

Las razones y ventajas de manejar la escorrentía del aeropuerto dentro del área de drenaje del sistema de Caño Sucio de esta manera son varias:

1. No se altera el volumen de escorrentía del área de drenaje. Es decir, la escorrentía creada dentro del área de drenaje se continuará drenando a su destino original y de esta manera se busca mantener el volumen de agua dulce que recibe la Bahía de Margarita.
2. Se elimina la necesidad de cajones pluviales por debajo de la pista de aterrizaje. De esta manera se mantiene el nivel mas alto de seguridad de las instalaciones.
3. Se construye una servidumbre pluvial a lo largo de la carretera y se crea una barrera pluvial de protección a la Isla Galeta. Es decir, se reduce la intrusión de personas a la reserva forestal y de igual manera se disminuye la salida de fauna hacia la carretera y área industrial.
4. Se construye una laguna de sedimentación en un sitio con mejores suelos que las zonas adyacentes, cerca de la Bahía de Margarita y a mayor distancia del aeropuerto. El tratar de construir la laguna a la mayor distancia posible del aeropuerto reduce el contacto entre aves y las aeronaves y es un factor de seguridad aérea y de la fauna. La cercanía a la Bahía de Margarita reduce la servidumbre pluvial requerida. Por ultimo, el utilizar la zona de mejor suelo minimiza el área de construcción requerido y por ende reduce el área de intervención.

Propuesta de manejo para el área de drenaje del Majagual

El área de drenaje del majagual intervenida por el proyecto esta en su gran mayoría dentro del área de operación del aeropuerto. Las medidas que se implementaran en esta área están descritas en la siguiente sección.

Propuesta de manejo interno en el área del Aeropuerto

Actualmente, el sistema de drenaje de escorrentía de aguas de tormenta se descarga dentro de tres (3) distintos canales de drenaje. Estas tres áreas son, el Río Coco Solo al este, el Río Majagual al suroeste y el Caño Sucio al noroeste. El diseño de drenaje propuesto por el Aeropuerto Internacional de Colón (AIC) seguirá este patrón de líneas divisoras. La escorrentía de aguas residuales seguirán descargando hacia los canales de drenajes antes mencionados durante y después de la construcción para mantener la integridad de dichos.

El diseño de drenaje para el (AIC) será basado en las proyecciones de tormentas durante los próximos 25 años como es requerido por el Ministro de Obras Públicas de la República de Panamá.

Controles de erosión y sedimentación serán mantenidos durante el proyecto. La erosión será mitigada con la implementación de una verja de légamo, bermas de desvío, trampas de sedimentación y depósitos de agua. El plan de estabilización del área será iniciado temprano en el proyecto para reducir el potencial de riesgo de erosión.

La calidad del agua es una alta prioridad en el proceso de diseño del drenaje. La escorrentía de aguas de tormenta será mitigada usando practicas de ingeniería para mantener un alto nivel de la calidad del agua. Estos estándares cumplen con los requerimientos presentados por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y el Ministro de Obras Públicas de la República de Panamá. Todas las áreas de estacionamiento de aeronaves serán drenadas mediante separadores de aceite antes de ser descargadas del sitio. Otras medidas de mitigación incluye la vegetación de las tierras, vegetación en pantanos, trampas de sedimentación y medidas de detención. El

diseño mantendrá la integridad de la calidad del agua al punto de descargue de la propiedad, protegiendo así contra daños al ecosistema, pantanos y arrecifes de coral.

Los separadores de aceite tendrán un tamaño suficiente para que todo el estacionamiento de aeronaves del campo aéreo drene la escorrentía entre estas estructuras. Estas estructuras están diseñadas con paredes de baffle en el interior para capturar el aceite adentro y dejar proceder solamente el agua tratada en el otro lado de la estructura.

Tierras vegetadas y pantanos proporcionan un buen tratamiento para la escorrentía de tormentas. La vegetación ayuda a remover aceites y sedimentos de escorrentía y naturalmente también reduce la velocidad del agua resultando en menos riesgos de erosión.

La retención de aguas de tormenta será realizada usando una combinación de un drenaje abierto y cerrado. Debido al uso de aeropuerto, una cuidadosa consideración se ha de hacer cuando se este ubicando la retención abierta en una proximidad muy cercana a las pistas de aterrizajes y de carreteo. En estas áreas, la detención será lograda usando una detención de superficie con un sistema para impedir la migración de aves ó una serie de tuberías subterráneas. Estos métodos serán tan efectivos como el método convencional de lagunas pero evitando a las aves, lo cual es muy peligroso para la seguridad de los pasajeros y aeronaves. En las áreas donde se considere seguro, el método convencional será usado.

Las áreas de detención proveerán el tiempo necesario para colocar las partículas suspendidas, activando así la trampa de sedimentación. Métodos para remover el sedimento serán implementados por todo el sistema de drenaje, incluyendo la vegetación de la tierra en pantanos, los colectores de aceite en drenaje cerrado y las estructuras de detención.

Propuesta de manejo interno en el área del Parque Industrial

Los proyectos industriales que se vayan ubicando dentro del parque industrial tendrán que cumplir con las normas de desarrollo del CEMIS. Las normas de desarrollo serán una importante herramienta para asegurar el desarrollo ordenado del complejo industrial. Las instalaciones industriales que se ubiquen en el CEMIS tendrán que pasar por un proceso de revisión y aprobación interno del proyecto que asegure que los mismos no deterioraran el ambiente del parque, sus vecinos industriales y el entorno externo del área del proyecto.

Un componente de las normas de desarrollo son los estándares de desarrollo de terreno que incluyen el manejo de escorrentía pluvial dentro de cada instalación industrial. Si la instalación industrial contiene procesos que pueden resultar en contaminantes específicos, no tradicionales a áreas urbanizadas, en la escorrentía deberá tomar medidas localizadas adicionales para remover estos. Por ejemplo, si un usuario tiene áreas de trabajo externas que generen aceites él deberá contener las mismas dentro de su área de operación y asegurar que los aceites no se incorporen a los caudales que drenan a los ríos y cuerpos de aguas naturales. De hecho, en dicho caso el usuario tendría que incorporar medidas de mitigación como filtros de agua y aceite.

Apéndice A – Barrera de Desperdicios Vegetales y Escombros

Barrera de sedimento temporal localizada en el perímetro del área intervenida y construida de los residuos de materiales proveniente de la limpieza y del desarraigue del lugar.

Propósito

Interceptar y retener sedimento de las áreas intervenidas de extensión limitada, previniendo que el sedimento salga del lugar.

Condiciones en las que la practica se aplica

En áreas intervenidas sujetas a la erosión por planilla de flujo y riachuelos en donde se encuentre suficiente residuo de material para construir dicha barrera.

Consideraciones del Proyecto

Desperdicios vegetales y materiales de escombros provenientes de la limpieza del lugar son usualmente quemados o acarreados lejos para ser vaciados en otra parte. Mucho de este material puede ser utilizado de forma efectiva en el lugar de la construcción. Durante la operación de desraizar y de limpieza, el equipo puede empujar o colocar la mezcla de miembros, las raíces y rocas en hileras a lo largo de la base de una pendiente en donde se espera que haya erosión y salida de agua de forma acelerada. Debido a que las barreras vegetales son estables y compuestas de materiales naturales, los requerimientos de mantenimiento son mínimos. La experiencia en el campo, ha demostrado que la instalación de barreras de desperdicio vegetal y escombros no son efectivas cuando hay grandes vacíos creados por el uso de materiales que son muy grandes (fragmentos de árbol) para proveer una barrera densa. Se recomienda utilizar material residual de 6 pulgadas o menos de diámetro para crear una barrera mucho más uniforme o utilizar un recubrimiento de tela de filtro para mejorar la filtración de la escorrentía pluvial.

Criterios de Diseño

No es necesario un diseño formal.

Especificaciones de Construcción

Sin la tela filtrante

1. El alto de la barrera debe ser de un mínimo de 3 pies.
2. El ancho de la barrera debe ser mínimo de 5 pies en la base (el tamaño de la barrera puede variar considerablemente dependiendo de la cantidad de material disponible y el criterio de diseño del ingeniero).
3. La barrera debe ser construida amontonando matorrales, piedras, raíces y otros materiales provenientes del proceso de limpieza. Materiales más grandes de 6 pulgadas de diámetro no deben ser utilizados para crear la barrera ya que pueden resultar en vacíos en donde un flujo de sedimento puede pasar fácilmente.

Si se utiliza un filtro(Figura A2)

1. La tela de filtro debe cumplir requerimientos físicos mínimos anotados en la Tabla A1.

2. La tela de filtro debe ser cortada en longitudes suficientes para ponerse a través de la barrera desde la base de la cumbre de la pendiente hasta detrás del pico. En los lugares donde son necesario las juntas, la tela será empalmada junto con un mínimo de traslapo de 6 pulgadas y selladas con seguridad.
3. Se debe excavar una zanja de 6 pulgadas de ancho y 4 pulgadas de hondo a lo largo de la longitud de la barrera e inmediatamente cuesta arriba desde la barrera.
4. La longitud del filtro de tela debe ser cubierto a través del ancho de la barrera con el borde de la cuesta arriba colocado en la zanja y los bordes de las piezas adyacentes recubriendo a cada una.
5. El filtro de tela debe ser asegurado en la zanja con estacas aproximadamente cada 3 pies.
6. La zanja debe ser rellenada y el suelo compactado por encima del filtro de tela.
7. Colocar estacas cuesta abajo de la barrera y asegurar la tela atándola a las estacas.

Mantenimiento

1. Las barreras deben ser inspeccionadas después de precipitaciones pluviales significativas y las reparaciones necesarias deben ser realizadas de manera oportuna.
2. Depósitos de sedimento deben ser removidos cuando alcancen aproximadamente un medio de la altura de la barrera.

Tabla A-1. Propiedades Físicas de la Tela de Filtro

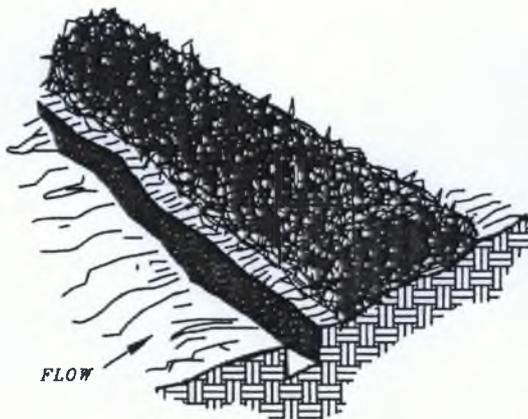
Propiedad Física	Prueba	Requerimiento
Eficiencia de Filtración	ASTM 5141	75% (mínimo)
Fuerza en Tensión a 20% de Elongación (max.)	VTM-52	Fuerza Extra – 50 lbs./pulg. lineal (mínimo) Fuerza Estándar – 30 lbs./pulg. lineal (mínimo)
Flujo	ASTM 5141	0.2 gal./pies cuad./minuto (mínimo)
Estabilidad contra Rayos Ultravioleta %	ASTM-G-26	90% (mínimo)



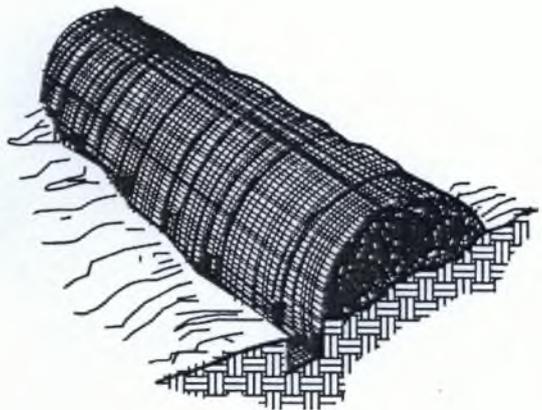
Figura A1 – Fotografía de Barrera Típica

CONSTRUCTION OF A BRUSH BARRIER COVERED BY FILTER FABRIC

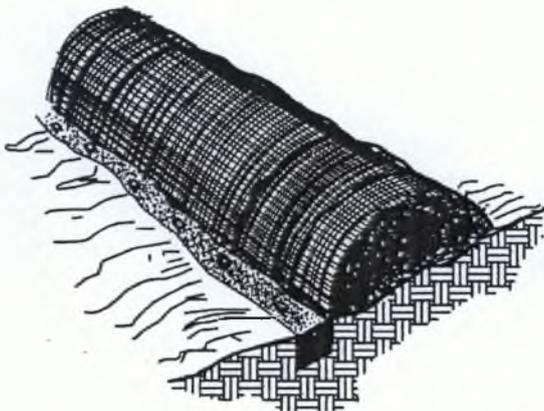
(TREE/RESIDUAL MATERIAL WITH DIAMETER > 6")



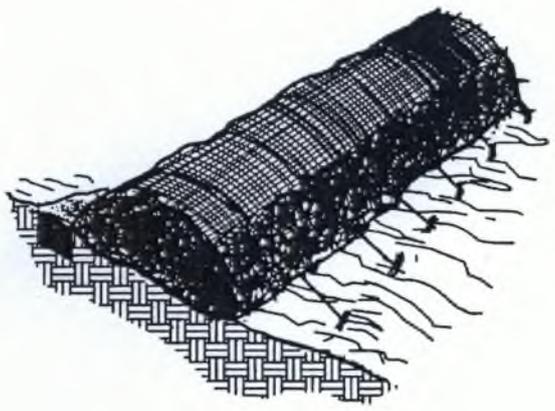
1. EXCAVATE A 4"X 4" TRENCH ALONG THE UPHILL EDGE OF THE BRUSH BARRIER.



2. DRAPE FILTER FABRIC OVER THE BRUSH BARRIER AND INTO THE TRENCH. FABRIC SHOULD BE SECURED IN THE TRENCH WITH STAKES SET APPROXIMATELY 36" O.C.



3. BACKFILL AND COMPACT THE EXCAVATED SOIL.



4. SET STAKES ALONG THE DOWN-HILL EDGE OF THE BRUSH BARRIER, AND ANCHOR BY TYING TWINE FROM THE FABRIC TO THE STAKES.

Figura A2 – Detalle Típico de Barrera

Apéndice B – Dique Temporal de Desviación

Una loma temporal de suelo compacto construida en la base superior y/o inferior de una área intervenida.

Propósito

1. Para desviar la salida de la escorrentía pluvial del área de drenaje en áreas intervenidas a una salida estabilizada.
2. Para desviar salida de sedimento de un área desordenada a una facilidad que intercepte el sedimento como una laguna de sedimentación.

Condiciones en las que se aplica la practica

En cualquier lugar en donde la salida de aguas pluviales deba ser temporalmente desviada para proteger áreas intervenidas o retener sedimento en el lugar durante la construcción. Estas estructuras generalmente tienen un periodo de vida de 18 meses o menos, el cual podrá ser prolongada con un mantenimiento apropiado.

Consideraciones del Proyecto

Un dique temporal de desviación intenta desviar por tierra el flujo a una salida estable o una trampa de sedimento, durante el establecimiento de una estabilización permanente en las áreas intervenidas. Cuando se utiliza en la parte superior de la pendiente, la estructura protege las pendientes expuestas manteniendo alejadas la escorrentía del terreno elevado. Cuando se utiliza en la base de la pendiente, la estructura protege las áreas adyacentes y corriente abajo, haciendo que la salida de sedimento se desvíe a una trampa de sedimento.

Es muy importante que un dique temporal de desviación sea estabilizado inmediatamente para prevenir la erosión del mismo dique. La pendiente del canal detrás del dique es también una consideración importante. El dique debe tener un grado positivo para asegurar el drenaje, pero si la pendiente es demasiado pronunciada, se deben tomar precauciones para prevenir la erosión en la base del mismo. La sección del canal que corre detrás del dique debe ser de una forma parabólica o trapezoidal para ayudar a prevenir un flujo de gran velocidad.

Esta practica es considerada económica porque se utilizan materiales disponibles en el lugar, y usualmente puede ser construido con equipos que se necesita para nivelar el sitio. La vida útil de la practica puede extenderse estabilizando el dique con vegetación. Los diques de desviación son preferibles barreras de sedimento, porque son más durables, menos caras, y requieren menos mantenimiento cuando se construyen de forma apropiada. Junto con una laguna temporal de sedimentación se convierten en una alternativa lógica para una medida de control cuando los límites de control de la barrera de sedimento o barrera de paja, se excedan.

Los diques temporales de desviación son usualmente utilizados como control de perímetro asociados con una trampa de sedimento o laguna de sedimento, o una serie de trampas de sedimento, que van desde lugares de construcción moderados a grandes. Si son utilizados de manera apropiada y en la primera fase de clasificación, los costos de mantenimiento son muy bajos. Usualmente, la limpieza de las trampas de sedimento es el único mantenimiento requerido.

Como una especificación adjunta, esta practica intenta ser temporal. De igual forma, con criterio de diseño más exigente, puede ser permanente de acuerdo con Diques Permanentes.

Criterio de Diseño

No es necesario un diseño formal pero se recomiendan los siguientes criterios.

Altura

La altura mínima permitida medida desde la cumbre de los lados de la pendiente del dique es de 18 pulgadas.

Pendiente de los lados

1 ½ : 1 o más plano, junto con una base mínima de 4.5 pies de ancho.

Grado

El canal detrás del dique debe tener un grado positivo para una salida estable. Si la pendiente del canal es menor o igual al 2% no se necesitará estabilización. Si la pendiente es mayor que 2% el canal deberá ser estabilizado.

Salida

1. La desviación de la salida, si esta libre de sedimento, debe ser soltada por un canal o una salida estable.
2. La salida de sedimento debe ser desviada y soltada mediante una trampa de sedimento como una trampa o laguna temporal de sedimentación.

Especificaciones de Construcción

1. Los diques temporales de desviación deben ser instalados como un primer paso en el movimiento de tierra y debe ser funcional antes de intervenir cuesta arriba.
2. Le dique debe ser lo suficientemente compacto para prevenir fallas.
3. El dique debe ser estabilizado.
4. El dique deberá ser localizado para minimizar daños por trafico y operaciones de construcción.

Mantenimiento

Esta medida de mitigación deberá ser inspeccionada después de tormentas significativas y las reparaciones al dique, canales de flujo, salida y trampas de sedimento, según sea necesario. Una vez cada dos semanas, aunque no haya ocurrido ninguna tormenta, se debe inspeccionar y reparar, según sea necesario. Los daños hechos por el tráfico en la construcción o cualquier otra actividad deberán ser reparados después del final de cada día de trabajo.

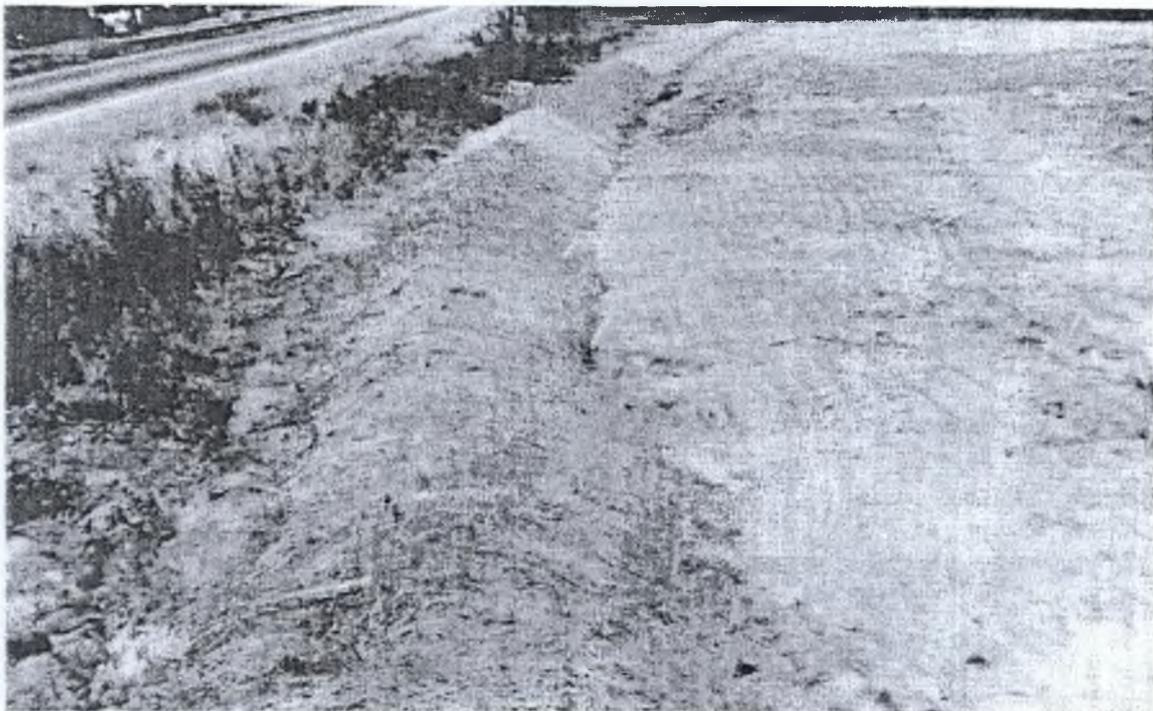


Figura B1 – Fotografía de Dique Típico

TEMPORARY DIVERSION DIKE

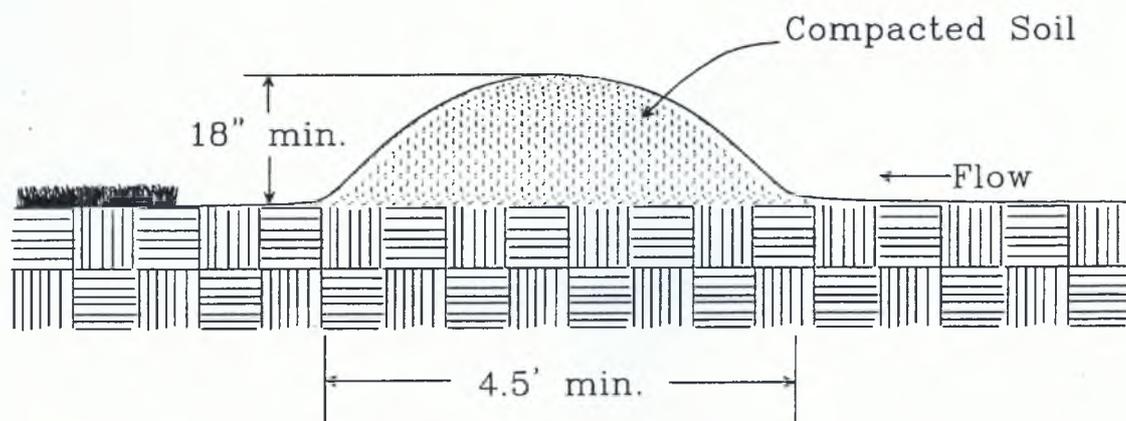


Figura B2 – Sección Típica de Dique

Apéndice C – Laguna Temporal de Sedimentación

Es una barrera o presa temporal con una estructura de control de salida para las aguas pluviales, que se forma construyendo un terraplén de tierra compacta a través de la vía de drenaje.

Propósito

Detener la salida de carga de sedimento de las áreas de distribución en depósitos húmedos y secos, lo suficientemente largos para que la mayoría de los sedimentos se acomoden afuera.

Localización

Para mejorar la efectividad del recipiente, debe ser localizado de manera que pueda interceptar la mayor cantidad de escorrentía de las áreas de distribución. La mejor localización son generalmente áreas bajas y vías de drenaje natural por debajo de las áreas de distribución. El drenaje hacia el recipiente, puede ser mejorado mediante el uso de una serie de diques y zanjas.

Usos Múltiples

Los recipientes de sedimentación pueden permanecer en su lugar, después de que la construcción y la estabilización final del lugar sean completadas para servir como estructuras permanentes de manejo de aguas pluviales. Debido a que la localización más práctica para un recipiente de sedimentación lo es también para un recipiente de manejo de aguas pluviales, es usualmente recomendable utilizar estas estructuras para propósitos de manejo de aguas pluviales permanentes si fuera aplicable.

Criterios de Diseño

Capacidad del recipiente

Se puede calcular a través de métodos computacionales. El programa PondPack fue utilizado para el cálculo de volumen. PondPack es un programa de hidrológica y hidráulica de la compañía Haestad Methods.

Forma del recipiente

Para mejorar la interceptación eficiente de los sedimentos en el recipiente se recomienda que la longitud del flujo efectivo debe sea dos veces el ancho del flujo efectivo. La forma del recipiente se debe obtener, seleccionando de la mejor manera el lugar del recipiente, mediante excavación, o mediante el uso de deflectores.

Sección transversal del terraplén

Un terraplén de menos de 10 pies, debe tener una cumbre mínima de 6 pies, y la pendiente de los lados deberá ser de 2:1 o más plana. En el caso de un terraplén 10 a 14 pies de alto, el ancho mínimo de la cumbre debe ser 8 pies y la pendiente de los lados de 2:1 o más plana. Para un terraplén de 15 pies (máximo permitido por estas especificaciones), el ancho de la cumbre debe ser de 10 pies con un máximo de 2:1 en la pendiente de los lados.

Diseño del Vertedero

La boca de salida para el recipiente, consiste en una combinación de vertedero de emergencia y principal.

Vertedero principal

Para una máxima eficiencia, el vertedero principal debe consistir en un tubo principal o caja de metal corrugado o de concreto reforzado, con un diámetro mínimo de 15 pulgadas, unido por una conexión impermeable a una tubería horizontal, extendida a través del terraplén y una boca de salida más allá de la punta en sentido descendiente del terraplén.

Si el vertedero principal es utilizado en conjunción con un vertedero de emergencia separado, el vertedero principal deber ser diseñado de manera que por lo menos pase la cima esperada de una tormenta de 2 años.

Elevaciones de diseño

La cresta de un vertedero principal debe ser de por lo menos la elevación correspondiente al almacenamiento del volumen que es requerido. Además, un bordo mínimo de 1 pie debe ser colocado entre el diseño de alta agua y la cima del terraplén.

Dispositivo anti-vortex y filtro para basura

Estos deben ser unidos a la cima del vertedero principal para mejorar las características del flujo del agua en el vertedero y prevenir que los restos flotantes bloqueen el vertedero principal.

La desecación del almacenamiento seco debe ser realizada de manera que remueva las aguas limpias sin necesidad de remover la carga de sedimento potencial encontrada en las áreas de almacenamiento húmedas o cualquier cantidad apreciable de restos flotantes. Un método económico y efectivo para realizar la extracción, es una sección de un tubo vertical perforado unido al vertedero principal en dos puntos.

Base

La base del vertedero principal debe ser debidamente anclado de manera que se prevenga la flotación.

Barril

El barril de un vertedero principal, que se extiende a través del terraplén, debe ser diseñado para llevar el flujo que proviene de la tubería vertical del vertedero principal, con el nivel del agua de la cresta del vertedero de emergencia. La conexión entre la tubería vertical y el barril debe ser impermeable. La boca de salida del barril debe ser protegida para prevenir la erosión o socavación del área de descarga de la misma.

Vertedero de Emergencia

El vertedero de emergencia actúa como un liberador de seguridad para el recipiente de sedimento, o cualquier tipo de estructura de embargo, transportando la más grande y menos frecuente tormenta (tormenta diseño) a través del recipiente sin causar daño al terraplén. El vertedero de emergencia también actúa, como su nombre lo indica – en caso de una emergencia como una sedimentación excesiva o daño a la tubería vertical que previene el flujo hacia el vertedero principal. El vertedero de emergencia consiste en un canal abierto construido adyacente al terraplén sobre material imperturbado (no relleno). En donde las condiciones no permitan la construcción de un vertedero de emergencia en material imperturbado, el vertedero deberá ser construido de un material que no se desgaste, como un enrocamiento.

Capacidad

El vertedero de emergencia será diseñado para llevar la porción de la tarifa de salida del derramamiento de una tormenta de 25 años, que no ha sido llevada por el vertedero principal.



Figura C1 – Fotografía de Laguna de Sedimentación Típica

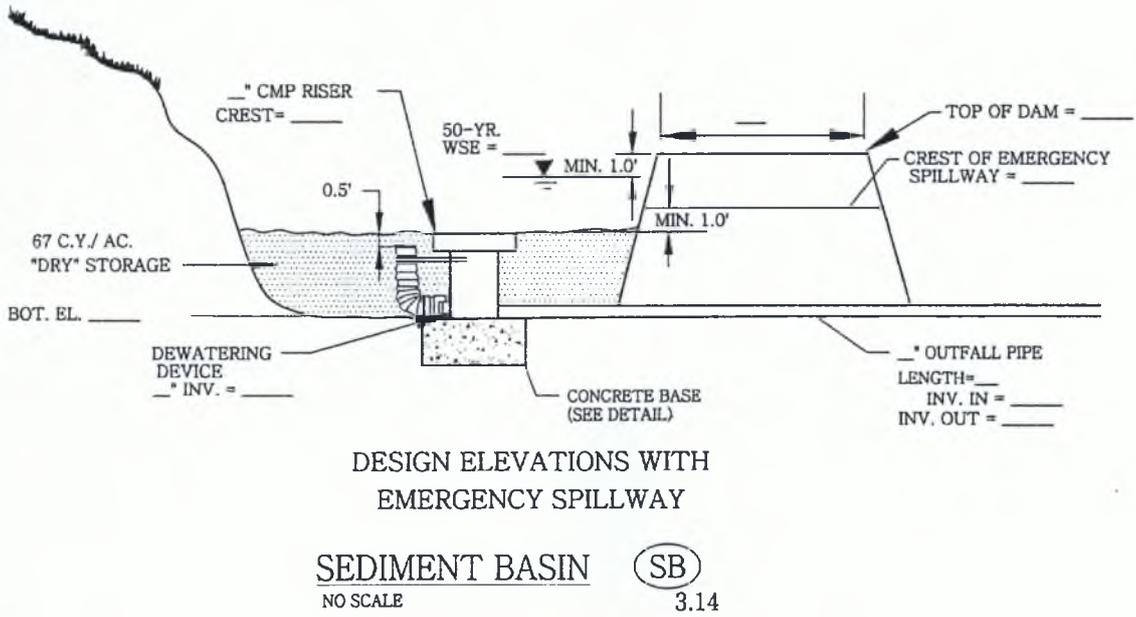


Figura C2 – Sección Típica de Laguna de Sedimentación

Apéndice D – Franja de Filtro Vegetal

La franja de filtro vegetal es una franja que ha sido diseñada para aceptar la escorrentía pluvial como planilla de flujo (“sheet flow”).

Propósito

El propósito de la franja de filtro vegetal es realzar la calidad de la salida del pluvial a través de filtración, depósito de sedimento, infiltración y absorción. Los filtros vegetales confían en su cuesta plana cruzada y en la vegetación densa para realzar la calidad del agua. Su cuesta plana cruzada asegura que se mantenga la planilla de flujo mientras se filtra a través de la vegetación.

Consideraciones Durante la Planificación

Las siguientes consideraciones deben tomarse en cuenta cuando se seleccione una franja de filtro vegetal como medida de control de calidad de agua pluvial.

1. Suelo: los suelos deben ser capaces de sostener vegetación con un mínimo de fertilización.
2. Topografía: la topografía debe ser relativamente plana para mantener las condiciones de planilla de flujo. Los filtros de franja funcionan mejor en una pendiente de 5 por ciento o menos.

Se puede proveer un diseño modificado para permitir la acumulación de escorrentía en el extremo inferior del filtro. El área de acumulación puede ser orientada, construyendo una pequeña berma permeable utilizando una mezcla selecta de suelo.

Mejoría de la calidad del agua

Para que los filtros sean utilizados como medida de control de calidad de agua, deben cumplir con ciertos criterios de diseño. Los diseños de las franjas de filtro vegetal deben incluir especificaciones de construcción, estabilización y mantenimiento. El requerimiento más significativo es para que la escorrentía sea recibida como planilla de flujo. Ciertas mejorías pueden ser necesarias, como adicionar vegetación y movimientos de tierra, o el uso de difusores de caudales, para asegurar que el agua de escorrentía entre a la franja de filtro como planilla de flujo.

Control de sedimento

El área natural que ha sido diseñada para servir como franja de filtro vegetal, no debe ser utilizada para control temporal de sedimento. Los depósitos de sedimento pueden tener un impacto significativo en la vegetación existente.

Criterios de Diseño

Esta sección provee recomendaciones y criterios mínimos de diseño para las franjas de filtro vegetal previsto para realzar la calidad del agua. Es responsabilidad del diseñador decidir cuales criterios son aplicables para cada facilidad y decidir si algún elemento de diseño es requerido.

Hidrología

La hidrología del área de drenaje que contribuye a la franja de filtro debe ser determinado.

Geometría de la franja de filtro

De conformidad con los siguientes parámetros debe resultar en un óptimo funcionamiento de la franja de filtro.

1. Longitud: la longitud mínima de una franja de filtro debe ser de 25 pies, con una pendiente máxima de 2 por ciento.
2. Pendiente: la pendiente de una franja de filtro debe ser tan plana como sea posible mientras que permite el drenaje. Puede ocurrir saturación cuando se utilizan pendientes extremadamente planas.

Berma permeable

Para forzar el estancamiento del flujo en una franja de filtro vegetal, se debe instalar una berma permeable. Un rebosadero blindado debe ser colocado de manera que permita a las grandes tormentas pasar sin que afecten la berma.

Vegetación

Una franja de filtro debe ser densamente vegetal con especies de plantas resistentes a la erosión que se adhieren efectivamente al suelo. Algunos tipos de plantas son más convenientes que otras para el control de las aguas pluviales urbanas. La selección de las plantas debe ser basándose en su compatibilidad con el clima, condiciones, suelo y topografía y su habilidad para soportar tensiones urbanas provenientes de contaminantes, condiciones de la humedad del suelo y las fluctuaciones de la acumulación.

Vegetación conveniente para una franja de filtro, incluye:

- Hierbas profundamente arraigadas, cubiertas de la tierra o vides.
- Hojas caducas y arbustos imperecederos.
- Árboles menores y mayores de un piso.

De ser posible se deben utilizar especies de planta nativas. Las plantas no nativas requieren más cuidado para adaptarse a la hidrología local, clima, exposición, suelo y otras condiciones. También, algunas plantas no nativas pueden llegar a ser un invasor, en última instancia matando a la población de plantas nativas. Esto es especialmente cierto para plantas no nativas utilizadas para estabilización.

Especificaciones de Construcción

Estándares específicos de construcción, tales como aquellos desarrollados por el USDA Servicio de Conservación de Suelo o El Cuerpo de Ingenieros de la Armada de U.S., deben ser seguidos donde se aplique para la construcción de una franja de filtro. Las especificaciones deben satisfacer todos los requerimientos del gobierno local.

Secuencia de construcción

La construcción de la franja de filtro vegetal deber ser coordinado con el cronograma total de la construcción del proyecto. La construcción de la tira de filtro no debe ser iniciada hasta que los controles adecuados de erosión temporal estén en su lugar.

Preparación del suelo

La tierra vegetal debe tener como mínimo 8 pulgadas de espesor. Durante el movimiento de tierra la tierra vegetal debe ser removida y almacenada en montones. El subsuelo debe ser labrado a una profundidad de por lo menos 3 pulgadas para poder

mezclar los aditivos del suelo y para permitir la vinculación de la tierra vegetal con el subsuelo.

Mantenimiento / Guía de Inspección

Las franjas de filtro deben ser inspeccionadas regularmente para la erosión del arroyo, densidad de la vegetación, daños debido a las pisadas o el tráfico vehicular, y evidencia de flujo concentrados en la franja. El nivel de difusor debe ser inspeccionado para verificar que funciona como es debido.

Las inspecciones son críticas durante los primeros años para asegurarnos que la franja se establezca de una manera adecuada. El mantenimiento es especialmente importante durante este tiempo y debe incluir riego, fertilización, planto de semillas, según sea necesario.

Una vez que la franja de filtro esté bien establecida y funcionando de manera apropiada, mantenimiento periódico, tal como, riego, fertilización y reparación, será necesario. De cualquier manera, los esfuerzos de fertilización deben ser minimizados. La selección natural permite que algunas especies (usualmente plantas nativas) prosperen mientras que otras declinan. El siembra de semillas y plantas debe ser limitado a aquellas especies que han exhibido su habilidad para prosperar.

Para aumentar la longevidad funcional de la franja de filtro vegetal, se recomiendan las siguientes prácticas:

- Remoción regular de los sedimentos acumulados,
- Reestablecimiento periódico de la vegetación en áreas erosionadas o áreas cubiertas por sedimentos acumulados,
- Deshierbe periódico de especies invasoras o malezas, y
- Podar periódicamente la vegetación leñosa para estimular el crecimiento.

Apéndice E – Lagunas de Retención

Las lagunas de retención pueden funcionar como facilidades multiuso. Como facilidades BMP, estas son de las más efectivas para mejorar la calidad del agua. El termino BMP significa “best management practices” y se refiere al manejo de la calidad de la escorrentía pluvial. Una laguna de retención cuando esta bien diseñada, utiliza sedimentación y mecanismos biológicos y químicos para remover contaminantes solubles e insolubles. Una laguna de retención también se puede utilizar para controlar la descarga de aguas pluviales, como un hábitat ecosistema, como un mecanismo de recarga de aguas subterráneas, y como una amenidad del proyecto.

Volumen de retención de la laguna

El volumen de la laguna de retención BMP, afecta de manera significativa la eficiencia de la remoción de contaminantes, que está relacionada con la proporción del volumen de la laguna al volumen de las aguas pluviales, conociéndose esta proporción como VB/VR. Las tormentas diseño serán determinadas por medio de los registros de la precipitación del área.

El volumen de la laguna que se utilizará para una aplicación en particular deberá ser determinado de manera que satisfaga los niveles de remoción de polución deseados. De igual manera, otros factores deben ser tomados en cuenta, como son requisitos de tierra y costos de construcción. En adición, es recomendable que se determine la carga de sedimento en el estanque. Basándonos en esta carga de sedimento y la esperada eficiencia de las facilidades, el rango de acumulación de sedimento podrá ser estimado. Estos sedimentos requerirán dragado del estanque de forma periódica, por consiguiente se incurrirá en gastos adicionales de mantenimiento.

El diagrama en la Figura E2 ilustra un BMP, un sistema de detención de salida, que se utiliza para estanques con piscina permanente o pantano poco profundo en el fondo. Consiste en una tubería que se extiende desde la tubería vertical a la cuesta negativa en la piscina permanente o pantano. La tubería deberá ser medida de manera que pueda proveer la razón de flujo requerida, o un plato de cubierta será atornillado a la cabecera, con los tamaños apropiados de los orificios o los orificios perforados en el plato.

Forma y condiciones de la laguna

La forma y condiciones de la laguna son importantes si se desea proveer la máxima distancia posible entre boca de entrada y la de salida de manera que el agua que entre desplace al agua que ya se encuentra en la laguna. Si ocurre un “corto circuito”, es decir, si el agua que entra pasa directamente a la boca de salida sin causar desplazamiento, el contaminante removido será reducida. Algunas veces se recomienda que en el diseño de lagunas se tenga una proporción de 3:1 de longitud y anchura, para prevenir que ocurra un “corto circuito”.

La profundidad promedio de la laguna se recomienda entre 3 a 6 pies. Las lagunas poco profundas son más eficientes porque el asentamiento es el primer mecanismo de remoción y se considera que la remoción a terminado cuando las partículas tocan el fondo de la laguna. Sin embargo, en una laguna poco profunda ocurre la resuspensión de las partículas asentadas por la acción de las olas. En una laguna muy profunda

pueden ocurrir varias capas térmicas, que dan como resultado condiciones anóxicas y posible resuspensión de contaminantes en las capas inferiores.

La vegetación dentro de la laguna también aumenta la remoción de contaminantes. Por eso es beneficioso, diseñar la laguna para proveer un área poco profunda alrededor de todo el perímetro para que crezcan plantas acuáticas. La vegetación en el borde de la laguna, también la protege contra la erosión, y el área poco profunda también puede servir como una forma de seguridad.

Resumen de diseño para lagunas de retención.

Tamaño

El volumen de la piscina debe ser mayor que el volumen de salida generado por la tormenta. La contribución del área de la cuenca colectora debe ser por lo menos de 10 acres, y el área de la superficie de la laguna de por lo menos $\frac{1}{4}$ de acre.

Forma

La laguna debe ser en forma de cuña, estrecho en la entrada y ancho en el terraplén. Se debe utilizar una proporción mínima de longitud, ancho de 3:1, a menos que se utilicen deflectores de gavión para extender el sendero del flujo. Se prefieren litorales irregulares.

Profundidad

La profundidad promedio de la laguna debe ser de 3 – 6 pies, con un banco poco profundo bajo el agua (mínimo 10 pies de ancho) alrededor del perímetro de la laguna. El agua debe ser poco profunda cerca y más profunda en la tubería vertical. Lagunas demasiado profundas (con un promedio de profundidad de 8 pies o más), deben evitarse para prevenir la estratificación y para minimizar los costos de excavación.

Pendientes de los lados

No deben ser más escarpados de 3:1 (h : v) y no más plano de 20 a 1. Un banco seguro, de por lo menos 10 pies de ancho, debe localizarse a los pies de la pendiente.

Suelo

Si el suelo en la laguna es altamente permeable (en el grupo hidrológico A o B), podría ser necesario alinear el fondo de la laguna geotextil impermeable o con 6 pulgadas de un forro de arcilla.

Diseño de la tubería vertical

En la medida en que sea posible, la laguna de retención debe ser diseñada para acomodar detenciones de 24 a 40 horas para una tormenta de 1 pulgada. Los orificios que se utilizan para mantener el nivel de la piscina deben sacar el agua por lo menos 1 pie por debajo de la superficie, y en donde se garanticen las condiciones ambientales, cerca del fondo de la laguna. Una cubierta o rejilla contra basura debe ser instalada en la tubería vertical para prevenir algún obstáculo. Por razones de acceso y de estética, la tubería vertical se debe localizar cerca o dentro del terraplén. Sin embargo, se necesitará una cerca, si la tubería vertical es situada en la cara del terraplén. Para reducir requerimientos futuros de mantenimiento, se debe utilizar concreto en vez de tuberías corrugadas de metal para los barriles y las tuberías verticales.

Protección para la desembocadura

El canal inmediatamente debajo de la laguna debe ser modificado conforme la dimensión natural, y alineado con un gran pedraplén localizado por encima de los filtros. Estanques fijos, desviaciones de las rocas, control de las presas y otros mecanismos se deben utilizar para reducir la velocidad del flujo y los niveles de no-erosión.

Franja verde alrededor de laguna

Las lagunas de retención se deben rodear de una franja de 25 pies de ancho. En esta franja se deben plantar hierbas, arbustos y arboles que sean tolerantes al agua y que no necesiten demasiado mantenimiento.

Vegetación

En la medida de las posibilidades, se sugiere que la franja artificial se localice en la entrada o la parte de adelante, y por lo menos 50% alrededor del perímetro de la laguna.

Represa de retención

Debe tener por lo menos 1 pie de margen libre arriba del vertedero de emergencia. Se deben prevenir escapes alrededor del barril y se debe asegurar que la represa este bien adherida al material de la base. La represa debe ser diseñada para permitir el acceso y la vegetación debe ser cortada dos veces al año para prevenir crecimiento leñoso.

Acceso al lugar

Se debe reservar acceso público o privado a la laguna. El acceso debe ser de por lo menos 10 pies de ancho, en una pendiente de 5:1 o menos, y estabilizada para soportar el paso de equipo pesado. El camino de acceso no debe pasar por el vertedero de emergencia de la represa a menos que sea debidamente estabilizado.

Paisajismo

Se debe preparar plan paisajista que tome en cuenta el hábitat de los animales salvajes y que sea atractivo para los residentes locales.

Mantenimiento

Inspecciones de clima húmedo deben llevarse a cabo anualmente, con los planos de construcción en las manos. Las tareas de mantenimiento deben ser claramente definidas con fondos reservados para tareas rutinarias y no rutinarias.

Remoción de sedimento

La construcción final inicia luego de que el área de la parte alta es estabilizada. Se debe construir una barrera de sedimento cerca de la parte interna de la laguna con almacenaje extra igual al volumen proyectado en un periodo de 20 a 40 años. Reservar un área en forma de servidumbre cerca de la laguna para colocar sedimento.

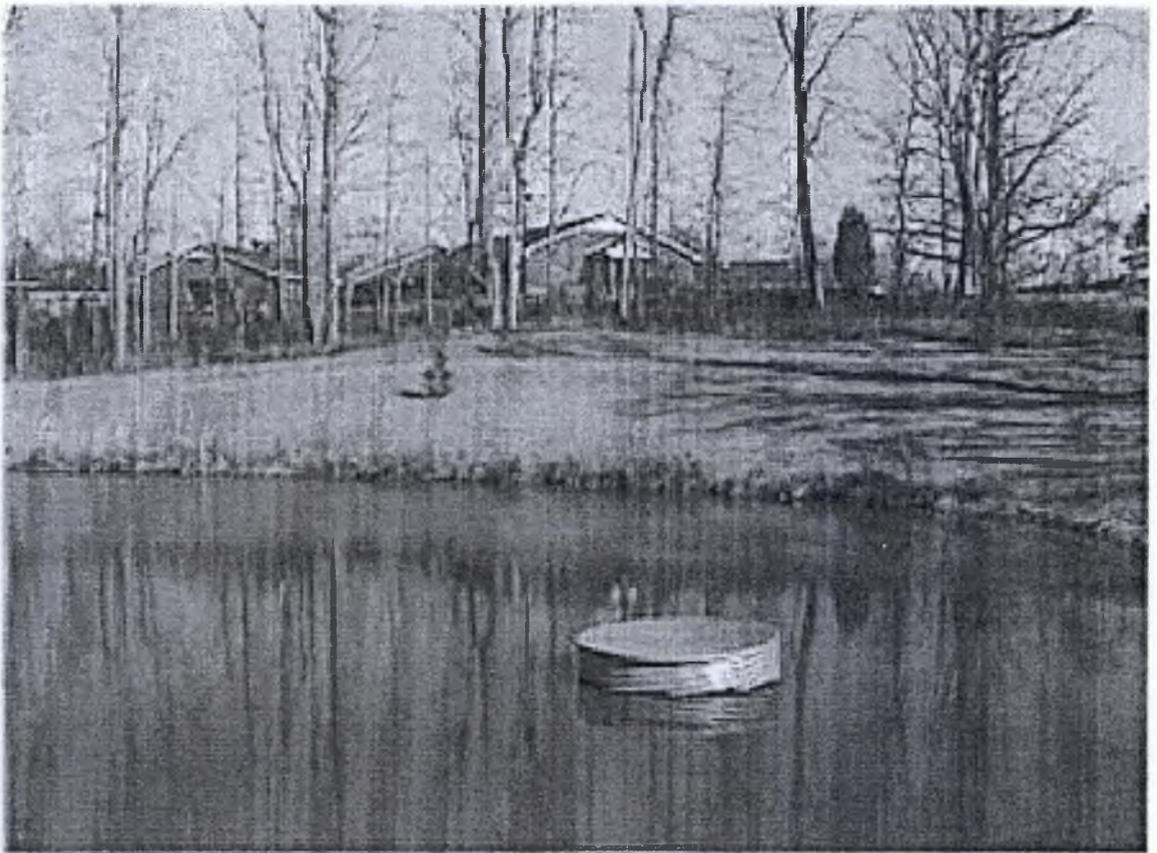


Figura E1 – Fotografía de Laguna de Retención

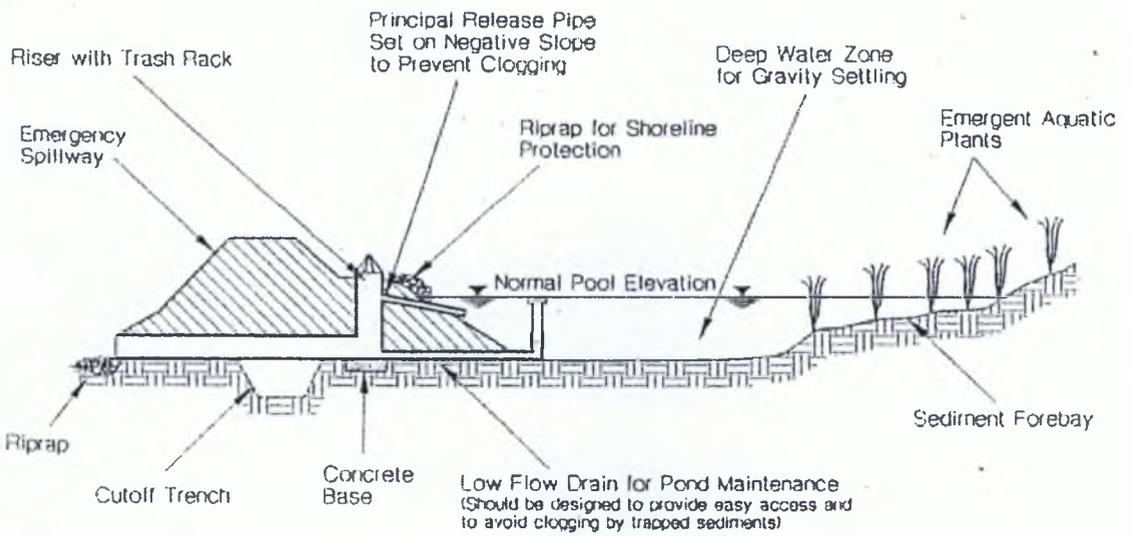


Figura E2 – Sección Típica de Laguna de Detención