



**COLORADO**  
Department of Transportation

2019

Guía de Campo para  
Control de Erosión y  
Calidad de Aguas de  
Escorrentía



Perímetro  
de Control

Áreas  
Expuestas

Pendientes

Zanjas y  
Canales

Protección de  
Alcantarillas y  
Desembocaduras de  
Agua

Trampas de  
Sedimentos

Prevención de  
Polución

Condiciones  
Especiales



Departamento de Transporte de  
Colorado  
(CDOT, por sus siglas en inglés)

## Números de Teléfono de Contacto

Línea directa para

Descargas Ilícitas, CDOT ..... (303) 512-4426

Línea directa para reporta de Derrames Ambientales

Línea de Emergencia, CDPHE ..... (887) 518-5608

Línea Directa Patrulla Estatal de Colorado (24 Horas)  
..... (303) 239-4501

911 (Sólo para Emergencias)

## Otros Recursos Disponibles

**Programa de Calidad de Agua, CDOT – Sitio Web**

<http://www.coloradodot.info/programs/environmental/water-quality>

**Sección de Arquitectura de Paisajes, CDOT – Sitio Web**

<https://www.codot.gov/programs/environmental/landscape-architecture>

**Lista de Productos Aprobados, CDOT – Sitio Web**

<https://www.codot.gov/business/apl>

**Guía de Control de Erosión y Calidad de Aguas de Lluvia**

<https://www.codot.gov/programs/environmental/landscape-architecture/erosion-storm-quality>

**Guía para descargas de bajo riesgo de aguas subterráneas no contaminadas, CDPHE**

<https://www.colorado.gov/pacific/sites/default/files/WQ%20LOW%20RISK%20GW.pdf>



# Guía de Campo para Control de Erosión y Calidad de Aguas de Escorrentía

Esta guía está diseñada para proveer orientación necesaria para cumplir con los requerimientos de las especificaciones del permiso ambiental del CDOT durante el diseño, instalación y mantenimiento de las medidas de control, con el objetivo de minimizar los impactos en la cantidad y calidad de aguas de escorrentía o pluviales.

Los materiales presentados en este documento pueden haber sido actualizados después de la impresión de esta guía. Es responsabilidad de los usuarios verificar que las especificaciones del proyecto y los detalles estándar usados sean los más recientes.

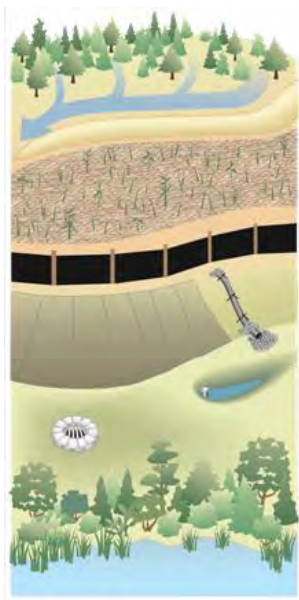
*Foto de Portada: US 50 en CDOT Región 2, a lo largo del Río Arkansas*

## ¡La Escorrentía Descontaminada Empieza Contigo!

Esta guía es una referencia para instaladores, Supervisores de Control de Erosión y Transporte (TECS, por sus siglas en inglés); inspectores de control de erosión y sedimentos, e inspectores de medidas de control para la prevención de polución en áreas de construcción.

La guía contiene información sobre medidas de control comunes y está dividida en los siguientes capítulos: Control de Perímetro, Áreas Expuestas, Pendientes, Zanjas y Canales, Protección de Alcantarillas y Desembocaduras de Agua, Trampas de Sedimentos y Prevención de Polución.

Como referencia rápida, los íconos de “pulgar hacia arriba” y “pulgar hacia abajo” han sido agregados a las fotografías de esta guía para indicar si la aplicación de la medida de control es un buen o mal ejemplo para su adecuada instalación y mantenimiento.



## Objetivos de Planeamiento para el TECS:

### *Antes de Empezar Cualquier Alteración al Suelo:*

- Revisar el Plan de Manejo de Aguas de Escorrentía (SWMP, por sus siglas en inglés) del proyecto.
- Estudiar los patrones de drenaje de la cuenca del proyecto. Identificar todos los posibles caudales, cantidades, así como también los lugares de descarga del proyecto.
- Presentar la lista de las fuentes potenciales de polución y el Plan de Acción de Derrames.
- Presentar la certificación de TECS en la reunión ambiental de pre-construcción. (visite [h2o.codot.gov](http://h2o.codot.gov) para más información).
- Identificar y establecer las áreas iniciales con alto potencial de perturbación en el mapa inicial del SWMP.
- Instalar las medidas de control identificadas en la Sección de Narrativas del SWMP antes que ocurra alguna actividad de construcción.

### *Durante la Construcción:*

- Asistir a las reuniones y revisión de horarios para entender cuándo se deben implementar las medidas de control mostradas en los mapas provisionales del SWMP.
- Diez días antes de empezar cualquier trabajo de concreto (incluyendo demolición), se deberá entregar una metodología establecida para el manejo del contenimiento de las sustancias contaminantes resultantes de los procesos asociados al procesamiento de concreto.
- Entender como las actividades de construcción afectarán los patrones de flujo en el área de

construcción, para entonces determinar los ajustes necesarios a las medidas de control.

- Completar las inspecciones.

#### *Durante las actividades de Estabilización Permanentes:*

- En caso de ser requerido, asistir a la reunión de pre-sembrado en el área de construcción.
- Completar todo el trabajo que se muestra en los Mapas de Estabilización Permanente (Permanent Stabilization Site Maps, documento titulado en inglés). Una vez completado, actualizar el SWMP para reflejar cualquier cambio.

#### *Aceptación Final:*

- Retirar los elementos de las áreas de lavado de concreto y de agregado de vías de acceso vehicular (Vehicle Tracking Pad).
- Verificar que todos los artículos sean completados previo al requerimiento de la Forma 208.10 para aceptación parcial.
- Asistir a la inspección final de aguas de escorrentía para verificar el trabajo de estabilización permanente.
- Completar todos los artículos pendientes incluidos en la Lista de Tareas (Punch List) de la inspección final, incluyendo la remoción de las medidas de control temporales identificadas.
- Continuar realizando inspecciones hasta que la aceptación final y la transferencia del permiso se hayan obtenido.



## Conceptos Clave para ser un Supervisor EXITOSO de Control de Erosión de Transporte (TECS)

### *Mantener una Comunicación Constante*

Un TECS exitoso se comunicará constante y eficazmente con el Ingeniero de Proyecto (PE) del CDOT, el superintendente, así como con todo el equipo del proyecto. El TECS deberá seguir las especificaciones impuestas por CDOT, incluyendo: asegurar que el PE firme las inspecciones y reportes de auditoría, requerir la presencia de miembros clave a las reuniones semanales de aguas de escorrentía, y asegurarse de que el PE y superintendente estén presentes en la reunión de pre-construcción, agendada junto con el jefe regional de control de polución del CDOT y el subcontratista.

### *Usar las herramientas de inspección disponibles*

El TECS deberá identificar apropiadamente contaminantes en el proyecto, así como también *escoger, instalar y mantener* las medidas de control necesarias para minimizar una posible polución de aguas estatales o áreas fuera del proyecto. Herramientas valiosas como el **“The Gauntlet”** están disponibles como guía para los TECS y ayudan a asegurar la conformidad durante el término del proyecto.

### *Ser Proactivo*

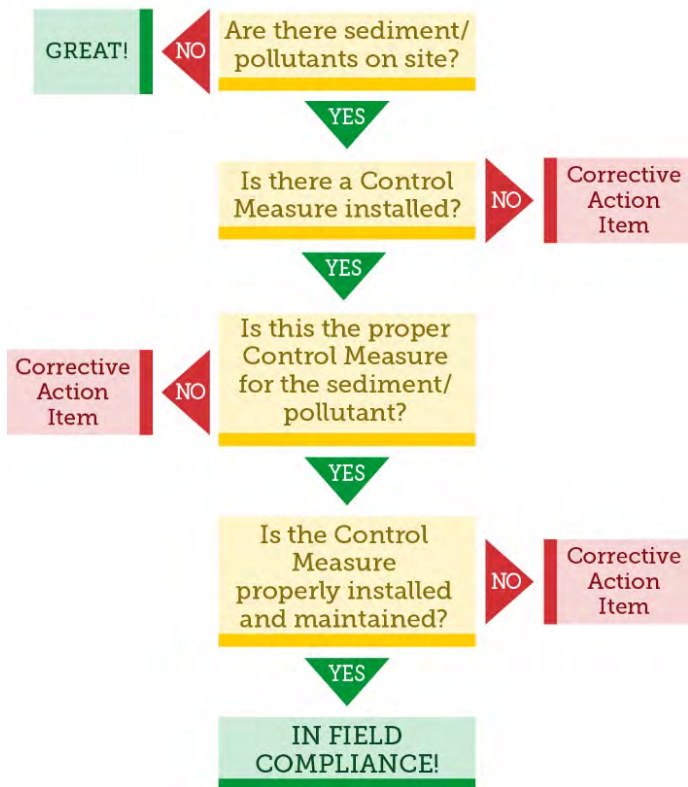
El TECS deberá asegurar que las medidas de control apropiadas estén *instaladas correctamente* antes de exponer el área de

construcción a contaminantes. La planeación des medidas de control previas a la construcción, evitará el uso de medidas reactivas y *mejorará la probabilidad de tener un proyecto exitoso*. Ser proactivo fomentará una mejor comunicación con los dueños, contratistas y subcontratistas, y al mismo tiempo *reducirá los costos de proyecto y mejorará la conformidad con permisos y regulaciones*.

## The Gauntlet

El “The Gauntlet.” es una herramienta sencilla de inspección que se usa para determinar si las medidas de control son apropiadas y si están instaladas correctamente. Una buena costumbre es empezar en un punto de descarga del proyecto y usar la herramienta conforme uno sigue el tren de tratamiento aguas arriba para determinar posibles áreas problemáticas.

### THE GAUNTLET



## Permisos Ambientales

Todas las áreas de construcción requieren medidas de control de aguas de escorrentía. Los sitios de construcción que perturban uno o más acres (con algunas excepciones) requieren cobertura bajo el Sistema de Permisos de Descarga de Colorado, o bajo el Permiso de Descarga Durante Construcción (ver [Low Risk Discharge Guidance Document of Uncontaminated Groundwater to Land](#) del Departamento de Salud Pública y de Ambiente de Colorado (CDPHE, por sus siglas en inglés).

Estos permisos son administrados el CDPHE. Los formatos para obtener estos permisos pueden ser descargados del siguiente enlace:

<https://www.colorado.gov/pacific/cdphe/wq-construction-general-permits>

Todos los sitios de construcción del CDOT requieren tener un SWMP. El SWMP define y establece las medidas de control que previenen la contaminación resultante de actividades de construcción, mantenimiento de vehículos, almacenamiento de materiales peligrosos, instalaciones de desperdicios sanitarios y operaciones de llenado de combustible.

### *¿Por qué necesitamos Control de Erosión y Sedimentos en las Areas de Construcción?*

El Control de Erosión es deseable principalmente por razones ambientales, pero también por la seguridad de las carreteras. La erosión (y posterior sedimentación) descontrolada durante procesos de construcción podría ocasionar impactos negativos en los ríos, daños a las estructuras de drenaje, daños a la propiedad pública y privada, y posiblemente la crítica pública. Cuando se instalan correctamente, las medidas de control reducen la erosión de suelos, y esto a su vez reduce la descarga de sedimentos en aguas estatales cercanas. Adicionalmente, las medidas de control también pueden minimizar la necesidad de implementar medidas correctivas.

Es importante recordar que las aguas de escorrentía no están tratadas previo a ser descargadas al sistema de aguas estatales. Las aguas estatales están definidas como cualquier agua superficial o subterránea que está contenida o fluye por un Estado, incluyendo lagos, ríos, arroyos, canales de descarga, drenajes de agua, aguas subterráneas y pantanos. Cabe mencionar que el agua en sistemas de desagüe, instalaciones de tratamiento de agua o sistemas de desecho municipal, sistemas de distribución de agua potable, y toda el agua retirada para uso público (hasta ser usada) no son consideradas aguas estatales.

### *Estrategias para el Control de Erosión y Sedimentos*

**La mejor estrategia es abordar el control de erosión como medida principal y, subsecuentemente, el control de sedimentos como la secundaria.** El control de erosión reduce la cantidad de suelo transportado por aguas de escorrentía y viento como resultado de perturbaciones durante la construcción. El control de sedimentos captura el suelo que ha sido erosionado antes de que salga del área de construcción. Una implementación efectiva de medidas de control de erosión, reducirá el mantenimiento y prevendrá posibles descargas de sedimentos.

#### *Consejos*

- Desarrolle las actividades de construcción por etapas de tal manera que minimize el área total de suelos perturbados.
- Minimizar una posible polución es más valioso y efectivo que remover el contaminante.
- Use medidas de control redundantes y en serie para evitar la sobrecargar de las mismas y, por ende, su posible falla.
- Limitar las áreas de erosión reduce la carga en las medidas de control de sedimentos.
- Use medidas de control de erosión y sedimentos en todos los proyectos para evitar la descarga de sedimentos fuera del área del proyecto.
- Use estrategias de estabilización iniciales, intermedias y permanentes en áreas perturbadas tan pronto sea posible.

## **Mantenga sus medidas de control en buen estado**

Todas las medidas de control de erosión, sedimentos y otras medidas protectoras identificadas en el SWMP, deben mantenerse en condiciones efectivamente operables en todo momento. Aún cuando el proyecto ha sido aceptado y posteriormente cerrado, los permisos aun pueden estar abiertos y por ende requieren mantenimiento de las medidas de control. Cuando las medidas de control fallan, deben ser reparadas inmediatamente para minimizar la descarga de contaminantes al medio ambiente, fuera del área de construcción.

### *¿Cómo Mantener Nuestras Aguas Limpias?*

Evite la descarga de contaminantes hacia los sistemas de drenaje como canales, sardineles y alcantarillas, entradas de drenaje de agua, arroyos, ríos y pantanos. Contenga los posibles contaminantes dentro del área de construcción designada.

- No permita el ingreso de agua limpia al área de construcción de tal manera que evite que ésta se contamine con sedimentos u otros contaminantes.
- Minimice la perturbación de la vegetación existente.
- Estabilice las áreas perturbadas tan pronto como sea posible.
- Realice inspecciones de acuerdo con la Sección 208.03. Registre las inspecciones en el Formato 1176 del CDOT para inspecciones

de 7 días o más y después de cada evento de lluvia.

- Inspeccione las medidas de control establecidas en áreas de construcción inactivas, después de que los artículos pendientes en la Lista de Tareas sean aceptados, y al menos cada 45 días. Registre las inspecciones en el Formato 1177 del CDOT. Documente las inspecciones hasta que el permiso de aguas de escorrentía este inactivo y/o cerrado.
- Si alguna medida de control falla, repárela inmediatamente.
- Siempre mantenga el SWMP y la documentación asociada a este Plan en el área de construcción y dentro de la propiedad del CDOT. Actualice el SWMP para evidenciar claramente las condiciones del área de construcción no más de 72 horas después de cualquier cambio.
- Remueva las medidas de control que no sean necesarias. Por ejemplo, remueva la cerca de sedimentos cuando el área protegida haya alcanzado el 70% de su vegetación original.



Los siguientes artículos, una vez aprobados por el PE, están disponibles como referencia en el SWMP, ubicado en la oficina de campo del CDOT:

1. Planos
2. Mapas de área
3. Especificaciones del proyecto
4. Planes y Detalles Estándar M&S
5. Actas y/o minutos de las reuniones semanales
6. Calendario de inspecciones
7. Formatos de las inspecciones de campo
8. Reporte de auditorías y Formatos 105(s) relacionados con calidad del agua
9. Métodos de inspección y mantenimiento
10. Plan de respuesta contra derrames
11. Lista de contaminantes potenciales
12. Otros documentos como permisos de transferencia para la Lista de Tareas y acuerdos de uso
13. Certificados de TECS
14. Documentación de la reunión ambiental de pre-construcción
15. Todos los permisos ambientales del proyecto
16. Documentación de la vegetación existente

### *Información Adicional sobre Medidas de Control*

Las especificaciones sobre las medidas de control incluidas en el SWMP, están listadas en el libro de Especificaciones Estándar para la Construcción de Carreteras y Puentes (Standard Specifications for Road and Bridge Construction en inglés) del CDOT (Secciones 101, 107.25, 207, 208, 212, 213, y 216, junto con todas las provisiones especiales que el proyecto pueda tener), los estándares del CDOT M&S, M-208-1, y los detalles del SWMP. Además, la información sobre las medidas de control puede obtenerse de la Guía de Control de Erosión y Calidad de Aguas de Escorrentía del CDOT. Todos los documentos pueden ser descargados en el siguiente enlace:

<http://www.coloradodot.info/programs/environmental/water-quality/documents>

Contacte al TECS, personal Regional Ambiental, o Ingeniero del Proyecto, si existiese alguna pregunta sobre el SWMP, o la instalación y el mantenimiento de las medidas de control.

*Libro de Especificaciones Estándar para la Construcción de Carreteras y Puentes del CDOT.*

Las Especificaciones del CDOT pueden ser descargadas del siguiente enlace:

<https://www.codot.gov/business/designsupport/cdot-construction-specifications/2017-construction-standard-specs>

- La Sección 107.25 hace referencia a las prácticas que minimizan la polución de agua durante la etapa de construcción. Esta sección clarifica las responsabilidades por objeto de violaciones y multas.
- La Sección 207 detalla la preparación del subsuelo, así también como la preparación de la capa superior del suelo, almacenamiento y la distribución *in-situ*.
- La Sección 208 cubre el control de calidad de agua para áreas de construcción y describe las medidas de control y penalidades resultantes del incumplimiento del control de erosión.
- La Sección 209 explica la aplicación de agua para paisajismo y los paliativos de polvo.
- La Sección 212 detalla la siembra de semilla, uso de fertilizantes, condicionadores de suelos e instalación de césped en áreas de construcción.
- La Sección 213 establece los requerimientos para la aplicación de mantillo y mantillo por aerosol.
- La Sección 216 cubre las mantas de retención de suelos y las mantas por aerosol de mantillo, para control de erosión en áreas de construcción.

*Esta página en blanco intencionalmente.*

## Tabla de Contenidos

### Números de Teléfono de Contacto

### Otros Recursos Disponibles

### ¡La Escorrentía Descontaminada Empieza Contigo!ii

Objetivos de Planeamiento para el TECS: ..... iii

Conceptos Clave para ser un Supervisor EXITOSO  
de Control de Erosión de Transporte (TECS) .... v

The Gauntlet..... vii

Permisos Ambientales ..... viii

Mantenga sus medidas de control en  
buen estado ..... xi

### Capítulo 1 Perímetros de Control

#### Perímetros de Control ..... 1-2

Cerco de Seguridad de Construcción..... 1-2

Bermas Temporales y Desvíos de Agua..... 1-3

Cerca de Sedimentos..... 1-7

Vía de Acceso Vehicular  
(Vehicle Tracking Pad) ..... 1-10

### Capítulo 2 Áreas Expuestas

#### Áreas Expuestas ..... 2-2

Raspado de Superficies..... 2-2

Aplicación de Mantillo..... 2-3

Fijadores de Mantillo..... 2-5

Siembra de Semilla ..... 2-5

### Capítulo 3 Pendientes

#### Pendientes ..... 3-2

Corte Vertical..... 3-2

Cerca de Sedimentos u Otros Tipos de Cerca	3-4
Mantas de Retención de Suelos.....	3-6
Mantas de Mantillo en Aerosol .....	3-13
Desagües Temporales de Pendiente.....	3-14
<b>Capítulo 4 Zanjas y Canales</b>	
<b>Zanjas y Canales .....</b>	<b>4-2</b>
Diques de Contención (Check Dams).....	4-2
<b>Capítulo 5 Protección de Alcantarillas y</b>	
<b>Desembocaduras</b>	
<b>Protección de Alcantarillas y</b>	
<b>Desembocaduras.....</b>	<b>5-2</b>
Protección de Alcantarillas .....	5-2
Protección de Desembocaduras .....	5-9
<b>Capítulo 6 Trampas de Sedimentos</b>	
Trampas de Sedimentos Temporales.....	6-2
<b>Capítulo 7 Prevención de Polución</b>	
<b>Prevención de Polución .....</b>	<b>7-2</b>
Estructuras de Lavado de Concreto .....	7-2
Control de Residuos Sólidos y Líquidos.....	7-6
Control y Prevención de Derrames.....	7-8
Manejo de Montículos de Tierra.....	13
Barrido y Aspirado de Calles .....	15
<b>Capítulo 8 Condiciones Especiales</b>	
<b>Condiciones especiales .....</b>	<b>8-2</b>
Estructuras de Extracción de Agua .....	8-2
Cruce de Ríos.....	8-4

## Capítulo 1 Perímetros de Control

<b>Perímetros de Control.....</b>	<b>1-2</b>
Cercos de Seguridad de Construcción.....	1-2
Bermas Temporales y Desvíos de Agua.....	1-3
Cerca de Sedimentos.....	1-7
Vías de Acceso Vehicular (Vehicle Tracking Pad) .....	1-10

## Perímetros de Control

Los perímetros de control son usados para evitar que el drenaje cargado con sedimentos fluya fuera del área de construcción, así como para definir el perímetro de construcción y/o áreas sensibles. Es importante que los perímetros de control sean instalados antes de empezar cualquier actividad de movimiento de suelos.

### Cerco de Seguridad de Construcción

El cerco de seguridad de construcción (cerco plástico) deber ser usado para proteger áreas pantanosas y otras áreas sensibles del tráfico propio de un área de construcción.



*Este es un excelente ejemplo del uso de un cerco de seguridad de construcción. En la foto, éste es usado para prevenir el daño vehicular a la vegetación existente, minimizar impactos ambientales y delimitar el área de construcción.*



## Bermas Temporales y Desvíos de Agua

Una berma de tierra es una cresta compactada temporal que reduce la velocidad y desvía las aguas de escorrentía fuera de áreas concurridas o de áreas de pendiente. Los desvíos de agua limpia están diseñados para interceptar y desviar el drenaje limpio y de tierras altas fuera del perímetro de suelos descubiertos. Las bermas y desvíos temporales dirigen el drenaje estratégicamente a lo largo del área de construcción para reducir los impactos asociados a la erosión y sedimentación. Las bermas y desvíos deben ser retirados una vez terminadas las actividades de construcción.

### Consejos

- Las bermas deben tener una altura mínima de 18 pulgadas, pendientes 2:1 o menores, y una base mínima de 4,5 pies de ancho.
- Las bermas deben ser construídas usando materiales de subsuelo, nunca mantillo.
- Las bermas no deben ser usadas en áreas de alto tráfico vehicular, en dónde puedan ser maltratadas.
- Las bermas no deben ser usadas pendiente abajo. Debe tenerse especial cuidado con áreas donde se concentra el drenaje por bermas existentes.
- No use arena, gravilla o material con escombros para construir las bermas.
- Los desvíos de agua limpia requieren provisiones especiales de proyecto y detalles previamente aprobados por el CDOT.

## Mantenimiento

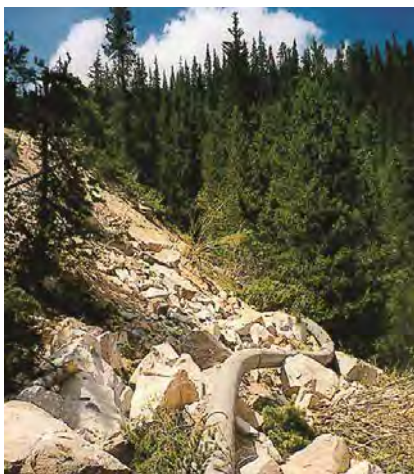
- Busque y repare las brechas en las bermas de manera inmediata.



*Este es un excelente ejemplo de una berma temporal. El material usado ha sido compactado y no se observan brechas.*



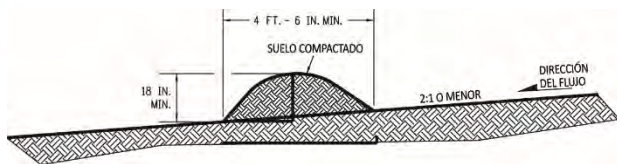
*Este es un mal ejemplo de construcción de una berma. El material usado no ha sido compactado debidamente.*



*Este es un excelente ejemplo de un desvío de agua limpia por medio de una tubería, la cual debe tener una capacidad mínima para transportar el drenaje esperado de un evento con frecuencia de 2 años.*



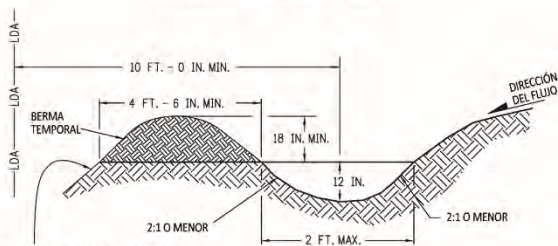
*Este es un excelente ejemplo de un desvío de agua limpia de corte abierto. Roca y forros de plástico PVC son usados para minimizar la descarga de sedimentos dentro del agua desviada a lo largo de un área de construcción.*



**NOTAS:**

1. LAS BERMAS DEBEN TENER UNA ALTURA DE 18 IN., PENDIENTES DE 2:1 O MENORES Y UNA BASE DE MÍNIMO 4 FT. - 6 IN.
2. LAS BERMAS DEBEN SER USADAS PARA INTERCEPTAR Y DESVIAR EL DRENAJE HACIA LA DESEMBOCADURA DESIGNADA.
3. LAS BERMAS NO DEBEN SER USADAS CUANDO EL ÁREA DE DRENAJE EXCEDE LOS 10 ACRES.
4. LAS BERMAS DEBEN SER CONSTRUÍDAS DE UN MATERIAL ACEPTABLE, QUE PUEDA SER COMPACTADO, COMO MÍNIMO, POR UNA COMPACTADORA DE RUEDA (MAQUINARIA PESADA).
5. LAS BERMAS TEMPORALES DEBEN SER CONSTRUÍDAS DE TERRAPLÉN (SUBSUELO) Y NUNCA DE MATERIAL SUPERFICIAL DE SUELO ALMACENADO.

**BERMA TEMPORAL**



PARA BERMAS CON ALTURAS SUPERIORES A 2 FT., INSTALE MEDIDAS DE CONTROL EN LA BASE DE LA PENDIENTE. VER DETALLE EN M-208-1, HOJA 3 DE 11.

**NOTAS:**

1. LOS CANALES DE DESVÍO TEMPORALES DEBEN SER CONSTRUÍDOS A TRAVÉS DE LA PENDIENTE PARA INTERCEPTAR EL DRENAJE Y DIRIGIRLO A UNA DESEMBOCADURA ESTABLE O UNA TRAMPA DE SEDIMENTOS.
2. USE CANALES DE DESVÍO TEMPORALES INMEDIATAMENTE ARRIBA DE CORTES DE SUELO NUEVO, PENDIENTES DE RELLENOS, O ABARCANDO LA TOTALIDAD DEL PERIMETRO DE LAS ÁREAS PERTURBADAS.
3. EL GRADIENTE DE LA TRAYECTORIA DEL FLUJO DEBE SER POSITIVO PARA PERMITIR EL DRENAJE DE AGUA, PERO NO DEBE SER MUY EMPINADO PARA ASÍ EVITAR CONDICIONES DE EROSIÓN DEBIDO A ALTAS VELOCIDADES.
4. LA LÍNEA DE FLUJO DEL DESVÍO DEBE ESTAR UBICADA AL MENOS A 10 FT. DE DISTANCIA DE LOS LÍMITES DEL ÁREA PERTURBADA.
5. LAS BERMAS TEMPORALES DEBEN SER CONSTRUÍDAS EN LA BASE DE TERRAPLÉN (SUBSUELO) Y NUNCA DE MATERIAL SUPERFICIAL DE SUELO DE RELLENO.

**DESVÍO TEMPORAL**

## Cerca de Sedimentos

Las Cercas de Sedimentos pueden ser usadas como perímetros de control temporales alrededor de áreas de construcción con suelos perturbados. También pueden ser usadas dentro del área de construcción, a lo largo de las bases de pendiente o montículos de relleno. Una cerca de sedimentos consiste en una tela estirada entre postes de anclaje instalados a intervalos regulares. Cuando se instalan correctamente y son inspeccionadas de manera frecuente, son efectivas manteniendo los sedimentos *in-situ*.

### Consejos

- Instale la cerca de sedimentos antes de despejar, escarbar o gradar cualquier área.
- Instale la cerca de sedimentos a lo largo de las curvas de nivel para evitar la formación de flujos concentrados que puedan fallar la cerca.
- Instale cercas de sedimentos evitando pendientes. A lo largo de la base de montículos de relleno (óptimamente a una distancia de 5 pies), se deberá crear un área detrás de la cerca donde el agua pueda acumularse y depositar sedimentos con el paso del tiempo.
- Remueva el sedimento que se acumula detrás de las cercas y deseche apropiadamente cuando éste se acumule hasta la mitad de la cerca.
- No exceda un área de drenaje de 0,25 acres por cada 100 pies de cerca de sedimentos.
- No instale la cerca de sedimentos entre zonas pantanosas o el área colindante puesto que la zanja de instalación podría afectar la vegetación.

En estas circunstancias, use una cerca de construcción naranja.

- No instale cercas de sedimentos en aguas estatales.
- Las cercas de sedimentos no funcionan bien en suelos rocosos o en presencia de fuertes vientos.

### Mantenimiento

- Use grapas y estacas para la instalación.
- Remueva las cercas cuando éstas ya no sean necesarias.
- Estabilice el área perturbada después de remover las cercas.



*Este es un buen ejemplo de instalación de una cerca de sedimentos. Demuestra un buen control de perímetro, define el área de trabajo, además de proteger la vegetación existente.*

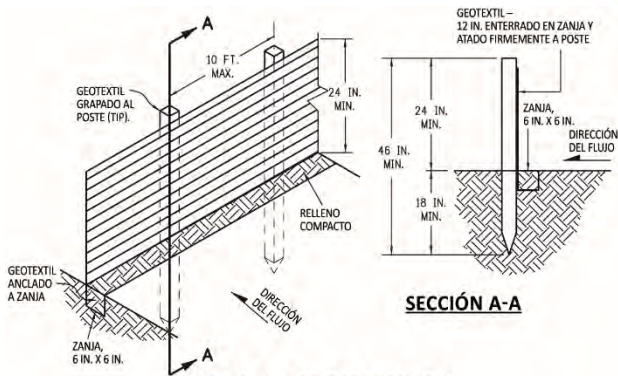


*Este es un mal ejemplo del uso de cercas de sedimentos. Además de la falta de mantenimiento,*

*evidencia la aplicación de cercas en aguas estatales, lo cual no está permitido en proyectos del CDOT.*



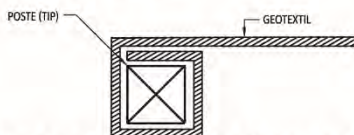




### **CERCA DE SEDIMENTOS**

NOTAS:

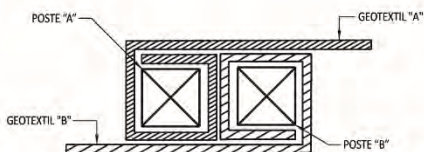
1. EL GEOTEXTIL DEBE ESTAR ATADO A LOS POSTES POR MEDIO DE TRES (3) O MÁS GRAPAS POR POSTE. LAS GRAPAS DEBEN SER DE ALAMBRE RESISTENTE Y DE AL MENOS 1 IN. DE LARGO.
2. LOS POSTES DE MADERA DEBEN TENER DIMENSIONES DE 1 IN. X 1 IN. (NOMINAL).
3. LA CERCA DE SEDIMENTOS DEBE SER INSTALADA EN UNA CURVA DE NIVEL (A LA MISMA ELEVACIÓN +/- 6 IN.). LOS EXTREMOS DEBEN SER EXTENDIDOS PENDIENTE ARRIBA (MÍNIMA ELEVACIÓN ADICIONAL DE 18 IN.).



### **DETALLE DE LA TERMINACIÓN (VISTA DE PLANTA)**

NOTA:

1. LA TERMINACIÓN DE LA CERCA DE SEDIMENTOS DEBE ENVOLVER EL POSTE POR LO MENOS 6 IN. (VUELTA ENTERA), Y ASEGURADA AL POSTE CON 6 GRAPAS DE ALAMBRE RESISTENTE DE 1 IN. DE LARGO.



### **DETALLE DE UNIÓN (VISTA DE PLANTA)**

NOTAS:

1. LA TERMINACIÓN DE LAS CERCAS DE SEDIMENTO ADYACENTES DEBE UNIRSE ENTRE SÍ ENVOLVIENDO 6 IN. DE GEOTEXTIL DEL CORTE (TELA "A") ALREDEDOR DEL POSTE DEL CORTE ADYACENTE (POSTE "B") Y VICEVERSA. LA TELA DEBERÁ, COMO MÍNIMO, DAR UNA VUELTA ENTERA A CADA POSTE, Y POSTERIORMENTE DEBERÁ SER ASEGURADA CON 6 GRAPAS DE ALAMBRE RESISTENTE DE 1 IN. DE LARGO.
2. LOS POSTES DEBEN UBICARSE ESTRECHAMENTE ENTRE SÍ, SIN DEJAR ESPACIOS, EVITANDO EL POSIBLE FLUJO DE SEDIMENTOS ENTRE LAS UNIONES.

## Vía de Acceso Vehicular (Vehicle Tracking Pad)

El propósito de las vías de acceso vehicular es minimizar la cantidad de sedimentos que abandonan el área de construcción en forma de lodo adherido a las llantas de los vehículos que entran y salen del área. Las vías de acceso vehicular remueven el lodo de las llantas cuando los vehículos pasan sobre las entradas designadas.

Típicamente, una capa de geotextil separa la gravilla de la capa superior del suelo, previniendo así que la gravilla sea enterrada. La capa de geotextil también reduce la cantidad de surcos formados por los vehículos al distribuir su peso de una manera más uniforme. Las vías de acceso vehicular también pueden ser prefabricadas; encuentre detalles sobre los productos prefabricados la lista de productos pre-aprobados del CDOT (CDOT APL).

### Concejos

- Limpie inmediatamente cualquier lodo o tierra que sea transportado fuera de la almohadilla vehicular.
- Reemplace sardineles, cunetas o veredas que sean deterioradas con la instalación de la almohadilla.
- El contratista deberá asegurarse que todos los vehículos usen avías de acceso vehicular.
- El agregado de la almohadilla vehicular deberá ser reemplazado cuantas veces sea necesario para asegurar si adecuado funcionamiento.





*Esta es una excelente instalación de vías de acceso vehicular para acceso vehicular.*



*Esta es una mala instalación de vías de acceso vehicular debido a que no cuentan con 70 pies de longitud. Ver detalles en la siguiente página.*



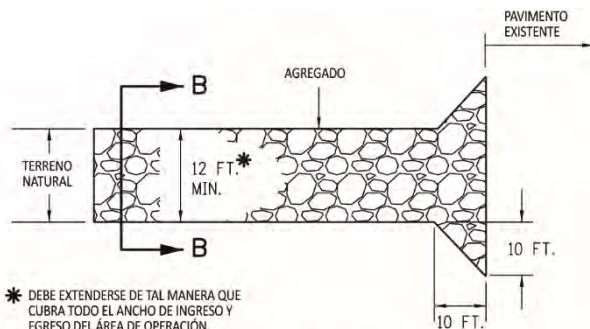
*Esta es una mala instalación de vías de acceso vehicular debido a que no cuentan con 70 pies de longitud. Ver detalles en la siguiente página.*



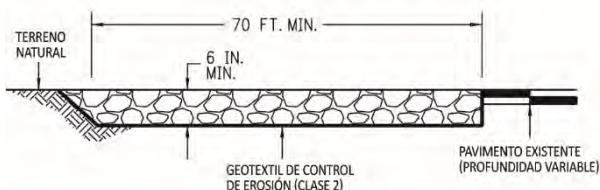


**Tabla de Tamizado Para Almohadillas Vehiculares**

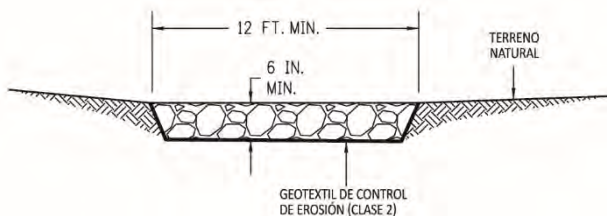
<b>Tamaño del Tamizado</b>	<b>Porcentaje Peso que Pasa por el Tamizado de la Malla Cuadrada</b>
75 mm (3 pulgadas)	100
50 mm (2 pulgadas)	0 to 25
19 mm (0,75 pulgadas)	0 to 15



### VISTA DE PLANTA



### VISTA DE CORTE



### SECCIÓN B-B

NOTAS:

1. EL CONTRATISTA DEBE EVITAR DETERIORAR LOS BORDES Y COMPUERTAS QUE CRUCEN LA ENTRADA SIN OBSTRUIR EL FLUJO DEL AGUA A TRAVÉS DE LA ESTRUCTURA. EL COSTO DE PROTEGER ESTOS BORDES DEBE ESTAR INCLUIDO EN EL COSTO TOTAL DEL TRABAJO Y NO SERÁ PAGADO POR SEPARADO.
2. TODOS LOS MATERIALES Y EL TIEMPO LABORAL REQUERIDOS PARA COMPLETAR LA VÍA DE ACCESO VEHICULAR DEBEN ESTAR INCLUIDOS EN EL COSTO TOTAL DEL TRABAJO Y NO SERÁN PAGADOS POR SEPARADO.

## VIA DE ACCESO VEHICULAR (VEHICLE TRACKING PAD)

*Esta página se dejó en blanco intencionalmente.*

## Capítulo 2 Áreas Expuestas

<b>Áreas Expuestas.....</b>	<b>2-2</b>
Raspado de Superficie .....	2-2
Aplicación de Mantillo .....	2-3
Fijadores de Mantillo.....	2-5
Siembra de Semilla .....	2-5

## Áreas Expuestas

De acuerdo a las especificaciones estándar del CDOT, al final del día de trabajo, el contratista deberá estabilizar las áreas perturbadas usando raspado de superficies, cortes verticales o una combinación de ambos.

Tenga en cuenta que la remoción de vegetación existente o de la capa superficial del suelo, puede generar erosión rápidamente.

### Raspado de Superficies

El raspado de superficies puede lograrse creando surcos, incidiendo, desgarrando o cortando la superficie del suelo con discos que crean variaciones en la superficie de 2 a 4 pulgadas. El raspado es usado como una medida de control temporal que reduce la velocidad del drenaje y la erosión, aumenta la infiltración, promueve la captura de sedimentos, y prepara el suelo para el posterior sembrado.

El raspado se usa a lo largo de la curva de nivel en las zonas pendientes. Es importante aclarar que el raspado no es igual al corte vertical (ver



Página 3-2).

*Un excelente ejemplo de raspado de superficie siguiendo la curva de nivel.*



## Aplicación de Mantillo

En la aplicación de mantillo, como medida de control de erosión, se usa paja o heno sin maleza certificados para estabilizar las pendientes expuestas temporalmente cuando las actividades de construcción se detienen por 14 días o más, o cuando se imposibilita el sembrado debido a las condiciones climáticas de la estación. La aplicación de mantillo también puede ser usado como una estrategia de estabilización permanente en áreas recién sembradas.

### Consejos

- Aplique el mantillo a 1-2 pulgadas de profundidad.
- Preferiblemente, instale 1,5 toneladas de heno o paja por acre, opuesto a 2 toneladas por acre.
- Asegure el mantillo mecánicamente, encrespando la paja o heno y seguidamente aplicando fijadores.
- Evite aplicar el mantillo cuando existen condiciones de vientos considerables.



*Esta es una excelente instalación de mantillo; el forraje ha sido surcado en el suelo ya trabajado.*





*Esta es una excelente aplicación de mantillo; las fibras han sido surcadas o cortadas con disco dentro del suelo y están bien levantadas.*



*Esta es una mala aplicación de mantillo. No se aprecia suficiente cobertura, ya que el mantillo no fue asegurado mecánicamente al suelo.*



## Fijadores de Mantillo

Los fijadores de mantillo se aplican con agua y están hechos de *Plantago Insularis* o polímero de maicena. Estos fijadores mantiene el mantillo en su lugar y reducen la erosión causada por el viento y el drenaje. Nótese que siempre deben usarse fijadores cuando se aplique paja o heno.

### Consejos

- Aplique los fijadores de mantillo durante las primeras 4 horas después de la aplicación del mantillo.
- Evite fijadores de mantillo en la presencia de lluvia, fuertes vientos o sobre nieve.

## Siembra de Semilla

La siembra de semilla se usa para establecer cubiertas vegetativas sobre suelos perturbados, de tal manera que controlen el drenaje de agua y eviten erosión. Esta práctica reduce la erosión y pérdida de suelos, y a su misma vez provee una forma de estabilización permanente.

### Consejos

- Debilite la superficie antes de aplicar la semilla.
- Realice una curva de nivel de pendiente si necesita perforar la semilla.
- Entregue las etiquetas de la semilla al inspector.
- Inspeccione la perforación de semillas para asegurar buena colocación.
- Una estabilización permanente requiere que se rectifique el suelo, se siembre la semilla y se aplique mantillo antes que pasen 4 días después de la instalación de la capa superior del suelo.

- Si algún área sembrada no germina o se perturba, siembre semilla nuevamente para proveer buena cobertura.
- Siembre semillas a lo largo de la duración de las actividades de construcción.
- Siembre las semillas sólo durante la estación climática adecuada (ver la tabla de sembrado de semilla). Si se planta fuera de estación, el sembrado puede no ser exitoso.



*Este es un buen ejemplo de sembrado de semilla. El suelo fue preparado previamente a la agregación de la capa superficial de suelo junto con enmiendas de suelo. La semilla perforada fue instalada paralela a la curva de nivel (siguiendo la cuesta).*

## Guía de Sembrado de Semilla por Estación Climática

Zona	Sembrado de Primavera	Sembrado de Otoño
<b>Áreas fuera del La Pendiente Occidental</b>		
A menos de 6,000 pies	Desde el derretimiento de hielo en primavera a Junio 1	Septiembre 15 hasta evidenciar condiciones de congelamiento del suelo
De 6,000 a 7,000 pies	Desde el derretimiento de hielo en primavera a Junio 1	Septiembre 15 hasta evidenciar condiciones de congelamiento del suelo
De 7,000 a 8,000 pies	Desde el derretimiento de hielo en primavera a Julio 15	Agosto 1 hasta evidenciar condiciones de congelamiento del suelo
Arriba de 8,000 pies	Desde el derretimiento de hielo en primavera hasta evidenciar condiciones de congelamiento del suelo	
<b>Área dentro de la Pendiente Occidental</b>		
A menos de 6,000 pies	Desde el derretimiento de hielo en primavera a Mayo 1	Agosto 1 hasta evidenciar condiciones de congelamiento del suelo
De 6,000 a 7,000 pies	Desde el derretimiento de hielo en primavera a Mayo 1	Septiembre 1 hasta evidenciar condiciones de congelamiento del suelo
Arriba de 7,000 pies	Desde el derretimiento de hielo en primavera hasta evidenciar condiciones de congelamiento del suelo	

*Esta página se dejó en blanco intencionalmente.*

## Capitulo 3 Pendientes

<b>Pendientes .....</b>	<b>3-2</b>
Corte Vertical.....	3-2
Cerca de Sedimetos u Otras Cercas.....	3-4
Cerca de Sedimentos u Otros Tipos de Cerca .....	3-4
Mantas de Retención de Suelos .....	3-6
Mantas de Mantillo en Aerosol .....	3-13
Desagües Temporales de Pendiente .....	3-14

## Pendientes

Las pendientes, en particular las más largas o empinadas, deben ser protegidas durante construcción para prevenir erosión laminar, canalizada o de cauce. Las pendientes se deben estabilizar de inmediato después de terminado el trabajo de gradación, mediante el uso de mantas de retención de suelos en pendientes 3:1 o más empinadas, dependiendo del tipo de suelo. Para proteger las pendientes adecuadamente, se deben usar múltiples enfoques, debido a que los enfoques singulares típicamente son insuficientes.

El drenaje puede ser colectado y desviado por medio de canales hacia tuberías o pendientes de canales abiertos que estén protegidos en caso tal de que las pendientes tengan terrazas.

Para proteger las pendientes se pueden usar las medidas de control listadas a continuación, en conjunto con el sembrado de semilla y la instalación de mantillos.

### Corte Vertical

Los cortes verticales consisten en el raspado del material de subsuelo o terraplén que crean ranuras horizontales usando maquinaria de construcción. Los cortes verticales reducen la velocidad del drenaje, aumentan capacidad de infiltración y reducen el potencial de erosión.



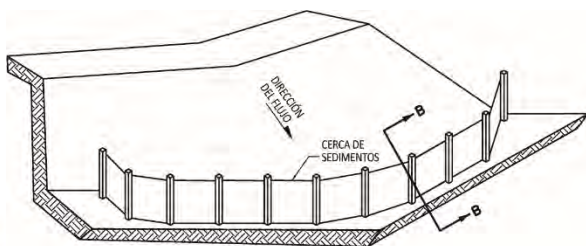
## Consejos

- Realice el corte vertical después de terminada la gradación del terreno.
- Realice el corte vertical en ambas direcciones de la pendiente (cuesta arriba y cuesta abajo).
- Los cortes verticales no funcionan en suelos arenosos.
- No realice cortes verticales sobre mantillo o áreas designadas con suelos superficiales.

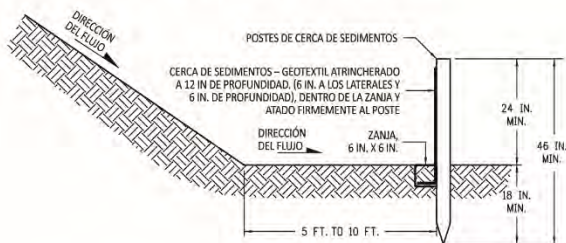


*Estos son excelentes ejemplos de corte vertical. Observe que las ranuras son perpendiculares a la pendiente.*

## Cerca de Sedimentos u Otros Tipos de Cerca



**VISTA ISOMÉTRICA**



**SECCIÓN B-B**

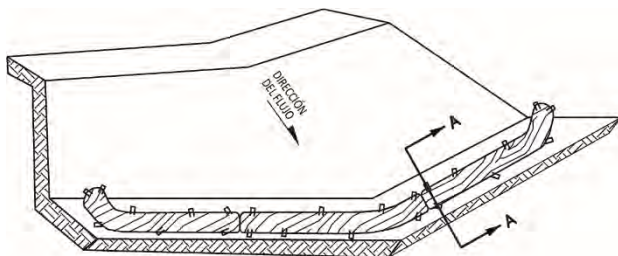
### **PROTECCIÓN DE LA BASE DE PENDIENTE USANDO CERCA DE SEDIMENTOS**

NOTAS:

1. LA CERCA DE SEDIMENTOS DEBE RECIBIR UN ÁREA DE DRENAJE MÁXIMA DE 0.25 ACRES POR CADA 100 FT. DE CERCA INSTALADA; LA LONGITUD MÁXIMA DE LA PENDIENTE CUESTA ARRIBA DE LA CERCA DEBE SER DE 100 FT.
2. LA CERCA DE SEDIMENTOS USADA EN LA BASE DE LAS PENDIENTES DEBE SER INSTALADA ENTRE 5 FT. Y 10 FT. POR ENCIMA DE LA BASE PARA PROVEER SUFICIENTE CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO.
3. LA CERCA DE SEDIMENTOS DEBE SER INSTALADA PARALELAMENTE A LAS CURVAS DE NIVEL Y CON LAS TERMINACIONES ELONGADAS CUESTA ARRIBA.
4. EL LARGO MÁXIMO DE LOS TRONCOS DE EROSIÓN O CERCA DE SEDIMENTOS SIN TERMINACIÓN EXTENDIDA O ELONGADA DEBE SER DE 150 FT.

Las cercas de sedimentos u otros tipos de cerca deben ser instaladas a 5 o 10 pies de la base de la pendiente o alejadas de la base en caso de a ver limitaciones de espacio. Se deben alternar las secciones de cerca para proveer una cobertura mas completa, así como también reparar la cerca frecuentemente y remover el pasto que crezca en ella. Los troncos de erosión, instalados en el contorno, también pueden utilizare para interrumpir el caudal en áreas de alta pendiente.

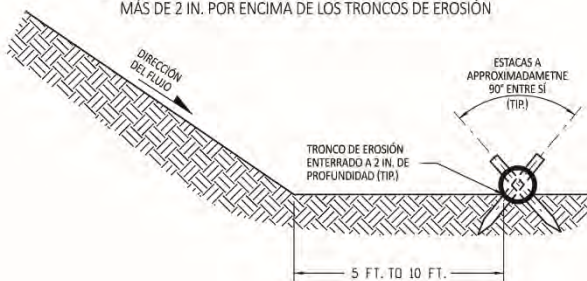




### VISTA ISOMÉTRICA

NOTA:

1. LA PARTE SUPERIOR DE LAS ESTACAS NO DEBE UBICARSE A MÁS DE 2 IN. POR ENCIMA DE LOS TRONCOS DE EROSIÓN



### SECCIÓN A-A

NOTAS:

1. LOS TRONCOS DE EROSIÓN USADOS EN LA BASE DE LAS PENDIENTES DEBEN SER LOCALIZADOS AL MENOS DE 5 FT. A 10 FT. DE DISTANCIA DE LA BASE PARA PROVEER SUFICIENTE CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO.
2. LOS TRONCOS DE EROSIÓN DEBEN SER INSTALADOS PARALELAMENTE A LAS CURVAS DE NIVEL Y CON LAS TERMINACIONES ELONGADAS PENDIENTE ARRIBA.

### PROTECCION DE LA BASE DE PENDIENTE USANDO TRONCOS DE EROSIÓN

## Mantas de Retención de Suelos

Las mantas de retención de suelos son usadas para proteger pendientes empinadas y son instaladas sobre áreas perturbadas para controlar la erosión, retener sedimentos provenientes del drenaje laminar de agua, y para proteger áreas recientemente sembradas. Cuando se usan correctamente, estas mantas cubren el suelo completamente. Para recomendaciones sobre el tipo de manta a usar, vea la tabla de aplicación de mantas de acuerdo al tipo de pendientes a continuación.

### Consejos

- Asegúrese de que el área perturbada es condicionada de tal manera que no tenga rocas de gran tamaño, vegetación o erosión previo a la aplicación de la manta.
- Prepare el área de trabajo instalando mantillo, enmiendas de suelo, fertilizante (si es necesario) y semillas previo a la instalación de la manta.
- Instale las mantas de tal manera que mantenga una superficie lisa y blanda sobre el suelo.
- Instale el anclaje necesario de acuerdo a las especificaciones del fabricante.
- Escabe la zanja y entierre una porción de 6x6 pulgadas en la base y en la parte más alta de la pendiente.
- Instale grapas de seguridad cada 35 pies cuesta abajo de la pendiente.
- Para evitar erosión, construya una zanja en la parte más alta de la pendiente, cuesta arriba de la cresta (ver Sección 216 y M-216).

## Aplicación de Mantas de Acuerdo al Tipo de Pendiente

Codición	Tipo de Manta
Pendiente de 2:1 o más empinado, dependiendo del tipo de suelo.	Manta de retención de suelos
Suelo erosivo (arena) o pendientes que reciban drenaje laminar de agua proveniente de autopistas	Manta de retención de suelos Alfombrilla de refuerzo en césped.

Los arquitectos de paisaje del CDOT pueden ofrecer mejor dirección acerca de los tipos aceptables de manta.



*Las zonas de alta pendiente necesitan mantas. Instale las mantas cuesta abajo en zonas pendientes, y horizontalmente en aplicaciones con canales abiertos. Recuerde que se deberá aplicar semilla y fertilizante (de ser necesario) previamente a la instalación de las mantas. Recuerde también que se debe superoner y anclar adecuadamente los bordes de mantas adyacentes.*



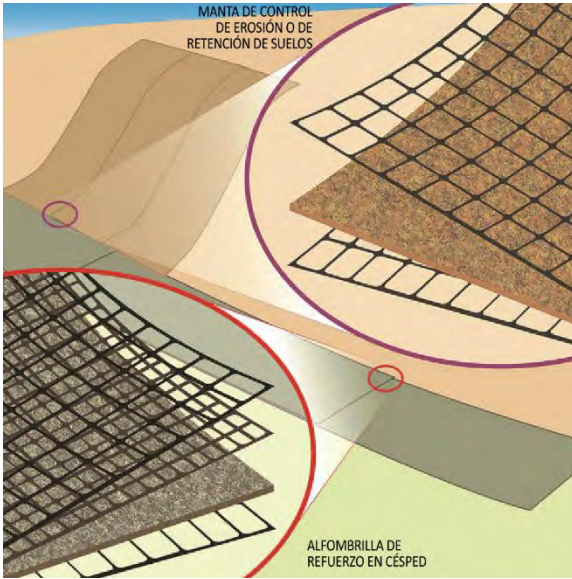
*Este es un excelente ejemplo de instalación de Mantas de Retención de Suelos. Recuerde que debe enterrar la manta en la base y parte alta de la pendiente e instalar grapas cada 25 pies cuesta abajo.*



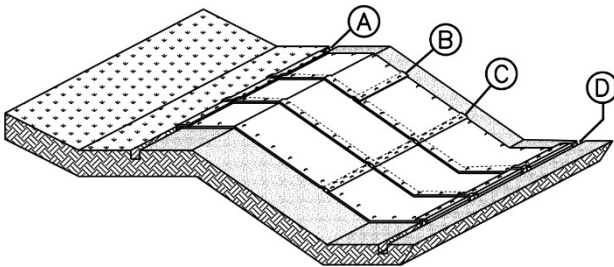
*Este es un ejemplo de una mala instalación de una manta de retención de suelos. Observe que no se instalaron estacas, no se superpusieron mantas adyacentes, ni se cubrió debidamente el área perturbada.*



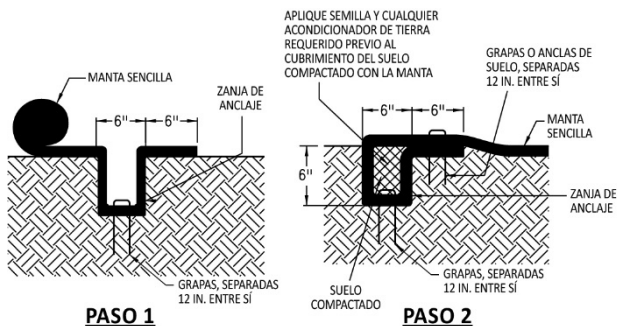
*Las mantas de retención de suelos deberán ser instaladas verticalmente cuesta abajo en zonas pendientes. Desenrolle la manta desde arriba de la pendiente al mismo tiempo que ubica las grapas. Recuerde que las mantas no deberán ser estiradas bajo ninguna circunstancia.*



*Contacte a un arquitecto de paisajes del CDOT para determinar el tipo adecuado de manta a usar en el proyecto. Recuerde que se deberá prepara el suelo, aplicar mantillo y rectificar el suelo antes previo a la instalación de la manta.*



**APLICACIÓN DE PENDIENTE PARA MANTAS DE RETENCIÓN DE SUELOS (SBR) / ALFOMBRILLA DE REFUERZO EN CÉSPED (TRM)**

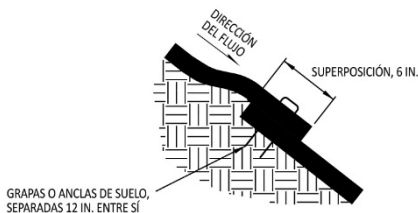


**PASO 1**

**PASO 2**

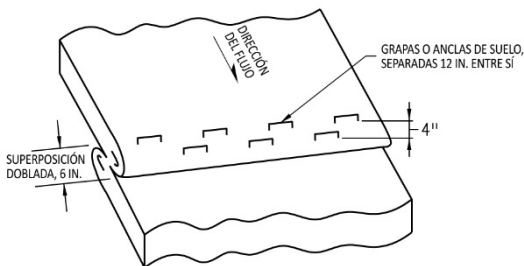
### ZANJA DE ANCLAJE (A)

A SER USADO EN PENDIENTE ARRIBA Y ABAJO DE LA MANTA, A LO LARGO DE TODO EL ANCHO, A MENOS DE QUE LA PENDIENTE SE ELONGUE HASTA LA ZONA DE AGUA RECEPTORA (VER FIJADO DE GRAPAS EN EXTREMO CUESTA ABAJO)



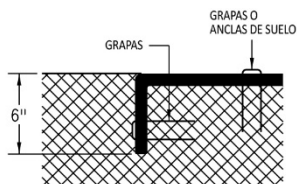
### SUPERPOSICIÓN DE ROLLOS CONSECUTIVOS (B)

A SER USADO CUANDO EL ROLLO DE MANTA TERMINA INMEDIATAMENTE DESPUÉS DE QUE EL OTRO COMIENZA, CON LA PARTE SUPERIOR DE LA MANTA INSTALADA CUESTA ABAJO.

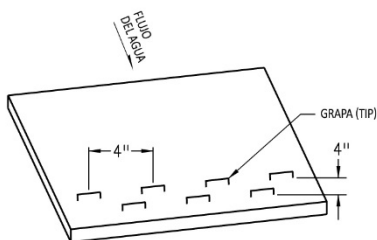


### FIJADO DE GRAPAS (C)



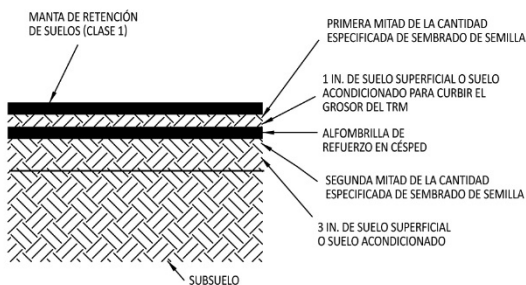


## **TERMINACIÓN DEL CANAL ①**



## **FIJADO DE GRAPAS PENDIENTE ABAJO ②**

A SER USADO CUANDO LA PENDIENTE SE ELONGUE HASTA LA ZONA DE AGUA RECEPTORA (RÍOS O ZANJAS) Y NO PUEDA SER EXTENDIDA 3 FT. MAS ALLÁ DE LA PENDIENTE.



## **APLICACION DE LLENADOS CON TIERRA TRMS**

NOTAS:

1. INSTALE 3 IN. DE SUELO SUPERFICIAL O SUELO ACONDICIONADO.
2. APLIQUE LA MITAD DE LA CANTIDAD SEMILLA ESPECIFICADA A LA TASA DE APLICACIÓN REQUERIDA Y LUEGO RASTRILLÉELA DENTRO DE LA TIERRA.
3. INSTALE EL TRM.
4. UBIQUE 1 IN. DE SUELO SUPERFICIAL O SUELO ACONDICIONADO DENTRO DE LA MATRÍZ DEL TEJIDO TRM HASTA CUBRIR TODO SU GROSOR.
5. APLIQUE LA SEGUNDA MITAD DE LA CANTIDAD DE SEMILLA ESPECIFICADA A LA TASA DE APLICACIÓN REQUERIDA Y LUEGO RASTRILLEÉLA DENTRO DE LA TIERRA.
6. INSTALE LA MANTA DE RETENCIÓN DE SUELOS (CLASE 1).



## Mantas de Mantillo en Aerosol

Las mantas de mantillo en aerosol consisten principalmente en fibras unidas con adhesivos. Las fibras son de color amarillo o verde de tal manera que el instalador pueda determinar fácilmente cuándo ha logrado una cobertura uniforme.

### Consejos

- No agregue semillas en la mezcla.
- Aplique la mezcla de arriba hacia abajo y de lado a lado para conseguir una capa uniforme.
- Aplique la mezcla a una tasa de 3,000 libras por acre.
- Las mantas de mantillo en aerosol no cuentan con un tiempo específico de curación.
- No aplique las mantas de mantillo en aerosol en canaletas o áreas que reciban flujos de drenaje concentrados.
- Tenga en cuenta que el proceso de manufactura reduce la posibilidad de encontrar semillas o plantas indeseables en la mezcla.
- La capa de mantillo se deberá aplicar (con spray) en múltiples direcciones.



*Este es un buen ejemplo*



*de aplicación de manta de mantillo en aerosol. Observe la cobertura uniforme en toda el área.*

## Desagües Temporales de Pendiente

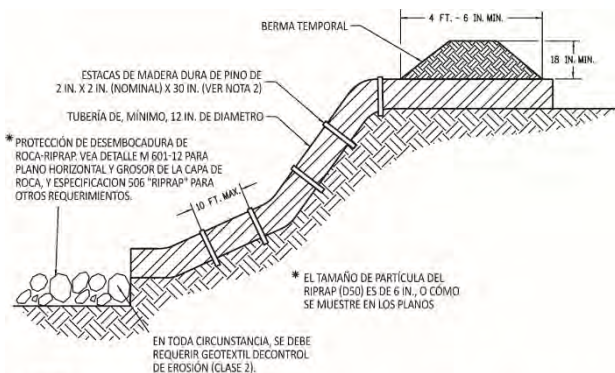
Un desagüe temporal de pendiente es un conducto flexible de aguas de escorrentía que se extiende desde la parte alta de una pendiente perturbada hasta una zona de descarga temporal designada en la base. También conocidos como protectores de pendiente, estas medidas de control previenen condiciones de erosión en la base de la pendiente durante las operaciones de graduación hasta que una estructura más permanente es instalada en la pendiente. También son usados junto a bermas temporales o desvíos de agua, las cuales dirigen el agua a estos desagües.



### Consejos

- Tenga en cuenta que los desagües de pendiente son sólo medidas de uso temporal.
- Use tubería flexible de 12 pulgadas de diámetro como mínimo.
- Asegure bien la tubería. Ésta deberá tener sellos de agua y deberá estar anclada al suelo de la pendiente.
- Dirija los flujos de drenaje al desagüe temporal usando bermas u otros similares.
- Extienda la tubería más allá de la base de pendiente.
- Provea medidas de protección para controlar la erosión en el área de descarga de drenaje (almohadilla de Riprap).

- Inspeccione los desagües después de cada evento de lluvia en busca de evidencias de erosión y acumulación de sedimentos.
- Dado que los desagües temporales llevan aguas cargadas de sedimento, implemente medidas de control adicionales pendiente abajo acorde sea necesario.



NOTAS:

1. EL TAMAÑO DE LAS ANCLAS VARÍA DE ACUERDO AL TAMAÑO DE LA TUBERÍA.
2. PARA ASEGURAR LA TUBERÍA, CLAVE LAS ESTACAS EN EL SUELO Y LUEGO AMARRE UN CABLE DE CALIBRE 12 ENTRE ESTACAS Y TRANSVERSALMENTE A LA TUBERÍA.
3. LA DESEMBOCADURA DEBE ESTAR ALINEADA CON LA DIRECCIÓN DE FLUJO DEL GRADIENTE EXISTENTE. LAS DESCARGAS PERPENDICULARES AL CANAL NO ESTÁN PERMITIDAS.
4. LA SUPERFICIE ALREDEDOR DE LA ENTRADA A LA TUBERÍA DEBE ESTAR COMPACTADA.

## DESAGÜES TEMPORALES DE PENDIENTE



*Este es un excelente ejemplo de desagües temporales de pendiente. Observe que la pendiente está estabilizada, la tubería está sujeta a la pendiente, y además se provee una almohadilla de riprap en la zona de descarga de agua.*



*Este es un mal ejemplo del uso de desagües temporales de pendiente. La pendiente presenta erosión y la tubería no se extiende hacia la base de la pendiente. Este es un lugar ideal para un desagüe temporal de pendientes.*



## Capítulo 4 Zanjas y Canales

Zanjas y Canales ..... 4-2

Diques de Contención (Check Dams) ..... 4-2

## Zanjas y Canales

Las zanjas y canales de drenaje requieren de diques de contención para reducir la velocidad del agua y promover la captura de sedimentos. Las mantas de retención de suelos y las alfombrillas de refuerzo en césped también son utilizadas para estos propósitos, previniendo la erosión en zanjas y canales. Ambas medidas de control deben ser retiradas una vez el área sea estabilizada.

### **Diques de Contención (Check Dams)**

Los diques de contención son estructuras pequeñas instaladas en zanjas y canales. Cuando las aguas lluevias pasan por estas estructuras, los diques de contención atrapan el sedimento proveniente de éstas y del área de drenaje contribuyente. Estas estructuras son muy efectivas cuando se usan en conjunto con otras medidas de control de erosión y sedimentos.

Los diques de contención típicamente se construyen mediante el uso troncos de erosión, roca o diques/bermas de tierra. Estos deben ser retirados cuando han cumplido su vida útil, o cuando el área está completamente estabilizada con pasto o medidas similares. Después de ser retirados, el área bajo los diques debe ser inmediatamente protegida con mantillo y semillas.

El sedimento acumulado en estas estructuras deberá ser removido cuando éste se haya acumulado hasta alcanzar una altura de al menos la mitad de la estructura. Las estructuras deben ser inspeccionadas para evaluar posibles señales de erosión y deben ser reparadas de inmediato.

## *Dique de Contención Usando Troncos de Erosión*

### **Consejos**

- El tronco de erosión deberá ser instalado a dos pulgadas de profundidad, manteniendo contacto con el suelo en su totalidad.
- Instale troncos de erosión sobre mantas para ayudar a reducir la velocidad del agua.
- Verifique que el anclaje el tronco de erosión se ha instalado adecuadamente. El anclaje es fundamental para el funcionamiento del tronco de erosión.

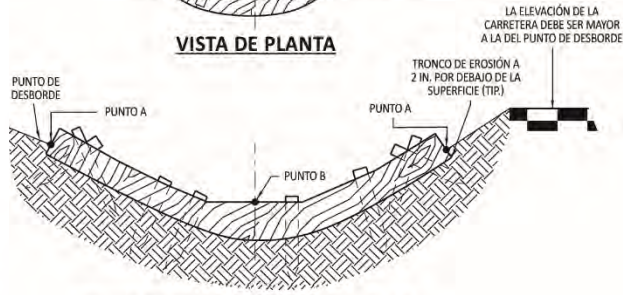
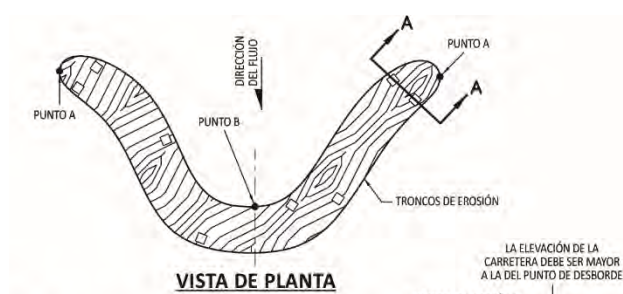


*Este es un buen ejemplo del uso de un tronco de erosión; se observa que esta instalado dos pulgadas de profundidad en la base y en la pendiente.*

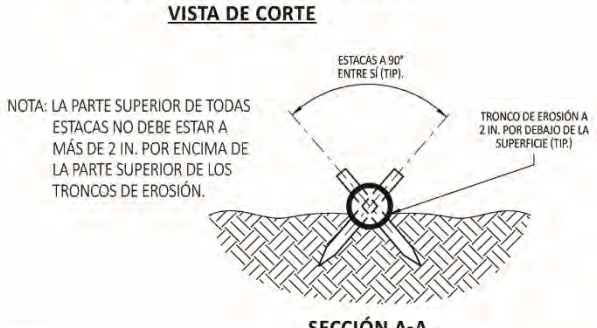


*Este es un mal ejemplo del uso de un tronco de erosión; se observa que no está instalado o enterrado en la base o la pendiente.*





NOTA: LOS PUNTOS "A" DEBEN SER UBICADOS A 4 IN. POR ENCIMA DE ELEVACIÓN DE LOS PUNTOS "B".



- NOTAS:
1. LOS TRONCOS DE EROSIÓN DEBEN INCRUSTARSE A 2 IN. DE PROFUNDIDAD DEL SUELO.
  2. LOS TRONCOS DE EROSIÓN DEBEN SER INSTALADOS ESTRECHAMENTE ENTRE SÍ, SIN ESPACIO ENTRE ELLOS.
  3. LOS CANALES EN FORMA DE "V" NO ESTÁN PERMITIDOS. LOS CANALES DEBEN SER NIVELADOS EN FORMA TRAPEZOIDAL O DE PARÁBOLA.

**INSTALACIÓN DE TRONCOS DE EROSIÓN**



## *Dique de Contención Temporal de Roca*

### **Consejos**

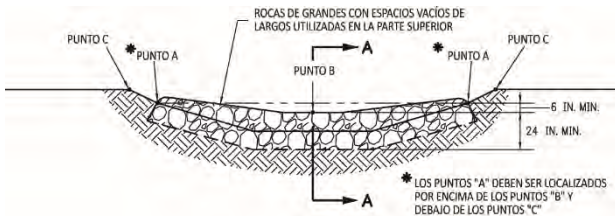
- Asegúrese de que los flujos de drenaje (para eventos de dos años o menos) fluyan sobre el dique sin aumentar la elevación del agua cuesta arriba y sin destruir la estructura.
- La altura central del dique ser de dos pies, su ancho deberá ser suficiente para alcanzar ambos lados del canal o zanja.
- Instale geotextil bajo la roca en cualquier situación y/o aplicación
- El tamaño de roca (riprap) generalmente se especifica en el detalle. De no estarlo, contáctese con el ingeniero hidraulico registrado.
- El dique debe tener un punto de elevación baja o vertedero para controlar el flujo de agua.
- El dique debe estar enterrado en las pendientes a ambos extremos.
- El espacio máximo entre diques será tal que la elevación de la base del dique cuesta arriba sea la misma que la elevación del vertedero cuesta abajo.
- Nunca instale diques de roca en canales con agua.



*Este es un*

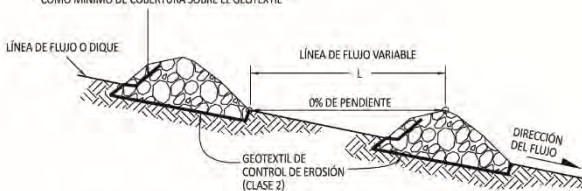
*excelente ejemplo de cómo instalar un dique de contención temporal de roca.*



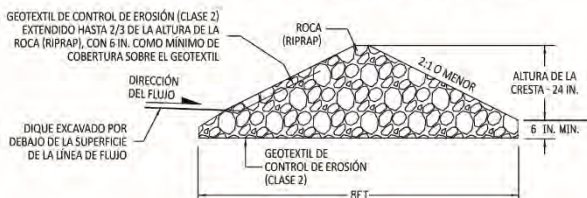


### VISTA TÍPICA DE CORTE

GEOTEXTIL DE CONTROL DE EROSIÓN (CLASE 2) EXTENDIDO HASTA 2/3 DE LA ALTURA DE LA ROCA (RIPRAP), CON 6 IN. COMO MÍNIMO DE COBERTURA SOBRE EL GEOTEXTIL



### VISTA DE CORTE DE LA LÍNEA DE FLUJO DEL DIQUE



### SECCIÓN A-A

NOTAS:

1. TAMAÑO DE PARTÍCULA DE LA ROCA (D50) DE 6 IN. O CÓMO SE MUESTRE EN LOS PLANOS.
2. LOS EXTREMOS DEL DIQUE DE CONTENCIÓN DE ROCA DEBEN ESTAR LOCALIZADOS, COMO MÍNIMO, A 6 IN. POR ENCIMA DEL CENTRO DEL DIQUE DE CONTENCIÓN.
3. ÚNICAMENTE PARA USO TEMPORAL Y NO PARA INSTALACIONES PERMANENTES.

## DIQUE DE CONTENCIÓN DE ROCA

## Dique de Sedimentos



*Este es un excelente ejemplo de la instalación de un dique de sedimentos.*



*Este es un mal ejemplo de la instalación de un dique de sedimentos.*

*Observe cómo el sedimento acumulado no ha sido removido y cómo el dique no se extiende hacia ambos extremos del canal o zanja.*

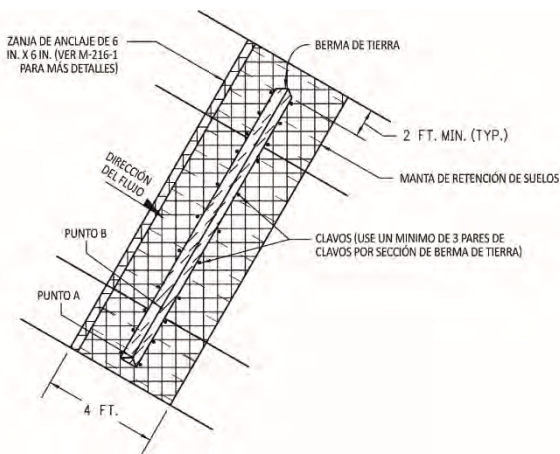


## Dique de Contención de Tierra

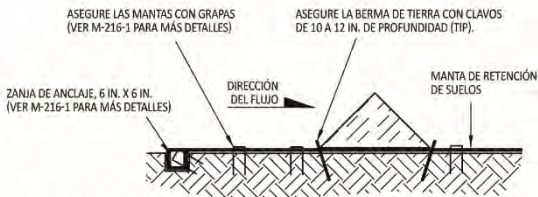


*Este es un excelente ejemplo de la instalación de un dique de contención de tierra.*

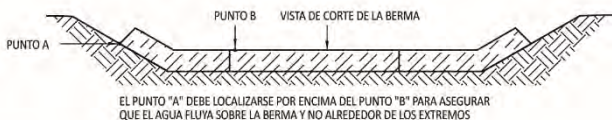




### VISTA DE PLANTA



### VISTA DE CORTA DE BERMA DE TIERRA



### VISTA DE FRENTE

NOTAS:

1. ANCLE LAS MANTAS DE RETENCIÓN DE SUELOS EN UNA ZANJA CON GRAPAS DE 8 IN. COMO MÍNIMO, INSTALADAS CON INTERVALOS DE 1 FT. A LO LARGO DEL BORDE.
2. RELLENE Y COMPACTE LA ZANJA.
3. LAS SECCIONES DE LA BERMA DEBEN SER SUPERPUESAS SIN ESPACIOS ENTRE SÍ.
4. LAS MANTAS DE RETENCIÓN DE SUELOS SON REQUERIDAS EN CUALQUIER CIRCUNSTANCIA.

### INSTALACIÓN DE BERMA DE TIERRA

## Mantas de Retención de Suelos (SRB) y Alfombrillas de Refuerzo en Césped (TRM) Para Uso en Canales

Los canales o zanjas de drenaje transportan las aguas de escorrentía por vías estables. Si éstas se acompañan de una cubierta de vegetación con SRBs o TRMs, la velocidad del agua se reduce y la pendiente es más estable. Dado que estas vías no están diseñadas para controlar los flujos máximos por sí mismas, se utilizan conjuntamente medidas de control secundarias que permitan una mejor intervención. Para canales o zanjas con pendientes empinadas de 2% o mayores, el contratista deberá contactar al arquitecto de paisajes del CDOT para obtener recomendaciones sobre el tipo de cubierta a utilizar. Para todos los demás casos, la tabla de aplicación a continuación puede ser usada como guía:

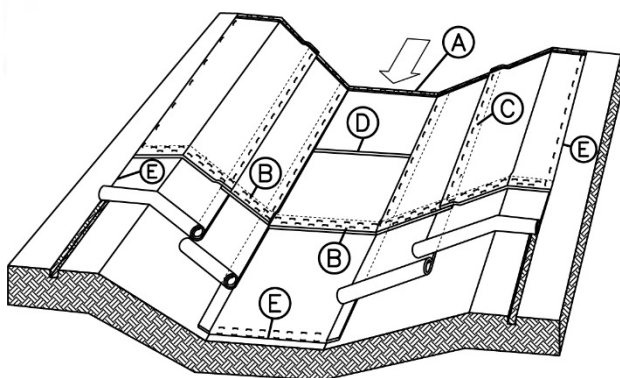
	Clase de Producto	Fuerza de Tensión MD ASTM D 6818	Fuerza Máxima Permissible de Cortado (SRB o TRM sin vegetación) ASTM D 6460	Pendiente del Canal o Zanja en %
SRB	1 <sup>a</sup>	100 lbs/ft		> 0 to 2%
	2 <sup>a</sup>	125 lbs/ft		
TRM	1 <sup>b</sup>	125 lbs/ft	1.8 lbs/ft <sup>2</sup>	> 2 to 3%
	2 <sup>b</sup>	150 lbs/ft	2.5 lbs/ft <sup>2</sup>	> 3 to 4%
	3 <sup>b</sup>	175 lbs/ft	3.1 lbs/ft <sup>2</sup>	> 4 to 5%
		Riprap con tierra, enterrado	Contacte al Ingeriero Hidráulico de la Región	> 5%

<sup>a</sup> El SRB debe ser hecho a base de mantas fotodegradables o biodegradables y deben contar con su respectiva certificación.

<sup>b</sup> Todas las clases de TRM deben ser preparadas con tierra y SRB Clase 1 o Clase 2 (70 % paja-30 % fibra de coco, viruta, o 100 % fibras de coco) e instaladas como cubierta final.

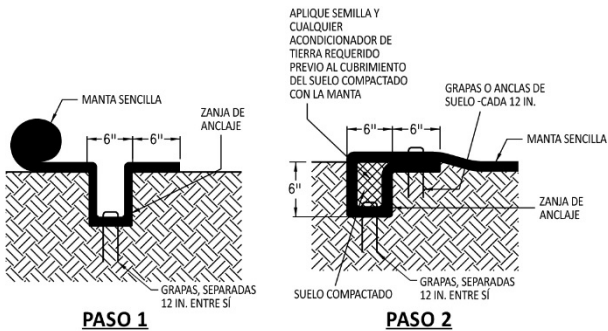
## Consejos

- Coloque las mantas de una manera similar a las tejas de un techo. Empiece en la parte baja del canal o zanja y avance cuesta arriba. Las piezas de la parte superior se superponen a las piezas de la parte inferior. Coloque grapas en ambas capas, en las orillas y en las partes superpuestas. Construya zanjas de tal manera que entierre las terminaciones en la parte superior de la zanja o canal. Recuerde no estirar las mantas.
- Evite crear canales o zanjas en forma de "V". Alternativamente, se recomienda construir canales en forma de "U" o en forma de trapecio.



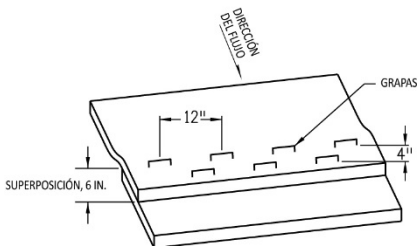
**APLICACIONES DE CANAL PARA  
MANTAS DE RETENCIÓN DE SUELOS (SBR) /  
ALFOMBRILLA DE REFUERZO EN CÉSPED (TRM)**





## ZANJA DE ANCLAJE (A)

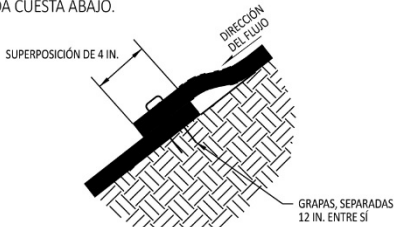
A SER USADO EN PENDIENTE ARRIBA Y ABAJO DE LA MANTA, A LO LARGO DE TODO EL ANCHO, A MENOS DE QUE LA PENDIENTE SE ELONGUE HASTA LA ZONA DE AGUA RECEPTORA (VER FIJADO DE GRAPAS EN EXTREMO CUESTA ABAJO)



## SUPERPOSICIÓN DE ROLLOS CONSECUTIVOS (B)

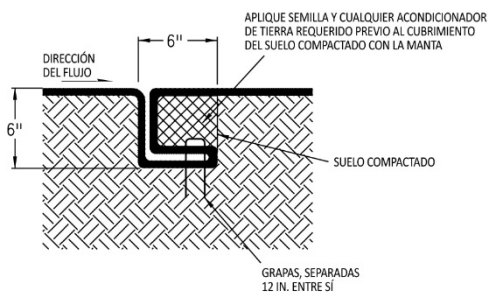
NOTAS:

1. USE DOBLESES EN FORMA DE "Z" PARA LA PENDIENTE, ESPACIADOS ENTRÉ SI A UNA DISTANCIA NO MAYOR A DE 35 FT.
2. LAS ZONAS ASEGURADAS CON GRAPAS DEBEN ESTAR AL MENOS A 15 FT. DE LA BASE DE LA PENDIENTE.
3. PARA SER USADO CUANDO EL ROLLO DE MANTA TERMINA INMEDIATAMENTE DESPUÉS DE QUE EL OTRO COMIENZA, CON LA PARTE SUPERIOR DE LA MANTA INSTALADA CUESTA ABAJO.



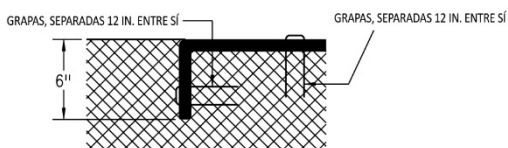
## SUPERPOSICIÓN DE COSTURA DE LADO (C)

A SER USADO PARA TRANSPOSICIONES EN LAS QUE 2 ANCHOS DE LA MANTA SON APLICADOS LADO A LADO, CON LA SECCIÓN DE LA MANTA CUESTA ARRIBA UBICADA EN LA SUPERFICIE DE LA MANTA SOBRE EL EXTREMO CUESTA ABAJO.

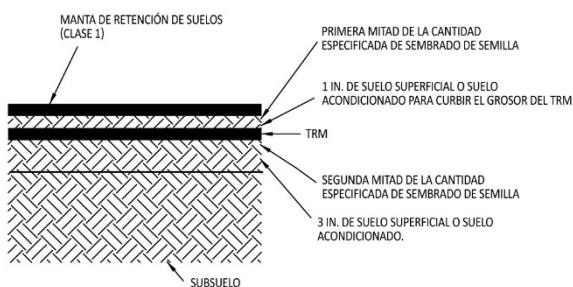


## **RANURA DE ASEGURAMIENTO DEL CANAL ④**

PARA SER USADO EN INTERVALOS DE 30 FT. A LO LARGO DE LA LÍNEA DE FLUJO DEL CANAL.



## **TERMINACIÓN DEL CANAL ⑤**

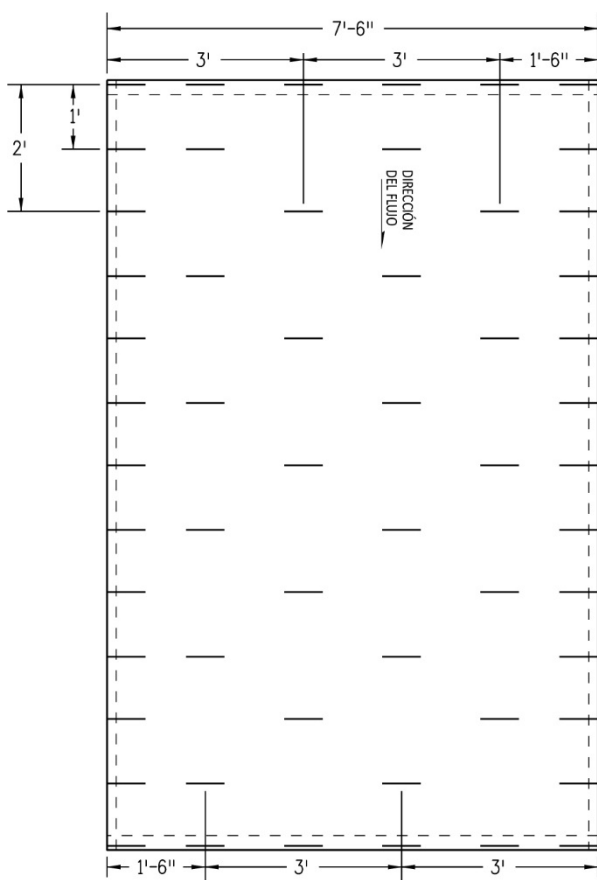


## **APLICACIÓN DE LLENADO CON TIERRA TRMs**

NOTAS:

1. INSTALE 3 IN. DE SUELO SUPERFICIAL O SUELO ACONDICIONADO.
2. APLIQUE LA MITAD DE LA CANTIDAD SEMILLA ESPECIFICADA A LA TASA DE APLICACIÓN REQUERIDA Y LUEGO RASTRILLEÉLA DENTRO DE LA TIERRA.
3. INSTALE EL TRM.
4. UBIQUE 1 IN. DE SUELO SUPERFICIAL O SUELO ACONDICIONADO DENTRO DE LA MATRIZ DEL TEJIDO TRM HASTA CUBRIR TODO SU GROSOR.
5. APLIQUE LA SEGUNDA MITAD DE LA CANTIDAD DE SEMILLA ESPECIFICADA A LA TASA DE APLICACIÓN REQUERIDA Y LUEGO RASTRILLEÉLA DENTRO DE LA TIERRA.
6. INSTALE MANTA DE RETENCIÓN DE SUELOS (CLASE 1).





**PATRÓN DE ENGRAPADO TÍPICO  
PARA APLICACIÓN EN CANALES**

*Esta página se dejó en blanco intencionalmente.*

## Capítulo 5 Protección de Alcantarillas y Desembocaduras

### Protección de Alcantarillas y Desembocaduras 5-2

Protección de Alcantarillas ..... 5-2

Protección de Desembocaduras ..... 5-9

## Protección de Alcantarillas y Desembocaduras

Las alcantarillas, zanjas o canales, están diseñados para transportar cantidades moderadas de aguas de escorrentía. Algunos sedimentos también pueden ser también transportados junto con la escorrentía hacia los ríos, arroyos, pantanos, lagos, y áreas ambientales sensibles si no son protegidos cuidadosamente. Debido a estas circunstancias, las alcantarillas y desembocaduras de agua pueden erosionarse severamente si los flujos de agua no son controlados de manera apropiada.

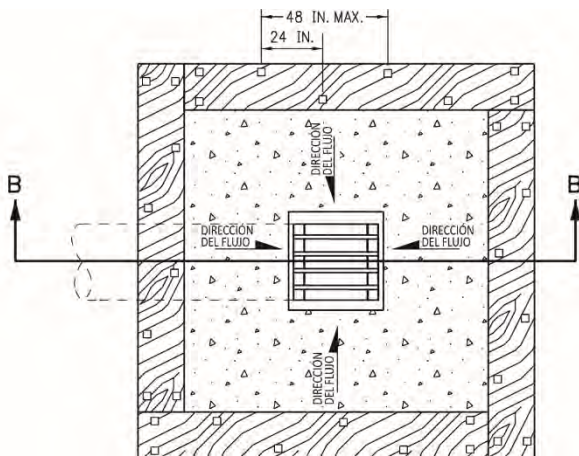
### Protección de Alcantarillas

La protección alcantarillas hacia los drenajes de aguas de escorrentía evitan que sedimentos y escombros ingresen a estas estructuras. Las medidas de protección de alcantarillas son instaladas previo a las actividades de construcción para estructuras existentes, y justo al momento de la instalación para estructuras nuevas. Las alcantarillas pueden ser protegidas usando troncos o fardos de erosión, entre otros métodos. Se deberá instalar las medidas de protección de alcantarillas antes de comenzar las operaciones de molido de carreteras u otras actividades que generen escombros con potencial de ingreso a las alcantarillas.

## Troncos de Erosión

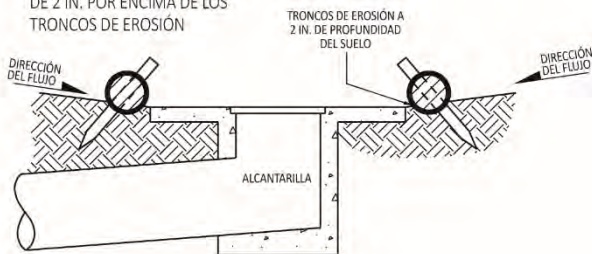
### Consejos

- Instale los troncos de erosión alrededor de las alcantarillas para evitar que sedimentos o escombros entren a la estructura.



### VISTA DE PLANTA

NOTA: LA PARTE SUPERIOR DE LAS ESTACAS NO DEBE ESTAR A MÁS DE 2 IN. POR ENCIMA DE LOS TRONCOS DE EROSIÓN



### SECCIÓN B-B

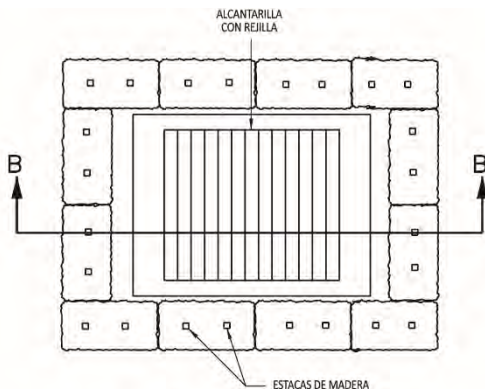
NOTA: UBICAR LOS TRONCOS DE EROSIÓN EN EL BORDE EXTERIOR DEL COLLAR DE LA LOZA DE CONCRETO.

## FILTRO DE TRONCOS DE EROSIÓN PARA ALCANTARILLAS

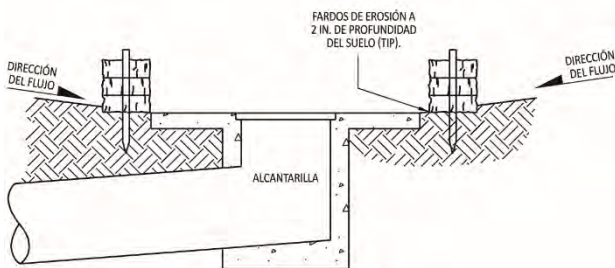


*Este es un mal ejemplo de instalación de troncos de erosión para proteger alcantarillas. Observe como el agua pasa alrededor de los troncos.*

## Fardos de Erosión



### VISTA DE PLANTA



### SECCIÓN B-B

NOTA: UBICAR LOS FARDOS DE EROSIÓN EN EL BORDE EXTERIOR DEL COLLAR DE LA LOZA DE CONCRETO.

## FILTRO DE FARDO DE EROSIÓN PARA ALCANTARILLAS

NOTAS:

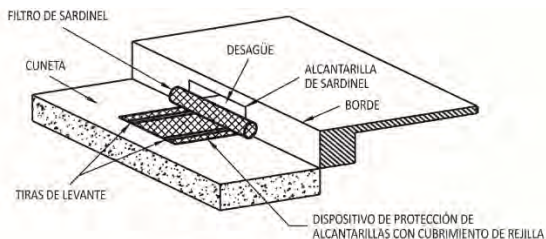
1. LAS ESTACAS DEBEN SER DE MADERA, CON DIMENSIONES DE 2 IN. X 2 IN. X 30 IN. (NOMINAL).
2. LOS FARDOS DE EROSIÓN DEBEN TENER DIMENSIONES DE 18 IN. X 18 IN. X 36 IN.
3. LOS FARDOS DE EROSIÓN DEBEN ESTAR ATRINCHERADOS AL MENOS A 4 IN. DE PROFUNDIDAD DEL SUELO, DEBEN SER INSTALADOS ESTRECHAMENTE SIN ESPACIOS ENTRE SÍ, CLAVADOS CON ESTACAS, Y RELLENADOS CON SUELO ALREDEDOR CURBIENDO LA TOTALIDAD DEL PERÍMETRO EXTERIOR.
4. LOS FARDOS DE EROSIÓN NO PUEDEN SER USADOS COMO DIQUES DE CONTENCIÓN.
5. LOS FARDOS DE EROSIÓN DEBEN ESTAR UBICADOS A UNA ELEVACIÓN MÁS BAJA QUE LAS BERMAS ADYACENTES O SER USADOS EN CONDICIONES DE SUMIDERO.



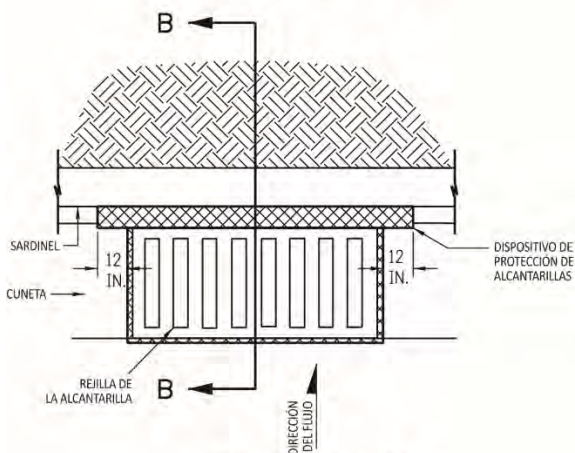
*Este es un buen ejemplo de la instalación de fardos de erosión. Observe que no hay espacios entre los fardos y que existe una segunda medida de control, la cerca de sedimentos. Los fardos de erosión deberán ser usados sólo si el área adyacente a la alcantarilla está constituida por tierra blanda.*



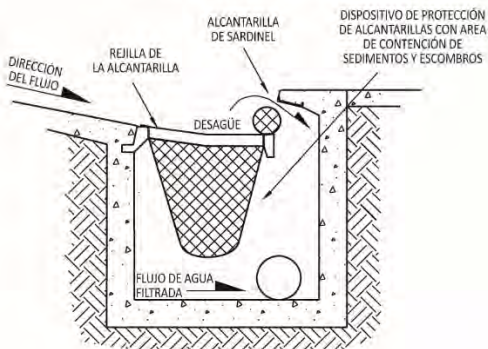
# Protección de Alcantarillas de Aguas de Escorrentía



## VISTA ISOMÉTRICA

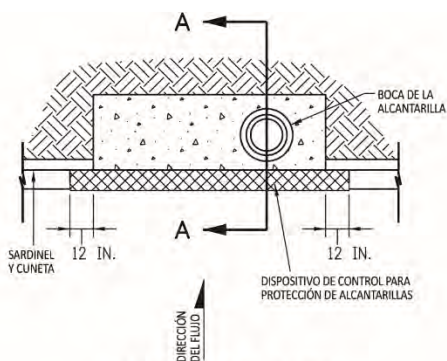


## VISTA DE PLANTA

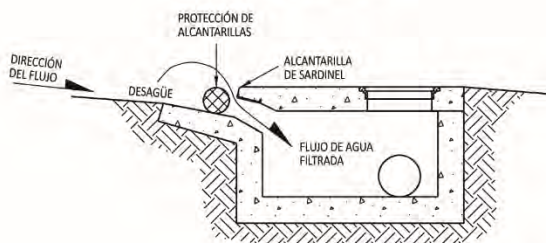


## SECCIÓN B-B

## PROTECTOR DE ALCANTARILLAS (TIPO II)



### **VISTA DE PLANTA**



### **SECCIÓN A-A**

NOTAS:

1. EL DISPOSITIVO DE PROTECCIÓN DE ALCANTARILLAS DEBE EXTENDERSE AL MENOS 12 IN. A CADA EXTREMO DE LA APERTURA DE LA ALCANTARILLA.
2. PARA ALCANTARILLAS TIPO I Y II, USE EL DETALLE DE BOLSAS AGREGADAS PARA ALCANTARILLAS (TIPO I) EN LA PÁGINA 4, SI EXISTE UN ESPACIO LIBRE DE 3 FT DESDE EL FILO DE LA CARRETERA HASTA EL BORDE DE LA ALCANTARILLA.

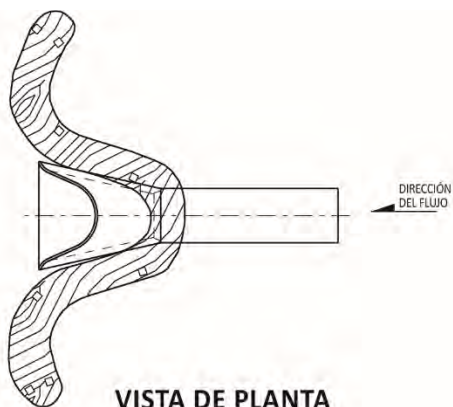
## **DISPOSITIVO DE PROTECCIÓN DE ALCANTARILLAS (TIPO I)**



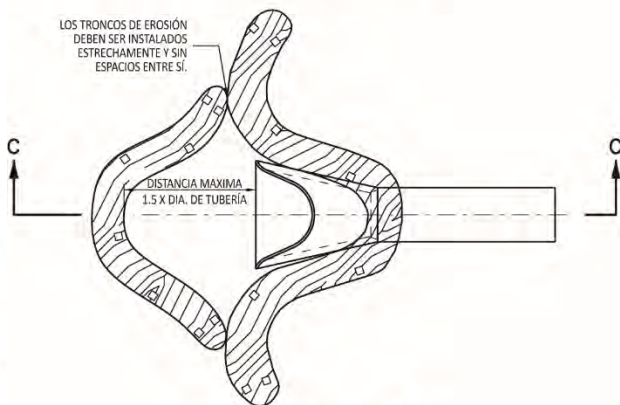
*Este es un mal ejemplo de protección de alcantarillas. Observe que la media de protección no se extiende 1 pie a cada extremo de la alcantarilla.*

## **Protección de Desembocaduras**

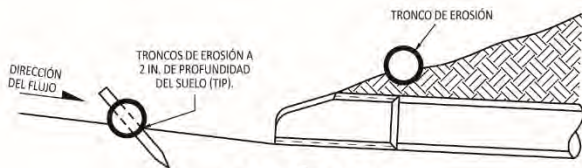
Las medidas de protección a desembocaduras ayudan a prevenir la erosión de suelos ocasionado por fricción, así como y también la erosión en la desembocadura de canales o conductos existentes. Estas aplicaciones reducen el potencial de erosión ya que reducen la velocidad de las aguas de escorrentía. La protección de desembocadura consta de una capa de tela geotextil y roca (riprap) instalada alrededor de la desembocadura.



**VISTA DE PLANTA**



**VISTA DE PLANTA**



**SECCIÓN C-C**

NOTA: LA PARTE SUPERIOR DE TODAS LAS ESTACAS NO DEBEN UBICARSE A MÁS DE 2 IN. POR ENCIMA DE LA PARTE SUPERIOR DE LOS TRONCOS DE EROSIÓN.

**TRONCO DE EROSIÓN PARA PROTECCIÓN  
DE TUBERÍA DE ALCANTARILLA**



*Este es un ejemplo del buen uso de protección de desembocaduras. Los troncos de erosión están ubicados sobre la tubería, lo cual previene que los sedimentos se acumulen y que la tierra o escombros caigan dentro de la desembocadura.*



*Este es un ejemplo de una mala instalación de protección de desembocaduras. Observe que no se instaló la capa de geotextil bajo la roca (riprap) y que se utilizaron pocas cantidades de roca. Como resultado, las las aguas de escorrentía se debilitaron y seccinaron la parte inferior de la roca existente.*

*Esta página en blanco intencionalmente.*



## Capítulo 6 Trampas de Sedimentos

Trampas de Sedimentos Temporales ..... 6-2

## Trampas de Sedimentos Temporales

Las trampas de sedimentos son pequeños embalses de agua que permiten que los sedimentos contenidos en las aguas de escorrentía se asienten. Las trampas de sedimentos usualmente son usadas en áreas de drenaje de 5 acres o menos. Típicamente, estas estructuras no deben ubicarse a menos de 20 pies de distancia de los siemientos de cualquier estructura existente o nueva, o de ningún tramo de la carretera.

Un pozo de detención permanente puede ser usado como una trampa de sedimento temporal si éste cumple los siguientes requisitos:

- Debe estar indicado en el SWMP como una medida de control temporal.
- Debe ser inspeccionado y mantenido de acuerdo al permiso de construcción.
- El pozo está diseñado e instalado de acuerdo a Buenas Prácticas de Ingeniería Hidráulica y Prevención de polución;. Adicionalmente, el pozo incluye una desembocadura que descarga el agua de la superficie, si ésta es viable.

### Consejos

- Instale las trampas de sedimento temporales antes de empezar cualquier perturbación en el área de drenaje.
- Remueva los sedimentos acumulados en la trampa cuando la capacidad de almacenamiento de agua sea la mitad.



- Coloque una capa de geotextil en fondo de la trampa y la desembocadura.
- La pendiente de desembocadura no debe mayor a 2:1.
- El tamaño de partícula ( $D_{50}$ ) de la roca usada en la desembocadura de la trampa debe de ser de 12 pulgadas.
- El agujero para la trampa de sedimentos no debe ser mayor a 4 pies de altura. Este agujero no debse ser construido en ríos activos y no debe mezclarse con aguas subterráneas.



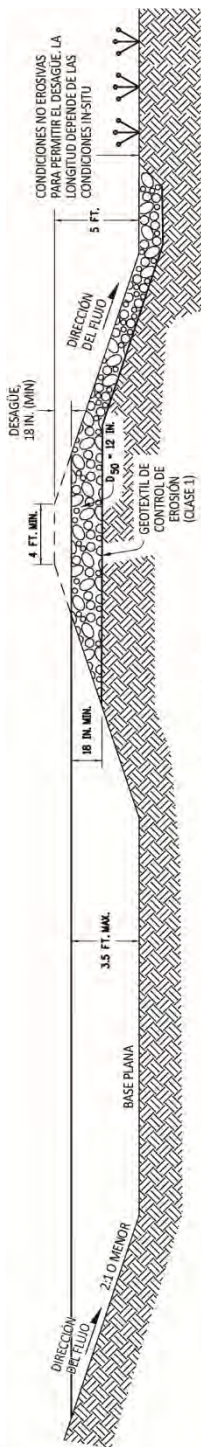
*Las trampas de sedimentos típicamente contienen tuberías de elevación. Si éstas no están disponibles, es aceptable usar cortes en el terraplén delineados con rocam, siempre y cuando las desembocaduras estén bien protegidas.*

### *Espumadores Flotantes*

Los espumadores flotantes están ubicados sobre la superficie del estanque y bombean el agua a la superficie, fuera de la trampa de sedimentos. Los espumadores permiten que los sedimentos caigan al fondo de la trampa mientras conducen el agua limpia de la superficie. Los espumadores funcionan mejor cuando las áreas de drenaje contribuyentes son de 0,75 acres o menores.

#### **Consejos**

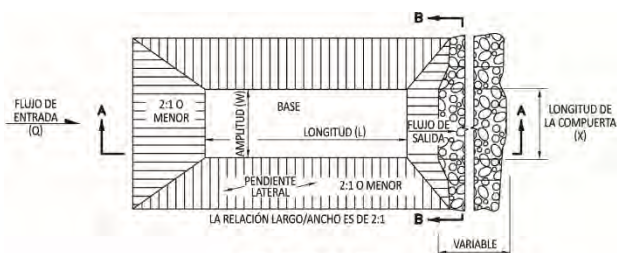
- Asegúrese de que la proporción largo-ancho sea de 2:1.
- Use deflectores para evitar que escombros de gran tamaño deterioren las trampas de sedimento o las tuberías de desembocadura.
- Provea medidas de protección contra erosión para todas las desembocaduras del espumador.



### SECCIÓN A-A

- NOTAS:
1. EL ÁREA MÁXIMA DE DRENAJE ES DE 5 ACRES.
  2. LA MÁXIMA VIDA ÚTIL DE LA ESTRUCTURA ES DE 2 AÑOS.
  3. EL ÁREA DE ALMACENAMIENTO ES DE 1,800 CF/ACRE
  4. LA ALTURA MÁXIMA DE LOS EXTREMOS ES DE 5 FT. MEDIDO CUESTA ABAJO.
  5. EL RELACION LARGO/ANCHO PUEDE SER AJUSTADA PARA CUMPLIR CON LAS CONDICIONES DEL SITIO, PERO HA DE SER APROBADO POR EL INGENIERO.
  6. LA AMPLITUD (W) DE LA TRAMPA DE SEDIMENTOS ES APROXIMADAMENTE IGUAL A LA LONGITUD DE LA COMPUERTA (X)
  7. EL DISEÑO DE LAS TRAMPAS DE SEDIMENTO DEBE SER APROBADO POR EL INGENIERO.
  8. LA DESCARGA DE LA COMPUERTA DEBE SER ESTABLE Y NO EROSIVA.

## TRAMPA DE SEDIMENTOS



**VISTA DE PLANTA**



**SECCIÓN B-B**

ÁREA DE DRENAGE (ACRES)	LONGITUD DE LA COMPUERTA (FEET)
1	4
2	6
3	8
4	10
5	12

**TABLA DE LONGITUDES DE COMPUERTA**

**TRAMPA DE SEDIMENTOS**

## Uso Temporal de Pozos de Detención Extendida

Los pozos de detención pueden ser usados como una medida de control temporal bajo las siguientes condiciones:

- Si se ha aceptado el uso del pozo de detención propuesto en el SWMP por medio acuerdos por escrito entre el dueño y entidad encargada del mantenimiento de estas estructuras.
- Esta medida incluye mantenimiento de los pozos por parte del CDOT en caso de ser necesario.

- Si se ha establecido un acuerdo por escrito de mantenimiento del pozo de detención durante el periodo de construcción hasta la aceptación final y cierre del proyecto, firmado por el dueño, el contratista y la entidad responsable del mantenimiento.
- Si el pozo de detención ha sido designado como una medida de control temporal en el SWMP.

### **Consejos**

- El pozo de detención debe ser protegido usando fardos y troncos de erosión y/o una cerca de sedimentos.
- El pozo de detención debe estar diseñado e instalado como una medida de control durante la construcción de acuerdo a Buenas Prácticas de Ingeniería Hidráulica y Prevención de polución.
- Mantenga el pozo de detención en buenas condiciones.
- Remueva todo sedimento y escombros que se acumule en el pozo de detención.
- Realice los ajustes necesarios para retornar el pozo de detención a las condiciones de pendiente y contorno original antes de obtener la aceptación formal del proyecto.
- Después de terminar el proyecto, remueva los sedimentos del pozo de detención. Las actividades de limpieza y reparación son inspeccionadas por el dueño del pozo y la entidad encargada de su mantenimiento. Se deberá obtener una aprobación formal por escrito como parte del proceso de cierre y aceptación final del proyecto.



## Capítulo 7 Prevención de Polución

<b>Prevención de Polución.....</b>	<b>7-2</b>
Estructuras de Lavado de Concreto.....	7-2
Control de Desechos Sólidos y Líquidos .....	7-6
Control y Prevención de Derrames.....	7-8
Manejo de Montículos de Tierra .....	7-13
Barrido y Aspirado de Calles.....	7-15



## Prevención de Polución

### Estructuras de Lavado de Concreto

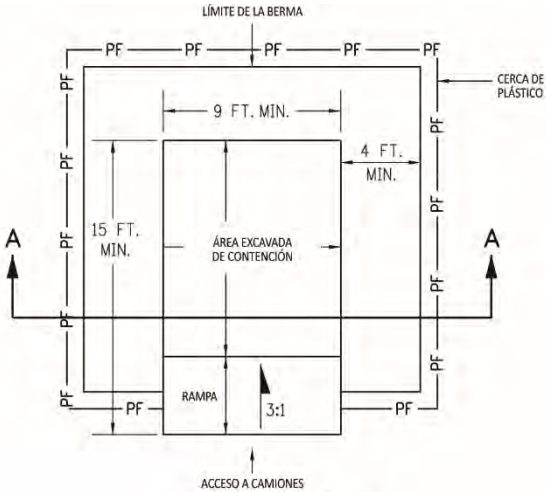
Las estructuras de lavado de concreto son usadas para contener ya sea el concreto que no ha secado o el agua generada por el por el lavado de las mezcladoras y tolvas de concreto después de la entrega. Los sitios designados para lavado de concreto pueden ser construídos o prefabricados (ver la lista de productos prefabricados, incluida en el CDOT APL para mas detalles).

Todas las estructuras de lavado ayudan a consolidar los desechos sólidos y previenen la polución asociada al agua de concreto. El agua de concreto es alcalina y contiene altos niveles de cromo, el cual puede filtrarse en el suelo y/o aguas subterráneas. El agua de concreto también puede infiltrarse en las aguas de escorrentía hasta llegar al alcantarillado, lo cual genera condiciones de pH elevadas para los ríos cercanos, probablemente generando afectaciones a la fauna acuática.

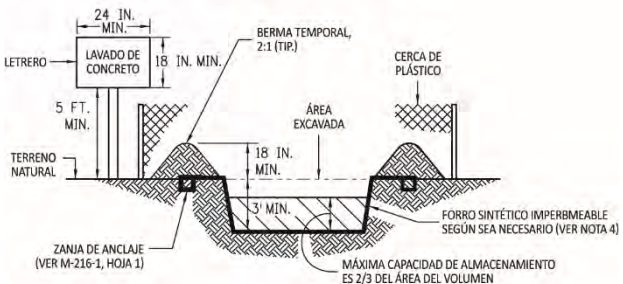
### Consejos

- Limpie las áreas de lavado cuando éstas alcancen 2/3 de su capacidad total. De lo contrario, construya nuevas áreas de lavado para proveer suficiente capacidad de almacenamiento.
- Esta prohibido agregar solventes, floculantes, o ácidos al agua de lavado de concreto.
- El área de lavado debe estar al menos a 50 pies de distancia de cualquier agua estatal.

- No se deben ubicar áreas de lavado en zonas bajas.
- No se permite dejar desechos de concreto en el área de construcción.



### VISTA DE PLANTA



### SECCIÓN A-A

NOTAS:

1. LA CERCA (PLÁSTICA) DEBE SER INSTALADA ALREDEDOR DEL ÁREA DE LAVADO DE CONCRETO, EXCEPTO A LA ENTRADA.
2. EL LETRERO DE "CONCRETE WASHOUT" DEBE TENER LETRAS DE AL MENOS 3 IN. DE TAMAÑO.
3. TODOS LOS MATERIALES Y HORAS LABORALES REQUERIDOS PARA CONSTRUIR LA ESTRUCTURA DE LAVADO DE CONCRETO DEBEN SER INCLUIDOS EN EL COSTO DE LA ESTRUCTURA Y NO SERÁN PAGADOS POR SEPARADO.
4. LA BASE DE LA EXCAVACIÓN DEBE ESTAR A 5 FT, CÓMO MÍNIMO, DEL AGUA SUBTERRÁNEA.

## ESTRUCTURA DE LAVADO DE CONCRETO



*En esta área de lavado de concreto, los desechos están temporalmente ubicados en el área especificada, ubicada al menos a 50 pies de las aguas estatales.*



*El agua de lavado de concreto es alcalina y contiene altos niveles de cromo, y puede filtrarse en el suelo y en el agua subterránea. El agua de lavado también puede entrar en el sistema de alcantarillado y aumentar el pH de ríos cercados, generando afectaciones a la fauna acuática. Desheche todo el concreto y agua de lavado solamente en áreas de lavado designadas.*



*Esta es un excelente ejemplo de la instalación de una estructura de lavado de concreto prefabricada (estructura sobre la superficie).*

## Control de Residuos Sólidos y Líquidos

Los residuos de construcción, incluyendo los residuos sanitarios, deben ser controlados y desechados adecuadamente para reducir la probabilidad de polución por parte de este tipo de materiales.

Prácticas como el desecho adecuado de basura, el reciclaje, el mantenimiento de instalaciones sanitarias, las medidas de prevención de derrames y medidas de limpieza reducen el potencial de infiltración de escorrentía, probablemente reduciendo la contaminación de ríos o aguas subterráneas.



*Este es un mal ejemplo de la ubicación de instalaciones sanitarias portátiles. Estas deben estar al menos a 50 pies de las vías de tráfico pesado, aguas estatales, áreas fácilmente inundadas o de infraestructuras de alcantarillado. No se debe permitir que el desagüe generado en estas instalaciones llegue al alcantarillado y drenajes. Además, sólo empresas autorizadas y licenciadas podrán remover y eliminar estos desechos. Recuerde que es importante asegurar estas instalaciones portátiles para que el viento no las derrumbe.*



*Se deben categorizar los residuos adecuadamente en materiales peligrosos, líquidos tóxicos, materiales no peligrosos y materiales reciclables. Cada material se desechará de manera diferente según su clasificación.*



*Todo contenedor de líquidos debe estar en un área de contención secundaria lejos de ríos, alcantarillas, aguas estatales, vías de tráfico pesado o áreas susceptibles a inundaciones. Recuerde etiquetar todos los contenedores adecuadamente.*



*Este es un mal ejemplo del mantenimiento contenedores de líquidos. Observe que no existe un área de contención secundaria que pueda contener hasta 110% del volumen del contenedor más grande.*



## Control y Prevención de Derrames

El Plan de Respuesta Contra Derrames comunica claramente las medidas a ser usadas para detener la fuente, contener, limpiar y eliminar un derrame de materiales contaminados, y asu misma vez define cómo entrenar al personal para evitar posibles derrames en el futuro. El plan de respuesta aplica principalmente a áreas de construcción donde se usen o almacenen desechos tóxicos incluyendo pesticidas, pinturas, materiales de limpieza, materiales de petróleo, mezclas de secado de concreto y agregados, y fertilizantes y solventes.

### Consejos

- Ante cualquier circunstancia, la seguridad del personal es la principal prioridad.
- La ubicación del Plan de Respuesta Contra Derrames y la información de contacto del Coordinador de Respuesta Contra Derrames debe ser de absoluto conocimiento de todo el personal.
- Contenga y limpie los derrames de inmediato una vez sean identificados.
- Si no es posible limpiar completamente el derrame, conténgalo lo mejor posible hasta que se identifique una estrategia para limpiar el derrame en su totalidad.
- Los equipos antiderrame deben ubicarse en la misma área que los materiales. Si tiene múltiples áreas de almacenamiento, se deberá proveer varios equipos antiderrame.
- Siga las instrucciones del fabricante para limpiar y desechar los derrames.



- Reporte los derrames de materiales peligrosos y no peligrosos de manera adecuada.
- En ningún caso se pueden limpiar o direccionar los derrames hacia infraestructura de alcantarillado existente.

### *Procedimientos de Limpieza de Derrames*

Para **materiales no peligrosos** como la gasolina, pintura, o aceite en **pequeñas cantidades**, implemente las siguientes medidas:

- **Ante cualquier circunstancia, la seguridad del personal es la principal prioridad.**
  - Use materiales absorbentes para contener derrames. Posteriormente limpie los residuos producto de la contención.
  - Deseche los materiales absorbentes, tierra o rotomila de manera adecuada.
  - No limpie el área con manguera y agua.

Para **materiales no peligrosos** que sean **derrames significativos**, siga las siguientes medidas:

- Contacte la línea de emergencia para reportes de derrames ambientales del CDPHE (1-877-518-5608) antes de pasadas 24 horas del suceso de derrame. Cabe anotar que se requerirá una notificación por escrito dirigida al CDPHE dentro de los siguientes 5 días calendarios.
- Contacte la Patrulla Estatal de Colorado (303-239-4501) si el derrame se generó en vías de tráfico pesado o autopistas.
- Reporte el derrame al Ingeniero de Proyecto y personal de mantenimiento del CDOT de turno.

- Llame a la línea directa de descargas ilícitas de CDOT (303-512-4426) si el material se infiltra al sistema de drenaje del CDOT o a aguas estatales adyacentes a la propiedad del CDOT.
- Limpie los derrames de inmediato, usando materiales absorbentes en superficies impermeables. De ser necesario, construya diques compactados como medida de contención de los derrames. Si se evidencian condiciones de lluvia durante el derrame, cúbralo de inmediato.

Para derrames de **materiales peligrosos**, implemente las siguientes medidas:

- **Ante cualquier circunstancia, la seguridad del personal es la principal prioridad. Manténgase fuera de la dirección del viento y a una distancia segura. Asegure el área afectada.**
  - Contacte al equipo de emergencia, marque 911.
  - Contacte la línea de emergencia para reportes de derrames ambientales del CDPHE (1-877-518-5608) antes de pasadas 24 horas del suceso de derrame. Cabe anotar que se requiere una notificación por escrito dirigida al CDPHE dentro de los siguientes 5 días calendarios.
  - Contacte la Patrulla Estatal de Colorado (303-239-4501) si el derrame se generó en vías de tráfico pesado o autopistas.
  - Reporte el derrame al Ingeniero de Proyecto y personal de mantenimiento del CDOT de turno.
  - Llame a la línea directa de descargas ilícitas del CDOT (303-512-4426) si el material se

infiltra al sistema de drenaje del CDOT o a aguas estatales adyacentes a la propiedad del CDOT.

- Use un contratista certificado o un equipo de *HazMat* para limpiar el derrame apropiadamente.
- Nunca disponga del personal de construcción para limpiar el derrame.



*Todo tipo de derrame debe ser limpiado inmediatamente.*



*Inspeccione los equipos y vehículos de manera rutinaria para identificar fugas. Mantenga dotación suficiente de materiales de limpieza en todas las áreas de mantenimiento.*



*Inspeccione las estaciones de abastecimiento de combustible de manera rutinaria para identificar fugas. Mantenga dotación suficiente de materiales de limpieza en el área.*

## Manejo de Montículos de Tierra

Los montículos de tierra y otros materiales están propensos a erosión y deben ser manejados apropiadamente para que las aguas de escorrentía no enjuaguen los contaminantes fuera de estos montículos y/o dentro de aguas estatales o zonas pantanosas.

### Consejos

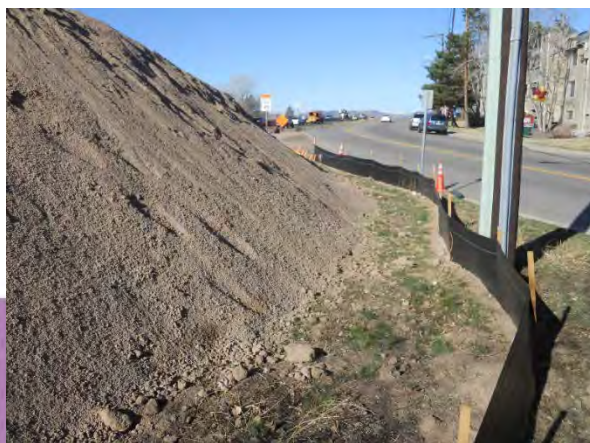
- Aplique mantillo o fijadores de mantillo para prevenir la erosión por viento usando una aplicación por aerosol.
- Siempre mantenga una medida de control alrededor de la base de los montículos de material (o a menos de 20 pies).
- No ubique los montículos cerca o en áreas de drenaje, o a menos de 50 pies de distancia de las aguas estatales.



*Este es un buen ejemplo de manejo de materiales, observe que se usa una lona impermeable para cubrir el material en uso. A la misma vez, el material está elevado sobre paletas de madera.*



*Este es un mal ejemplo de manejo de materiales. Observe que el área no cuenta con troncos de erosion, cerca de sedimentos, o ningún otro método de control.*



Pollution  
Prevention



*Este es un buen ejemplo de manejo de montículos de tierra. Observe que la cerca de sedimentos instalada alrededor del montículo es usada tanto para retener sedimentos como para delimitar el área.*



## Barrido y Aspirado de Calles

La construcción de calles, autopistas y estacionamientos puede causar la acumulación de altas cantidades de contaminantes que contribuyen a la contaminación de aguas de escorrentía. Los contaminantes, incluyendo sedimentos, escombros y basura, pueden reducirse si se barre el área.

### Consejos

- Inspeccione posibles áreas de contaminación diariamente y barra/aspire según sea necesario.
- Deseche todo el material barrido de manera adecuada.
- Asegúrese de no barrer ninguna sustancia peligrosa o desconocida.
- No use escobas de maquinaria pesada o adaptadores para barrer.



*Este es un buen ejemplo del uso de una máquina barredora para limpiar el área de construcción*





*Esta página en blanco intencionalmente.*

Pollution  
Prevention



## Capítulo 8 Condiciones Especiales

Estructuras de Extracción de Agua ..... 8-2

Cruce de Ríos ..... 8-4

## Condiciones especiales

### Estructuras de Extracción de Agua

Las estructuras de extracción de agua depositan y filtran aguas cargadas de sedimento (ver sección 6-1). **La extracción de agua debe seguir los requerimientos establecidos en las Secciones 107.25.b.7 y 107.25.b.8 del documento más reciente de los Estándares y Especificaciones para la Construcción de Vías y Puentes del CDOT. Este documento (versión en inglés titulada “Standard Specifications for Road and Bridge Construction”) puede ser ubicado en el siguiente enlace:**

<https://www.codot.gov/business/designsupport>

### Consejos

- A menos de contar con un permiso de descarga, nunca descargue el agua extraída directamente a aguas estatales incluyendo zonas pantanosas, canales de riego, canales o drenajes de lluvia.
- No se permiten descargas directas en desagües sanitarios a menos que se obtenga un permiso por escrito de la municipalidad y del dueño del desagüe.
- Ubique bolsas de extracción de agua en terreno llanod estabilizado con mantas, rocas u otras medidas de control.



*Este es un buen uso de las bolsas de extracción de agua. Observe que están ubicadas fuera de aguas estatales y se usan troncos de erosión como medida de control secundaria.*

## Cruce de Ríos

Los cruces temporales de ríos se usan para posibilitar el cruce de vehículos de construcción sobre un cuerpo de agua. Los cruces de este tipo son instalados de manera temporal y no están diseñados para uso vehicular público. La Sección de Permisos 404 de la Certificación 401 podría ser requerida para la implementación del cruce de ríos. **Nótese que el diseño de cruces temporales de ríos debe ser realizado y aprobado por un Ingeniero Profesional licenciado.**

El uso de puentes o vados es ampliamente utilizado en los cruces de ríos. Una de las ventajas principales de este método es que los materiales usados para las estructuras de los cruces de ríos pueden ser reciclados o reusados al final del proyecto.

### Consejos

- Coloque el cruce del río temporal, de tal manera que forme ángulos rectos con el río o cómo lo indique el Ingeniero de Proyecto.
- Todos los cruces deben tener un carril de tráfico. El ancho del cruce debe ser mínimo de 12 pies y máximo de 20 pies.
- Retire la estructura de cruce durante los siguientes 14 días calendarios después de haber detenido su uso.

### Mantenimiento

- Inspeccione el cruce cada semana y después de cada evento de lluvia.
- Realice una evaluación de simientos en cada inspección.

- Remueva los sedimentos acumulados periódicamente.
- Reemplace la roca (riprap) en las alcantarillas y desembocaduras de los cruces.



*Esta es una buena aplicación de cruce de ríos. Observe la roca en la entrada.*



*Esta es una mala aplicación de cruce. No se instaló roca en la entrada.*



*Este es un excelente ejemplo del buen uso de un puente temporal como cruce.*





# Declaración de Ética Ambiental

---

CDOT apoyará y realizará todos los esfuerzos necesarios para proteger el medio ambiente y la calidad de vida de todos los ciudadanos de Colorado, en búsqueda de proveer el mejor Sistema y Servicio de Transporte posible.

Guía de protección ambiental del CDOT (titulada “Environmental Stewardship Guide” en inglés), Noviembre 2017

<https://www.codot.gov/programs/environmental/resources/guidance-standards/cdot-environmental-stewardship-guide-nov-2017/view>

---

