

IAG280-05-2013
PROTECCION DE VIAS ASFALTICAS
CON TECNICAS DE BIOINGENIERIA
PROTEÇÃO DO ASFALTO DE ESTRADAS COM TÉCNICAS DE
BIOENGENHARIA

Autor: Leonel Castro
Bio ingeniería Ambiental
Ciudad de Guatemala, Guatemala
E-mail: leonel.castro@viveronaturalgarden.com.gt

Resumen

Al hablar de medidas preventivas para protección de pavimentos flexibles regularmente se hace referencia a la carpeta de rodadura. Sin embargo poco se dice o se hace por la estructura que lo soporta.

Un alto porcentaje de las vías asfálticas fracasan debido al colapso de las estructuras que las soportan y no al asfalto en sí. Por lo tanto proteger dichas estructuras es prolongar la vida útil de la cinta asfáltica por largos periodos de tiempo.

Fenómenos naturales como huracanes y tormentas, las cuales se han intensificado en la última década, han devorado en nuestro medio cientos de kilómetros de vías asfálticas. Estos fenómenos no han golpeado directamente la carpeta de rodadura sino la estructura que la soporta; la base y sub base. También es comun ver el colapso de taludes de corte, generalmente ubicados arriba del nivel de la carretera. El colapso de estas estructuras generara un impacto negativo en el sistema vial y demandará reparaciones continuadas lo cual representa un gasto sostenido a lo largo del tiempo. Por lo tanto manejar apropiadamente y de forma preventiva estas estructuras de soporte y taludes de corte permitirá reducir considerablemente la frecuencia de daños en nuestro sistema vial, formado en gran porcentaje por pavimento flexible. Se sabe que la causa de inacción para proteger estas estructuras es principalmente la falta de presupuesto y a ello se suma un alto costo para implementar medidas apropiadas para su resguardo en la etapa de construcción. Por lo tanto contar con soluciones efectivas y de bajo costo es imperante para solucionar este problema. Afortunadamente en la actualidad se cuenta con una herramienta muy indicada para implementar soluciones a muy bajo costo y que brindan protección eficaz y permanente. Dicha herramienta es llamada Bioingeniería. Esta novedosa disciplina lleva algunas décadas brindando soluciones rápidas, efectivas y económicas para proteger vías asfálticas. La bioingeniería consiste en la implementación de técnicas ecológicas para protección de estas estructuras conformadas por suelo, roca u otros. Su función principal es la de estabilizar de forma económica taludes que tiene por fin soportar o resguardar vías asfálticas. Las técnicas más utilizadas de bioingeniería son:

1. Sistema Vetiver
2. Hidrosiembra
3. Geo mantos para control de erosión

Dentro de las cuales el Sistema Vetiver se ha destacado por brindar ambos beneficios a la estructura. Un efecto estabilizador y protección superficial.

Resumo

Falando de medidas preventivas para a proteção de pavimentos flexíveis regularmente refere-se a superfície da estrada. No entanto, pouco é dito ou feito pela estrutura de apoio.

Uma elevada percentagem de estradas asfaltadas falhar devido ao colapso das estruturas de apoio, não só. Por o asfalto, por conseguinte, proteger estas estruturas é prolongar a vida útil do asfalto durante longos períodos de tempo. Fenômenos naturais, como furacões e tempestades tropicais que se intensificaram na última década ter comido em nossas centenas de quilômetros de estradas de asfalto. Esses fenômenos não têm batido a superfície da estrada diretamente, mas a estrutura que a suporta, a base e sub base. Também é comum ver o colapso de taludes de corte, geralmente localizadas acima do nível da estrada. O colapso destas estruturas gerar um impacto negativo sobre o sistema rodoviário e exigirá reparações em curso que representa uma despesa sustentada ao longo do tempo. Assim, gerir adequadamente e de forma proativa apoiar essas estruturas e encostas de corte pode reduzir significativamente a frequência de danos ao nosso sistema viário, uma grande percentagem fez pavimento flexível. Sabe-se que a causa da inércia para proteger estas estruturas é principalmente a falta de baratos e que adiciona um custo muito elevado para implementar medidas adequadas para a guarda na fase de construção. Assim, as soluções eficazes têm de baixo custo é imperativo para resolver este problema. Felizmente tem neste momento uma ferramenta muito adequada para implementar soluções de custo muito baixo e fornecer uma proteção eficaz e permanente. Essa ferramenta é chamada de Bioengenharia. Esta nova disciplina leva décadas para fornecer soluções rápidas, eficazes e de maneira econômica para proteger o asfalto. Bioengenharia é a aplicação de técnicas de proteção ecológica dessas estruturas formadas por solo, rocha ou outros. Sua principal função é estabilizar encostas forma barata, que visa apoiar e proteger estradas de asfalto. As técnicas de bioengenharia mais utilizados são:

1. Sistema Vetiver
2. Hidrosiembra
3. Geo mantas de controle de erosão

Dentro do qual o sistema de vetiver tem sido conhecida por fornecer benefícios tanto para a estrutura. Um efeito de estabilização e proteção superficial.

INTRODUCCION

Cuando se habla de medidas preventivas para protección de pavimentos flexibles regularmente se hace referencia al pavimento propiamente. Sin embargo poco se dice o se hace por la estructura que lo soporta.

Un alto porcentaje de las vías asfálticas fracasan debido al colapso de las estructuras que las soportan y no al asfalto en sí. Por lo tanto proteger dichas estructuras es prolongar la vida útil de la cinta asfáltica por largos periodos de tiempo.

Los huracanes y tormentas que se han intensificado en la última década han devorado en nuestro medio, cientos de kilómetros de vías asfálticas. Estos fenómenos no han golpeado directamente el pavimento si no la carpeta de rodadura, estructura de soporte de este. Manejar apropiadamente estas estructuras de soporte permitiría reducir considerablemente la frecuencia de daños en nuestro sistema vial, formado en gran porcentaje por pavimento flexible.

Se sabe que la causa de inacción para proteger estas estructuras es principalmente la falta de presupuesto y a ello se suma un alto costo para implementar medidas apropiadas para su resguardo. Por lo tanto contar con soluciones efectivas y de bajo costo es imperante para solucionar este problema.

Afortunadamente en la actualidad se cuenta con una herramienta muy indicada para implementar soluciones a muy bajo costo y que brindan protección eficaz y permanente. Dicha herramienta es llamada Bioingeniería. Esta novedosa disciplina lleva algunas décadas brindando soluciones rápidas, efectivas y económicas para proteger vías asfálticas. La bioingeniería consiste en la implementación de técnicas ecológicas para protección de estas estructuras conformadas por suelo, roca u otros. Su función principal es la de estabilizar de forma económica taludes que tiene por fin soportar o resguardar vías asfálticas. Las técnicas más utilizadas de bioingeniería son:

1. Sistema Vetiver
2. Hidrosiembra
3. Geo mantos para control de erosión

CONSTRUCCION DE AUTOPISTAS Y CAMINOS

Condiciones montañosas

Cuando se construyen carreteras en topografía escarpada es siempre necesario cortar las pendientes de los taludes. Luego el material resultante del corte son residuos que tienen que ser dispuestos apropiadamente. Generalmente estos materiales se vacían en lugares designados para tal fin y se les llaman botaderos. Estos botaderos se convierten en taludes de relleno, generados entonces por la formación de taludes de corte. Por lo tanto en la mayoría de proyectos van de la mano.



Figura 1: Taludes de carretera

Talud de Corte

Después de cortar la superficie original de una pendiente natural se convierte en taludes de corte. La inclinación resultante depende de diferentes factores propios del proyecto. Generalmente esta inclinación se estima o fijan en una proporción 1:1 o pendientes de 45° . Es el punto límite donde un talud se considera estable en términos generales. Es muy común encontrar en Guatemala taludes con proporciones de hasta 1:1/3 de relación o 72° , la cual tiene alta probabilidad de fracaso. Si la probabilidad de fracaso es alta entonces porque se justifica el uso de esta pendiente es una pregunta muy frecuente. La respuesta es lógica y sencilla.

- 1- Derecho de vía: con los problemas que este aspecto implica. Un costo por el valor de la tierra y un aspecto jurídico como lo es la tenencia de la tierra, expropiación, etc.
- 2- Corte, Carga y Acarreo: Es comúnmente sabido en construcción que un talud de corte demandará mayor corte, carga y acarreo en la medida que se reduzca la pendiente.

Valorar el costo de inclinar más un talud de acuerdo a un diseño geotécnico resulta en prescindir de las recomendaciones de dicho diseño debido a su alto costo. Por lo tanto el talud queda propenso al colapso. Por lo tanto es importante recurrir a medidas externas que brinden algún aporte de resistencia para soportar los esfuerzos de la cortante. Estas medidas deben ser más económicas que la opción de inclinar más el talud. Es debido a esta necesidad que surgen soluciones ambientales de bajo costo para brindar algún aporte de estabilidad al talud. El Sistema Vetiver es una muy buena opción.



Figura 2: Protección de talud de corte con hidrosiembra

Talud de relleno

Por otro lado, las pendientes de relleno tienen una inclinación más suave. Debido a su relleno natural no superan la relación de pendiente 1:1. Como se menciona en taludes de corte estos producen excedentes de materiales que deben ser dispuestos en botaderos apropiadamente lo que ocasiona la formación de taludes de relleno. Los taludes de relleno se les encuentran generalmente en la parte inferior de las carreteras y son formados por material suelto muy inestable. La profundidad del relleno de un talud depende de la inclinación del área designada para botadero. A mayor inclinación se tendrá un espesor menor de relleno. La combinación del grosor de relleno y pendiente del talud demandan medidas para estabilizar el talud y no solo protegerlo superficialmente como generalmente se acostumbra. Para este tratamiento se utilizan frecuentemente mantos para control de erosión solos o combinados con una vegetación lanzada

(hidrosiembra) Sin embargo es comun el colapso de estos taludes debido a que no se les brinda un tratamiento estabilizador. El Sistema Vetiver por el contrario viene a suplir esa necesidad brindando un aporte significativo de estabilidad al talud.



Figura 3: Talud de relleno protegido con Sistema vetiver

Condiciones planas

Construir en áreas planas tiene distintas implicaciones. Las inundaciones pueden destruir significativamente el pavimento iniciando por la sub base y base de éste. A escorrentia superficial es otro aspecto que amenaza seriamente la estructura de soporte de la carpeta de rodadura. Estas carreteras estaran construidas y sujetas a riesgo permanente. Por lo tanto este tipo de carreteras deben de ser construidas a niveles altos de las superficies naturales. Las pendientes vistas en estas carreteras como regla general son de 1:1 ó muy cerca de 45° y se presenta un talud a ambos lados de la carretera. Estos taludes quedaran expuestos a la intemperie y sin ninguna protección vulnerable a erosion o deslizamientos por el efecto de lluvia. Por lo tanto es imperante su proteccion. En este caso particular debido a que la pendiente es muy cerca de 1:1 se puede utilizar con éxito una medida de vegetacion con cobertura unicamente. Es posible prescindir de una medida estabilizadora ya que la mayor preocupacion en este caso es la desconformacion por erosion superficial.



Figura 4: Talud protegido con hidrosiembra

RIESGOS DE FALLA DE PENDIENTES SIN PROTECCION

Las pendientes pueden fallar debido a dos razones: erosión e inestabilidad. La erosión hace que la pendiente pierda la superficie uniforme. Cuando esto sucede grietas y cárcavas aparecerán sobre la superficie y grandes cantidades de suelo se arrastran corriente abajo hacia ríos y riachuelos. La inestabilidad produce deslizamientos y derrumbes, en este caso grandes cantidades de tierra se arrastran de forma súbita. Esto es más peligroso debido al impacto que tiene sobre las carreteras, usuarios y el ambiente.

Diseño de pendientes

Para reducir el riesgo de falla en pendientes existe toda una ciencia para diseñar pendientes; mecánica de suelos. Esta ciencia lleva a constructores tener pendientes seguros. Reduce enormemente la probabilidad de que una falla ocurra. En muchos casos no es posible seguir las recomendaciones del diseñador debido a muchas razones dentro de las cuales las mas comunes son: Costos y derecho de vía.



Figura 5: Protección de taludes con manto y sistema vetiver

Estabilidad de pendientes

Existen varias soluciones para mejorar la estabilidad de pendientes. Sin embargo, es necesario que la pendiente sea estable antes de aplicar una solución, de lo contrario cualquier solución será vana. Cualquier solución elegida solo brindara parte de la estabilidad que se busca para prevenir cualquier falla en la pendiente, por lo que el diseño es el más importante.

OPCIONES DE ESTABILIZACION

Generalmente las opciones de estabilización son las tradicionalmente propuestas por ingeniería civil. Recientemente en las últimas décadas ha incrementado la tendencia del uso de técnicas de

bioingeniería para protección de pendientes. Es más amigable con el ambiente, es una solución de bajo costo y aun mas una forma muy eficiente para proteger pendientes.

Revegetación

Después de preparar la estabilización de la pendiente, recuerde algo; su remediación natural para que sea seguro y estable. Esta actividad se ha vuelto muy conocida a nivel mundial por constructores de carreteras. Entre una amplia variedad de soluciones de revegetación encontramos el Sistema Vetiver. Sea la preocupación erosión o estabilidad, resuelve eficientemente estos problemas principales en carreteras. Otro instrumento que se ha popularizado en la última década es la hidrosiembra. Ambos instrumentos tienen muchos beneficios si se aplican apropiadamente y van de la mano de un análisis previo antes de su aplicación.

SISTEMA VETIVER

Es una herramienta de bioingeniería para estabilización de pendientes. Tiene ya una gran reputación entre otros debido a su profundo, denso y fuertesistema radicular. El origen del nombre es porque se utiliza una planta llamada Vetiver, con características únicas que se describen en este documento. El vetiver es plantado en surcos dispuestos perpendicularmente a la pendiente.

Estos surcos se convierten rápidamente en una barrera densa que atraparé completamente los sedimentos que las corrientes de agua traen consigo. Lo más importante es que la raíz tiene una impresionante tasa de crecimiento. Por lo que antes de un año de plantado habrá una cortina efectiva de raíces en el suelo protegiendo de la erosión y estabilizándolo.



Figura 6: Sistema vetiver establecido

Descripción botánica del Vetiver

Pertenece a la familia de las gramíneas. Su nombre científico es *Chrysopogon zizanioides*. La planta adulta posee culmos del cual emergen hojas. Su inflorescencia es una espiga. La parte aérea de la planta alcanza los 3 m de altura. Su sistema radicular es fibroso, denso, grueso y profundo. La característica mas destacada es su profundo sistema radicular, 5 m.

Distribución

Crece alrededor del mundo en el cinturón tropical y subtropical. Tolera condiciones agroclimáticas hostiles. No crece en latitudes heladas debido a bajas temperaturas prolongadas. Puede tolerar bajas temperaturas mientras no sean periodos prolongados.

Clavo viviente

Por sus dimensiones radicales es llamado clavo viviente. Una sola planta es capaz de sostener el suelo, por lo tanto una hilera de clavos vivientes aumentan la resistencia a desprendimientos.



Figura 7: Planta de vetiver con raíz o clavo viviente

Alta tasa de crecimiento

De acuerdo a nuestra experiencia una planta de vetiver alcanza los 4 m. de profundidad en un año. Otras experiencias en el mundo muestran que la raíz de vetiver alcanza los 5 m. esto es una tasa muy alta de crecimiento raramente encontrada en la naturaleza. Estas características hacen de esta planta la más apropiada para aplicaciones de bioingeniería.

Tolerancia

Esta planta es conocida por su tolerancia a una amplia variedad de condiciones agroclimáticas, tales como:

pH 3-10

Suelos pobres: sustrato sin materia orgánica y nutrientes.

Alta salinidad

Periodos de sequía e inundación

Temperaturas extremas

HIDROSIEMBRA

Es una técnica de bioingeniería utilizada para restauración ambiental y del paisaje. Su principal función es el establecimiento de áreas verdes y control de erosión. La técnica consiste en el

lanzado de una mezcla, a través de un equipo hidráulico, sobre la superficie de interés para obtener una cobertura natural el terreno (Figura 8). La mezcla está compuesta de distintos elementos entre los cuales destacan: semilla, fibras, fertilizante, aglutinante y agua vertidos en un tanque, mezclados homogéneamente para luego lanzarlos a la superficie de interés.



Figura 8: Aplicación de Hidrosiembra

Ventajas

Tiempos más cortos de ejecución.

Resultados muy rápidos.

Coberturas más uniformes.

Costo más económico.



Figura 8: Hidrosiembra protegiendo talud de parqueo

MANTOS PARA CONTROL DE EROSION

Estos mantos son liensos planos utilizados para cubrir el terreno desnudo expuesto a erosión. Su función principal es proteger el terreno de los efectos de la escorrentía superficial evitando así la pérdida de suelo y descomformación de taludes y laderas. (Figura 9).



Figura 9: Taludes protegidos con manto y sistema vetiver

Tipos de mantos

3D y planos

Sintéticos y Biodegradable

Para control de erosión y para aportar resistencia al talud

CONCLUSIONES

- Los taludes de corte y relleno necesitan una protección para reducir las probabilidades de fracaso.
- Las técnicas de bio ingeniería incrementan la probabilidad de éxito de un talud.
- Los costos de las técnicas de bio ingeniería son menores que los costos de medidas tradicionales.
- Dentro de las técnicas de bio ingeniería destaca el Sistema Vetiver debido a que brinda protección superficial y brinda un aporte significativo en la estabilidad del talud

REFERENCIAS

Bio Ingeniería Guatemala. Sistema Vetiver, Aspectos Básicos. Primera edición, Guatemala, 2012

The Vetiver Network International. Sistema Vetiver, recopilación de trabajos alrededor del mundo. Sección estabilización de taludes. Tercera edición. India, 2001.