser reforzados con una varilla de acero de diámetro (1/4”) y 0,50 m de longitud. Las dimensiones del cilindro de mortero mínimas son: 0,05 m de diámetro por 0,50 m de profundidad, y su disposición debe ser de 1 cada m² de revestimiento y adicionalmente 2 por metro lineal en el perímetro del revestimiento.

La actividad incluye el mortero de dosificación 1:4 y de 0,05 m de espesor, la malla de gallinero (doble) con orificios de 0,05m x 0,05 m, curado del mortero, el refuerzo y su colocación, vaciado de los anclajes y los equipos de seguridad necesarios para la protección de los trabajadores, los equipos, materiales, transporte, herramientas, mano de obra, gastos generales e indirectos, necesarios para realizar la actividad completa con base en estas especificaciones.



Es importante que antes de utilizar este método de protección, se evalúe si el tipo de material del talud permite recibir este tratamiento, y si es del caso, se debe consultar con un ingeniero geotecnista para que evalúe la mejor opción de tratamiento a utilizar.

- Ejecución del trabajo:

La Interventoría debe señalar previamente los sitios y demarcar las áreas a recubrir, el contratista debe proceder a adecuar la superficie efectuando un perfilado del terreno para desprender suelos inestables, posteriormente se procede a vaciar los anclajes “in situ” para seguir con la instalación de la doble malla debidamente amarrada a los anclajes de concreto, luego se debe recubrir la superficie del talud con el mortero con dosificación 1:4, es decir una parte de cemento por cuatro partes de arena en toda la extensión, el espesor del recubrimiento mínimo debe ser de 0,05 m en promedio.

La malla se debe disponer de tal manera que no quede en contacto con el terreno natural procurando que quede embebida totalmente en el mortero (con un recubrimiento de 0,025 m). En caso de que la interventoría lo solicite, deben dejarse instalados drenajes para el talud, consistentes en tubos de PVC perforados de diámetro mínimo de 2” en una cantidad y disposición definida en el diseño, lo mismo que la longitud de las perforaciones de drenaje. Los tubos de PVC deben ir envueltos en geotextil no tejido para la retención de finos y el paso del agua, o pueden usarse tubos que tengan incluidas las ranuras longitudinales y transversales de tal manera que cumplan la misma función que el geotextil.

A continuación, se presenta un esquema de la instalación descrita anteriormente.

| | | | | | |
|---|------------------------------|--|------------------|-------------------------------|--------------------|
| MULTINEGOCIOS | OBRAS CIVILES | NC-NN-OC08-06 | REV. 0 | | |
|  | PROTECCIÓN DE TALUDES | ELABORÓ: SAOV | REVISÓ: PAGM | | |
| | | APROBÓ: LFAG | FECHA: | | |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS | ANSI A |  | ESCALA: N/A | UNIDAD DE MEDIDA: INDICADA | PÁGINA: 6 de 15 |

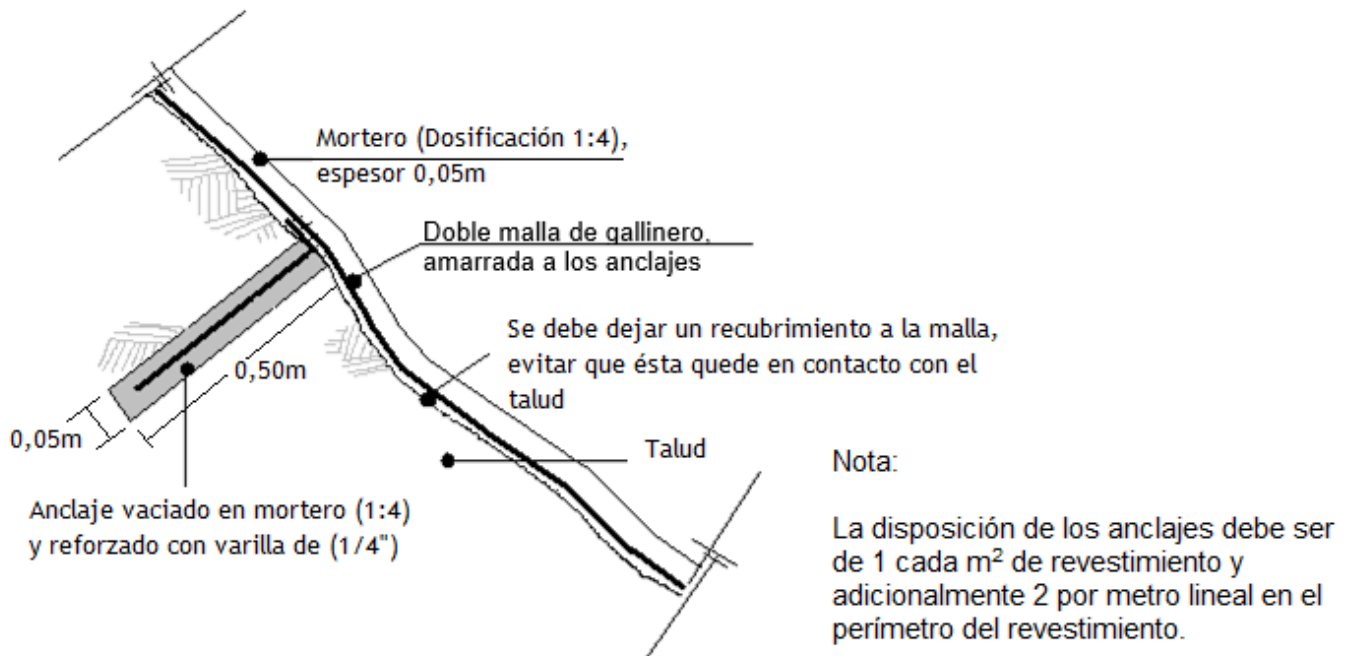




Figura 1. Anclaje de mortero reforzado con varilla

4.1.4. Pastos

Los pastos ayudan a controlar diferentes factores que influyen en la inestabilidad de los taludes, ya que permiten el aislamiento del suelo de las fuerzas de tracción que genera el flujo de agua de escorrentía, adicionalmente, las raíces conforman una red densa que refuerza el suelo superficial aumentando su resistencia al corte y a la erosión. Lo anterior es válido para la profundidad de anclaje de las raíces (normalmente entre 0,30 m – 0,50 m), en los casos en los que se tengan indicios de procesos de inestabilidad a profundidades mayores, se deben evaluar métodos de protección adicionales.

El trabajo consiste en la ejecución de una regeneración del material vegetal sobre los taludes mediante la siembra de pasto, cuya semilla debe adaptarse la zona del proyecto. Existen diferentes tipos de pasto que pueden ser utilizados para realizar la revegetalización, a continuación, se mencionan algunos:

- Vetiver (Vetiveria Zizanioides)
- Braquiaria (Braquiaria Decumbens Stapf)
- Gordura (Melinis minutiflora)
- Kykuyo (Pennisetum Clandestinum)
- Puntero (Hyparrhenia rufa stapf)
- Pangola (Digitaria Decumbens Stent)
- Elefante (Pennisetum purpureum)
- San Agustín (Stenotratum Secundatum)
- Limonaria (Cymbopogon citratus)
- Bermuda (Cynodon dactylon)

| | | | |
|---|------------------------------|--|--------------------|
| MULTINEGOCIOS | OBRAS CIVILES | NC-NN-OC08-06 | REV. 0 |
|  | PROTECCIÓN DE TALUDES | ELABORÓ: SAOV | REVISÓ: PAGM |
| | | APROBÓ: LFAG | FECHA: |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS | ANSI A |  | ESCALA: N/A |
| | | UNIDAD DE MEDIDA: INDICADA | PÁGINA: 7 de 15 |

- Guinea (*Panicum Maximum*)

Notas:

- La selección del tipo de semilla a utilizar depende de diferentes factores tales como: al sistema de reproducción de la semilla, profundidad y distribución de las raíces, adaptabilidad de las plantas a las condiciones climáticas de la zona, interacción de la vegetación con el agua y el suelo. Se deben evaluar los factores mencionados anteriormente, antes de dar las recomendaciones del tipo de semilla a utilizar.
- Las recomendaciones para la siembra dependen del tipo de especie que se vaya a utilizar, el uso de fertilizantes y demás elementos que se requieran deben ser especificados por un profesional competente.
- La revegetalización con semilla ayuda a controlar la erosión superficial del talud, sin embargo, debe evaluarse si este método requiere la implementación de medidas de protección adicionales.
- Se debe prever la construcción de cercas para impedir el paso de animales que puedan alimentarse del pasto usado para la protección de los taludes.





4.1.5. Árboles y arbustos

Al igual que los pastos, los árboles y arbustos se usan para la protección de taludes y el control de la erosión en orillas de cauces de agua, ya que sus raíces ayudan a sostener el suelo, generando fuerzas que resisten el deslizamiento.

Existen diferentes especies que pueden ser utilizadas para el control de la erosión, sin embargo, se debe analizar cuál es la más apropiada de acuerdo a los requerimientos del proyecto. A continuación, se mencionan algunas especies que pueden ser usadas:

- Acacia negra (*Acacia decurrens*): Usada para el control de erosión.
- Casuarina (*Casuarina equisetifolia*): Usada para el control de erosión.
- Eucalipto (*Eucalyptus globulus*): Usado como estaca para trinchos y control de erosión.
- Matarratón (*Gliricidia Sepium*): Puede usarse para la construcción de cercas, trinchos y para enramados.
- Bambú (*Bambusa Vulgaris*): Puede usarse para protección de nacimientos de agua, no se recomienda para protección de taludes debido a su peso, pues puede representar problemas de estabilidad en altas pendientes.
- Guadua (*Bambusa guadua*): Usado para protección de riberas de corrientes de agua, como material para trinchos.
- Mora (*Chlorophora tinctoria*): Usada para el control de erosión.
- Caña flecha (*Gynerium sagittatum*): Usada para la protección de nacimientos de agua.

| | | | | | |
|---|------------------------------|--|------------------|-------------------------------|--------------------|
| MULTINEGOCIOS | OBRAS CIVILES | | NC-NN-OC08-06 | REV. 0 | |
|  | PROTECCIÓN DE TALUDES | | ELABORÓ: SAOV | REVISÓ: PAGM | |
| | | | APROBÓ: LFAG | FECHA: | |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS | ANSI A |  | ESCALA: N/A | UNIDAD DE MEDIDA: INDICADA | PÁGINA: 8 de 15 |

- Chachafruto (*Erythrina edulis*): Usada para el control de erosión.
- Guamo (*Inga codonantha*): Usada para la protección de nacimientos de agua.
- Chocho (*Erythrina rubrinervia*): Usada para el control de erosión.

Notas:



- La selección del tipo de especie a utilizar depende de diferentes factores tales como: al sistema de reproducción de la semilla, profundidad y distribución de las raíces, adaptabilidad de las plantas a las condiciones climáticas de la zona, interacción de la vegetación con el agua y el suelo. Se deben evaluar los factores mencionados anteriormente, antes de dar las recomendaciones del tipo de planta a utilizar.
- Se deben evaluar los efectos adversos del uso de ciertos tipos de especies, ya que, en algunos casos, se pueden presentar inconvenientes como: aumento de las fuerzas actuantes al deslizamiento por el peso excesivo del árbol, levantamiento de estructuras adyacentes o en contacto con las raíces, agrietamientos en suelos expansivos por la absorción de agua del árbol, entre otros.
- Las recomendaciones para la siembra dependen del tipo de especie que se vaya a utilizar, el uso de fertilizantes y demás elementos que se requieran deben ser especificados por un profesional competente.
- Se debe evaluar la posibilidad de utilizar especies nativas del área del proyecto, teniendo en cuenta que éstas ya se encuentran adaptadas a las características del sitio (clima, elevación sobre el nivel del mar, tipo de suelo, etc.)

4.1.6. Refuerzo con telas orgánicas o sintéticas (biomantos)

En los casos en los que se requiera proteger las semillas del arrastre del agua de escorrentía sobre el talud, se debe utilizar telas o mantos orgánicos o sintéticos que ayuden a sostenerlas.

Previo a la instalación de los mantos se debe garantizar la estabilidad geotécnica del talud, adicionalmente se debe verificar si el suelo posee las condiciones necesarias para la revegetalización, y en los casos en los que no se tengan dichas condiciones, se debe implementar una capa de suelo con fertilizantes, semillas e hidrotenedores.

Los mantos se deben anclar en una zanja de dimensiones mínimas de 0,15 m (ancho) x 0,30 m (profundidad) en la cresta del talud, a unos 0,60 m – 0,90 m del borde, utilizando ganchos en “U” o estacas triangulares, posteriormente se debe cubrir la superficie de la zanja con el manto y colocar el suelo de relleno compactado en la zanja. Seguido a esto, se debe colocar lodo fertilizado junto con las semillas en la superficie del talud y cubrirlo con el manto. Finalmente se debe asegurar el manto al suelo usando grapas en forma de “U”. El diámetro, longitud, cantidad, separación y el patrón de instalación de las grapas de anclaje debe ser el que se especifique en el diseño o el que recomiende el fabricante del

| | | | |
|---|------------------------------|--|------------------|
| MULTINEGOCIOS | OBRAS CIVILES | NC-NN-OC08-06 | REV. 0 |
|  | PROTECCIÓN DE TALUDES | ELABORÓ: SAOV | REVISÓ: PAGM |
| | | APROBÓ: LFAG | FECHA: |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS | ANSI A |  | ESCALA: N/A |
| UNIDAD DE MEDIDA: INDICADA | | PÁGINA: 9 de 15 | |

manto.

En el caso que no se pueda realizar la zanja en la corona del talud, se debe realizar un doblez hacia dentro de máximo 0,50 m e instalar anclajes continuos para que quede adherido el manto a la superficie del terreno (evitando que ingrese agua por debajo del manto).

Las propiedades mecánicas, físicas y de desempeño de los mantos deben cumplir los requerimientos de las normas ASTM D6818, ASTM D6566, ASTM D6525 y ASTM D4355.

Se deben seguir todas las recomendaciones dadas en el diseño o en su defecto las que especifique el fabricante del producto.

4.1.7. Sistemas celulares de confinamiento (geoceldas)

Las geoceldas deben ser usadas en los casos que se tengan suelos con una composición árida, dónde se requiera estabilizar el material del talud. Adicionalmente, estos elementos pueden utilizarse para colocar una cobertura de vegetación o una cobertura de concreto sobre la superficie del talud.

Las geoceldas deben estar conformadas por cintas de polietileno de alta densidad, soldadas o extruidas a intervalos regulares, de tal forma que se conformen paneles tridimensionales. Adicionalmente se deben expandir en forma de acordeón, de tal manera que una vez expandidas en su máxima extensión y rellenos con suelo granular o concreto, la estructura proporcione un confinamiento efectivo para el suelo. El tipo de relleno para las geoceldas, así como sus características técnicas, debe ser indicado en el diseño y en los planos del proyecto.



Las características de las geoceldas deben ser indicadas en el diseño y en los planos del proyecto. Adicionalmente, se deben seguir las recomendaciones dadas por el fabricante, para la selección de la altura, densidad, material de relleno e instalación.

Las propiedades mecánicas y físicas de las geoceldas dependen de los requerimientos de diseño y de las condiciones y procedimientos de instalación, en cualquier caso, estos elementos deben cumplir los requerimientos de las normas ASTM D6693, ASTM D638, ASTM D3895, ASTM D1505, ASTM D1603 y ASTM D5199.

4.1.8. Geomallas

Son mallas plásticas con orificios de gran tamaño, que se utilizan para reforzar el suelo de los taludes o para separar capas de materiales gruesos, adicionalmente se pueden usar como canastas para gaviones.

Las geomallas deben ser de polietileno de alta densidad, poliéster o polipropileno, o de un material plástico que permita soportar los esfuerzos de tracción adecuadamente. La resistencia a la tracción debe

| | | | | | |
|---|------------------------------|--|------------------|-------------------------------|---------------------|
| MULTINEGOCIOS | OBRAS CIVILES | NC-NN-OC08-06 | REV. 0 | | |
|  | PROTECCIÓN DE TALUDES | ELABORÓ: SAOV | REVISÓ: PAGM | | |
| | | APROBÓ: LFAG | FECHA: | | |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS | ANSI A |  | ESCALA: N/A | UNIDAD DE MEDIDA: INDICADA | PÁGINA: 10 de 15 |

ser definida en el diseño, ya que ésta depende de las condiciones particulares del talud (inclinación, material, etc).

Deben seguirse las recomendaciones de instalación que se especifiquen en el diseño o las que recomiende el fabricante, sin embargo, se debe tener en cuenta los siguientes criterios mínimos:

- Se debe asegurar la geomalla con ganchos o estacas.
- Se debe dejar un traslapo entre geomallas de mínimo 1,50 m en la dirección en la cual se encuentre la tensión, y mínimo 0,15 m en la dirección perpendicular a la tensión.
- No se permite la operación de maquinaria directamente sobre la geomalla.
- Las geomallas pueden tener una resistencia a la tensión diferente en las dos direcciones ortogonales, por lo tanto, se debe verificar que la dirección de la resistencia principal coincida con la dirección en la que se presentan los mayores esfuerzos.

Las propiedades mecánicas y físicas de las geomallas deben cumplir los requerimientos de las normas ASTM D1388, ASTM D1505, ASTM D12385, ASTM D4595, ASTM D374, ASTM D4603, ASTM 2455.

4.1.9. Geotextiles

Los geotextiles son láminas formadas por fibras continuas filamentosas o aplanadas, con un entramado regular (geotextiles tejidos) o entrecruzados sin un orden determinado (geotextiles no tejidos), los cuales pueden ser utilizados para la estabilización de taludes y terraplenes. Los geotextiles proporcionan cohesión y amarre a las diferentes capas de suelo que conforman el talud y en algunos casos también mejoran las condiciones de drenaje.



El dimensionamiento y la selección del tipo de geotextil a utilizar debe ser definido en el diseño, teniendo en cuenta la fuerza de tensión que éste elemento debe resistir.

4.1.10. Concreto lanzado con malla electrosoldada

En taludes conformados por roca de mala calidad, en los cuales la adherencia entre el concreto lanzado con la superficie del talud es baja, se debe utilizar una malla electrosoldada para aumentar la resistencia y la protección del talud.

Se debe fijar al talud una malla electrosoldada, con sus respectivos elementos de anclaje según las especificaciones presentadas en el diseño. Se debe tener especial cuidado al instalar la malla, ya que se busca que ésta quede despagada del talud, de tal forma que cuando se lance el concreto se obtenga un recubrimiento a ambos lados de la misma. Así mismo, se deben dejar instalados los sistemas de drenaje necesarios que se indiquen en el diseño, previo a la aplicación del concreto.

Previo al lanzamiento del concreto, se debe preparar la superficie, bien sea mediante el uso de chorros

| | | | |
|---|------------------------------|--|---------------------|
| MULTINEGOCIOS | OBRAS CIVILES | NC-NN-OC08-06 | REV. 0 |
|  | PROTECCIÓN DE TALUDES | ELABORÓ: SAOV | REVISÓ: PAGM |
| | | APROBÓ: LFAG | FECHA: |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS | ANSI A |  | ESCALA: N/A |
| | | UNIDAD DE MEDIDA: INDICADA | PÁGINA: 11 de 15 |

de aire y agua que remuevan polvo, rocas sueltas o cualquier otro elemento extraño en la superficie del talud. Adicionalmente se debe controlar que la distancia de aplicación del concreto no exceda los 1,00 m a 1,50 m.

Las especificaciones del concreto y de la malla, así como de otros elementos o mecanismos que se utilizan en los trabajos se deben realizar según lo especificado en los planos de diseño, la resistencia mínima del concreto debe ser de 21 MPa, y su colocación debe realizarse mediante un sistema de bombeo de concreto, compuesto por los siguientes equipos:

- Bomba para concreto
- Compresor
- Manguera lanzadora de concreto
- Manguera transportadora de aire

El concreto debe cubrir totalmente la malla colocada sobre la superficie del talud, y tener un espesor mínimo de 50 mm.

4.1.11. Cunetas

El agua de escorrentía debe ser desviada antes de que penetre al área en las inmediaciones de la corona del talud, para esto se deben construir cunetas en las líneas perimetrales y de coronación.



Las cunetas deben construirse según lo que indiquen los planos de diseño del proyecto. En caso contrario se deben seguir las siguientes recomendaciones:

Se debe conformar el terreno de apoyo excavando o llenando hasta cumplir con la pendiente indicada por la Interventoría, y de acuerdo con las dimensiones y diseño señalados en esquema adjunto. Todo el material inadecuado debe ser retirado y sustituido por un material apropiado, previamente aprobado por la Interventoría. El material de apoyo debe ser compactado dando un acabado fino y firme a la superficie.

La base para la cuneta debe ser humedecida y apisonada por métodos manuales o mecánicos hasta que quede firme antes de vaciar el concreto. Las juntas de dilatación deben ser del tipo planas sin mortero. Las juntas deben construirse formando ángulo recto con el eje longitudinal. Cuando la pendiente de la cuneta sea igual o mayor al 5%, se deben construir llaves de concreto de 0,15 m de profundidad por 0,20 m de ancho y 0,20 m de largo, separadas cada 10 m.

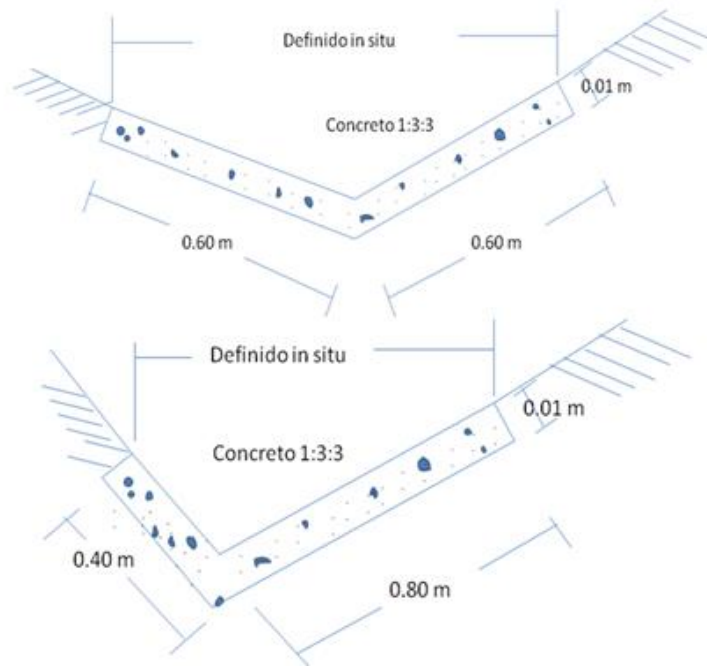
El recorrido de las aguas lluvias por las cunetas no debe exceder 150 m. La posición de las obras de desagüe de éstas debe ser definida por la Interventoría. Las cunetas deben presentar alineamientos y pendientes uniformes, sin que se presenten quiebres que den mal aspecto o causen empozamientos.

Cuando lo indique la Interventoría, los espaldares de las cunetas deben proveerse de orificios de

| | | | |
|---|------------------------------|--|------------------|
| MULTINEGOCIOS | OBRAS CIVILES | NC-NN-OC08-06 | REV. 0 |
|  | PROTECCIÓN DE TALUDES | ELABORÓ: SAOV | REVISÓ: PAGM |
| | | APROBÓ: LFAG | FECHA: |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS | ANSI A |  | ESCALA: N/A |
| UNIDAD DE MEDIDA: INDICADA | | PÁGINA: 12 de 15 | |

diámetro 13 mm (1/2”), espaciados cada metro, para facilitar el drenaje de los taludes. Por ningún motivo los espaldares de las cunetas deben quedar descubiertos; éstos deben protegerse con material de relleno, producto de las excavaciones, debidamente compactado y perfilado con el terreno adyacente.

Las formaletas para la construcción de las cunetas deben tener caras uniformes, compactas, rectas y lisas en la superficie de concreto y se deben colocar siguiendo los alineamientos y pendientes de acuerdo con las dimensiones requeridas, para garantizar un drenaje efectivo. El vaciado del concreto se debe hacer en módulos máximo de 3 m de longitud, y en forma alternada.





4.1.12. Trinchos de madera

En taludes con altas pendientes (mayores a 45°) se debe evaluar la posibilidad de la construcción de trinchos con estacas profundas hincadas, que conformen un sistema vertical de contención, construido con madera, ramas de árboles, bambú o mallas. Estas estructuras de madera se usan con el propósito de detener el flujo de material y estabilizar lomos de altas pendientes expuestos a la erosión del agua y el viento, con el fin de evitar daños a la obra o estructuras adyacentes. Los trinchos de madera deben ser instalados a medida que se hagan los lomos y se compacten en los sitios indicados por EPM y ser retirados cuando se vaya a continuar con la ejecución de la obra.

Los trinchos de madera pueden utilizarse para impedir la formación de surcos y cárcavas en taludes con concentraciones altas de agua de escorrentía, adicionalmente se usan para “quebrar” pendientes fuertes, o para contención de sedimentos en zonas de depósito y cañadas.

Las estructuras como los trinchos de madera, deben tener las dimensiones que se indiquen en el diseño y en los planos o especificaciones del proyecto. Este documento no determina condiciones particulares

| | | | |
|---|------------------------------|--|---------------------|
| MULTINEGOCIOS | OBRAS CIVILES | NC-NN-OC08-06 | REV. 0 |
|  | PROTECCIÓN DE TALUDES | ELABORÓ: SAOV | REVISÓ: PAGM |
| | | APROBÓ: LFAG | FECHA: |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS | ANSI A |  | ESCALA: N/A |
| | | UNIDAD DE MEDIDA: INDICADA | PÁGINA: 13 de 15 |

de densidad o resistencia de los elementos que sean utilizados en la construcción de los trinchos de madera; el Contratista es responsable de la estabilidad de las estructuras que construya y de su correcto funcionamiento.

5. LISTADO DE MATERIALES GENERALES PARA LA CONSTRUCCIÓN

- Malla de gallinero
- Malla electrosoldada
- Biomanto
- Geoceldas
- Geomalla
- Concreto
- Lechada
- Mortero
- Ganchos, estacas u otros elementos de anclaje
- Tierra vegetal
- Capote o semillas de grama
- Varillas de ¼"
- Abonaza
- Fertilizante
- Cal agrícola
- Hidroretenedor
- Semillas de pasto
- Lodo fértil
- Triturado
- Arena
- Cemento
- Agua
- Malla electrosoldada



6. LISTADO DE ACTIVIDADES GENERALES PARA LA CONSTRUCCIÓN



A continuación, se describen las actividades necesarias para llevar acabo la protección de taludes:

- Suministro, transporte y manejo de los materiales.
- Siembra de semillas y plantas
- Instalación de geoceldas
- Instalación de biomanto
- Instalación de geomalla

| | | | |
|--|------------------------------|-------------------------------|---------------------|
| MULTINEGOCIOS | OBRAS CIVILES | NC-NN-OC08-06 | REV. 0 |
| | PROTECCIÓN DE TALUDES | ELABORÓ: SAOV | REVISÓ: PAGM |
| | | APROBÓ: LFAG | FECHA: |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS | ANSI A | | ESCALA: N/A |
| | | UNIDAD DE MEDIDA: INDICADA | PÁGINA: 14 de 15 |

- Aplicación de lechada de agua y cemento
- Instalación de malla gallinero y aplicación de mortero
- Instalación de malla electrosoldada y lanzamiento de concreto
- Construcción de cunetas



| | | | |
|---|------------------------------|--|---------------------|
| MULTINEGOCIOS | OBRAS CIVILES | NC-NN-OC08-06 | REV. 0 |
|  | PROTECCIÓN DE TALUDES | ELABORÓ: SAOV | REVISÓ: PAGM |
| | | APROBÓ: LFAG | FECHA: |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS | ANSI A |  | ESCALA: N/A |
| | | UNIDAD DE MEDIDA: INDICADA | PÁGINA: 15 de 15 |