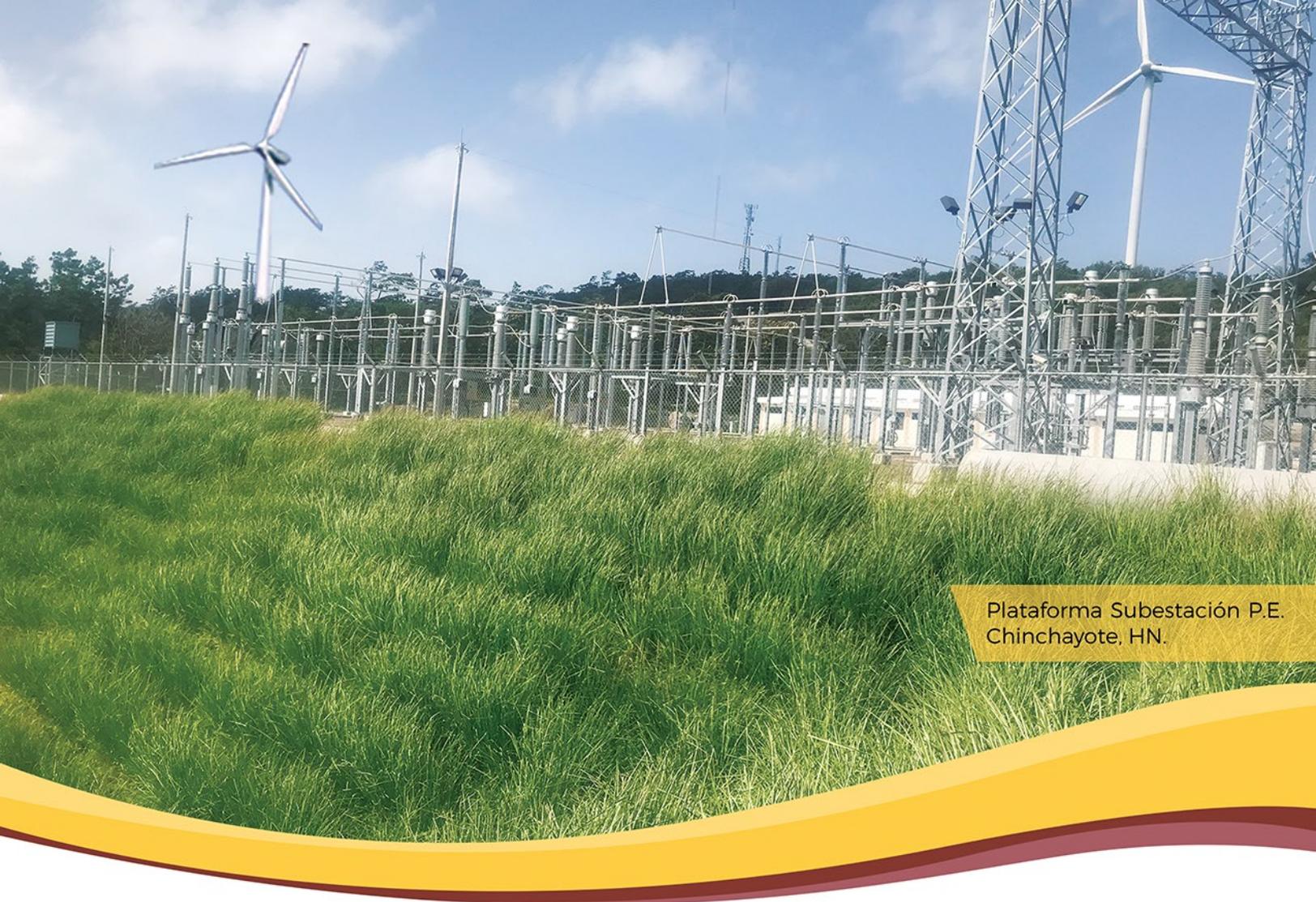




**SISTEMAS  
PARA CONTROL DE  
EROSIÓN**



Plataforma Subestación P.E.  
Chinchayote, HN.

## REVEGETACIÓN

Para la mitigación Ambiental

El desarrollo de la infraestructura y las actividades de movimiento de tierras, producen impactos muy severos a los suelos y al medio ambiente en general, entre los que se pueden mencionar:

- ▶ Alteración a la estructura de los ecosistemas por la intervención en las obras.
- ▶ Elevadas tasas de erosión, hasta 15 veces más de suelos erosionados en relación con los suelos colindantes (Navarro y Jonte 1996).

- ▶ Transporte o arrastre de sedimentos en áreas propias del proyecto y con colindantes.
- ▶ Pérdida y contaminación de suelo fértil.
- ▶ Colmatación de cuencas y cauces de vertientes, provocando problemas sociales.
- ▶ Pérdida de la calidad de agua por contaminación con sedimentos y sus consecuencias sociales y gubernamentales.

La protección de los taludes contra los efectos de la erosión, tienen gran importancia en la ejecución de los proyectos, los cuales están obligados a cumplir con las medidas de mitigación ambiental incluidas previamente en los EIA y en los permisos ambientales.

# OBJETIVOS

Garantizar la inversión de la infraestructura en los proyectos, mediante la ejecución de obras de protección que impacten positivamente en la vida útil estimada, a un menor costo de mantenimiento en el largo plazo.

Reducir la erosión mediante intervenciones técnicas que reduzca significativamente el arrastre de sedimentos, colmatamiento en cuencas, afectaciones en afluentes de agua, daños a la propiedad privada de colindantes y sus consecuencias traducidas a conflictos sociales y legales.

Dar cumplimiento a los compromisos adquiridos ante las autoridades de medio ambiente, en coherencia con los estudios de impacto ambiental y permisos ambientales emitidos para la ejecución.

**Debemos considerar y valorar mediante una cuantificación real y objetiva las responsabilidades de mitigación incluidas en los estudios de impacto ambiental -EIA-, que han dado lugar a los permisos de ejecución.**

**COMPROMETÁMONOS  
A CUIDAR EL MEDIO AMBIENTE**

## Taludes de terraplenes y de desmonte (corte)

**Relleno:** Las características del suelo, las condiciones y propiedades existentes, son aspecto que se deben evaluar, así como establecer si los suelos son poco fértiles, si tienen escasez de nutrientes, poca materia orgánica disponible, textura poco equilibrada y/o pedregosa; son condiciones básicas a determinar en los taludes de terraplenes.

## NUESTRA EXPERIENCIA

**C-HARBOR** durante los últimos cinco años, ha proporcionado el servicio de revegetación en taludes, mediante la ejecución de renglones de trabajo ambientales en sus contratos de obra, para la revegetación de zonas intervenidas en la construcción de carreteras y proyectos de energía eólica en Guatemala y Honduras (derivado de los movimientos de tierra).

**C-HARBOR** y sus proveedores, tenemos conocimientos adquiridos en la práctica, mediante la ejecución de varias obras de protección contra la erosión por más de 22.000 mts<sup>2</sup> en taludes estables susceptibles a la erosión, principalmente en proyectos de energía eólica donde el viento es un factor favorable de la producción de la energía renovable, pero con efectos desfavorables para la conservación de los taludes, puesto que el viento produce erosión. Esta es la experiencia en mantos.

Hemos ejecutado más de **120,000 Mts<sup>2</sup>** de protección de taludes con plantas de VETIVER, en terraplenes, bancos de préstamos, escom-

**Corte:** Los taludes de corte se forman por excavaciones y remoción del suelo en la cual, es importante evaluar las características del suelo ya cortado el talud, establecer la presencia de roca, sea consolidada o no y la determinación de la mejor técnica para el control de erosión, derivado de los efectos del viento y la lluvia sobre el talud. La protección de taludes contra la erosión tiene por objeto evitar la pérdida de suelos (finos) y sus consecuencias, entre ellas los desprendimientos (derrumbes) y arrastres de sedimentos.



breras (botaderos), plataformas. También en otros proyectos como en la autopista del canal seco que comunica la zona norte con el Sur en la república de Honduras, así como más de 140.000 mts<sup>2</sup> de recubrimiento con gramíneas (pastos) en áreas de coronación de escombreras en parques de generación de energía eólica.

Estamos organizados para brindar el soporte profesional y técnico de ingeniería a nuestros clientes, de manera que la propuesta de solución a las necesidades, sea producto del análisis y evaluación técnica de nuestros ingenieros, para que el cliente logre sus objetivos.

No vendemos ni representamos un producto específico, brindamos apoyo técnico y soporte de ingeniería para la solución de cada caso, evaluamos, analizamos, hacemos estudios con nuestros ingenieros geotecnistas para buscar la solución adecuada con el producto adecuado a cada caso, buscando la mejor opción técnica y económica.



Revegetación P.E. Chinchayote, HN.

## NUESTROS CLIENTES

Nuestros clientes son empresas transaccionales y locales, conscientes de la responsabilidad ambiental y del respeto al planeta. Entre nuestros clientes destacan:

- ▶ **VESTAS** Empresa fabricante de Dinamarca, con presencia en muchos países del mundo en la construcción y suministro de torres de energía eólica, trabajos realizados en el parque eólico Chinchayote y San Marcos II, en San Marcos de Colón, Choluteca, Honduras. 2017-2019.
- ▶ **Global Energy Services-Siemsa. GES.** Empresa ejecutora de Bilbao, España; para la construcción de parques de energía eólica y solar, mediante EPC, proyectos Llave en Mano: Parques construidos para VESTAS en San Antonio El Sitio y Viento blanco, Guatemala. 2015 y 2016.
- ▶ **GRUPO TERRA** Grupo de inversión y desarrolladora de proyectos de energía eólica en Centroamérica y Perú. Grupo de inversión propietaria de los parques eólicos Chinchayote y San Marcos II.
- ▶ **Autopista denominada “Canal Seco”** (Constructora QUIROZ GALVAO-BRASIL), Contrato suscrito bajo la dirección técnica de nuestro ingeniero Representante en el área agronómica: Omar Bustamante.



## VETIVER

(Chrysopogon Zizanioides)

La revegetación de taludes utilizando VETIVER es una de las mejores decisiones de los inversionistas que buscan garantía en el control de erosión, además contribuye estructuralmente a la estabilización de los taludes y aportan un alto rendimiento a largo plazo.

- ✓ El vetiver es una Gramínea, crece en grandes cepas, es estéril y no invasiva, es perenne y permanente.
- ✓ Cuenta con un sistema radicular denso (raíz), que penetra verticalmente a una profundidad entre 4 y 5 metros.

- ✓ Se adapta a cualquier tipo de suelo y resiste a los períodos largos de sequía.
- ✓ Renace ante los incendios, crece rápido (3 meses).
- ✓ El sistema foliar puede crecer a 1.5 metros de altura.
- ✓ En promedio tiene una resistencia a la tensión por su enraizamiento de 75 MPa = 765 Kgs/cm<sup>2</sup>.
- ✓ Incrementa la resistencia al corte del suelo en un 40%.
- ✓ Por excelencia es un estabilizador de bordes y terrazas, amigable con la naturaleza.
- ✓ Es un sistema eficiente de la bioingeniería.



## VIVEROS Y SEMILLEROS

para atender nuestros compromisos

### Producción de Plantas

Contamos con abastecimiento de plantas en nuestros propios semilleros para atender las necesidades de nuestros clientes.

Vivero de producción de plantas para revegetación (Pasto Brizantha). Para Escombreras y Terraplanes.





El Vetiver, Suaviza la apariencia dura que provoca la obra gris tradicional, es de más bajo costo, contribuye al empleo de mano de obra local no calificada, donde la generación de empleo se complica en la responsabilidad social de las inversiones, y hace aportes importantes a la economía familiar local, por su bajo costo de mantenimiento y poca complejidad en su mantenimiento, tiene muchas ventajas en su utilización.

Imagen ilustrativa de la raíz de la planta Vetiver

## MANTENIMIENTO DE LA PLANTA

**El servicio incluye:** Suministro y siembra de la planta; riego de la planta por cualquier método, el cual puede ser mediante camiones cisternas o mediante la instalación de un sistema por goteo o aspersión, utilizando tubería pvc, ese sistema será determinado por nuestros especialistas a cargo de la ejecución que deberá evaluar las condiciones de suministro de agua, época de siembra; cuidado, control, limpieza de la maleza y fertilización hasta la fase de entrega.



Plataforma de la torre II



Riego Vetiver Canal Seco



Revegetación planta de producción concreto

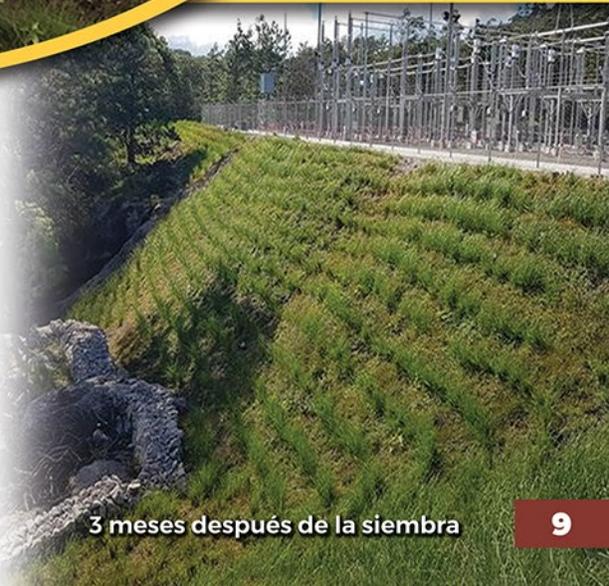


Desprotegido el talud



8 días después de la siembra

**Plataforma para la Sub estación eléctrica.** Parque Eólico Chinchayote, Honduras. 35,000 mts<sup>3</sup> de terraplen, 6,000 mt<sup>2</sup> de **VETIVER** para la protección de talud. Cliente **VESTAS** un proyecto de Grupo **TERRA**.



3 meses después de la siembra



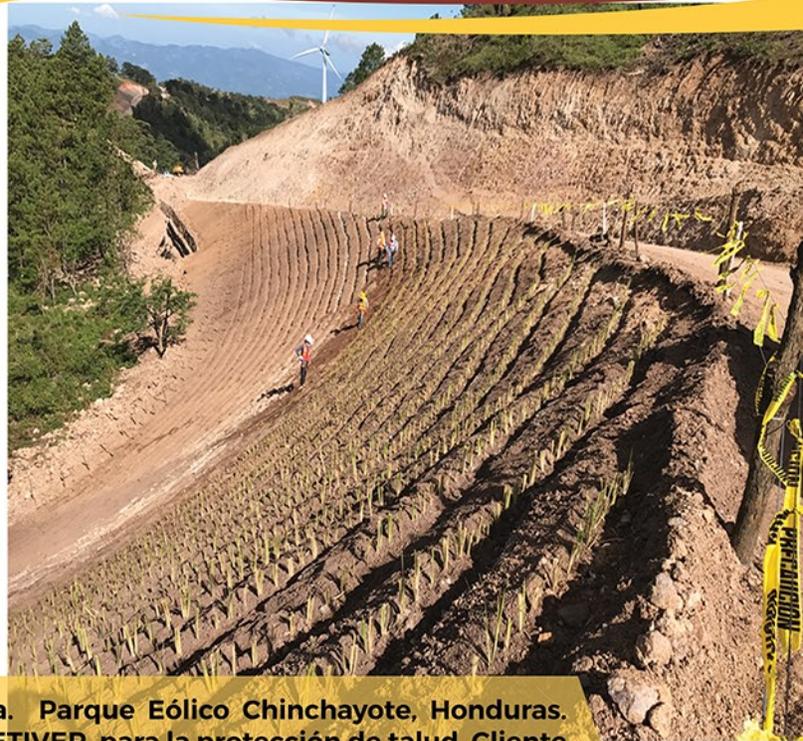
1 mes después de siembra

## SIEMBRA DE VETIVER

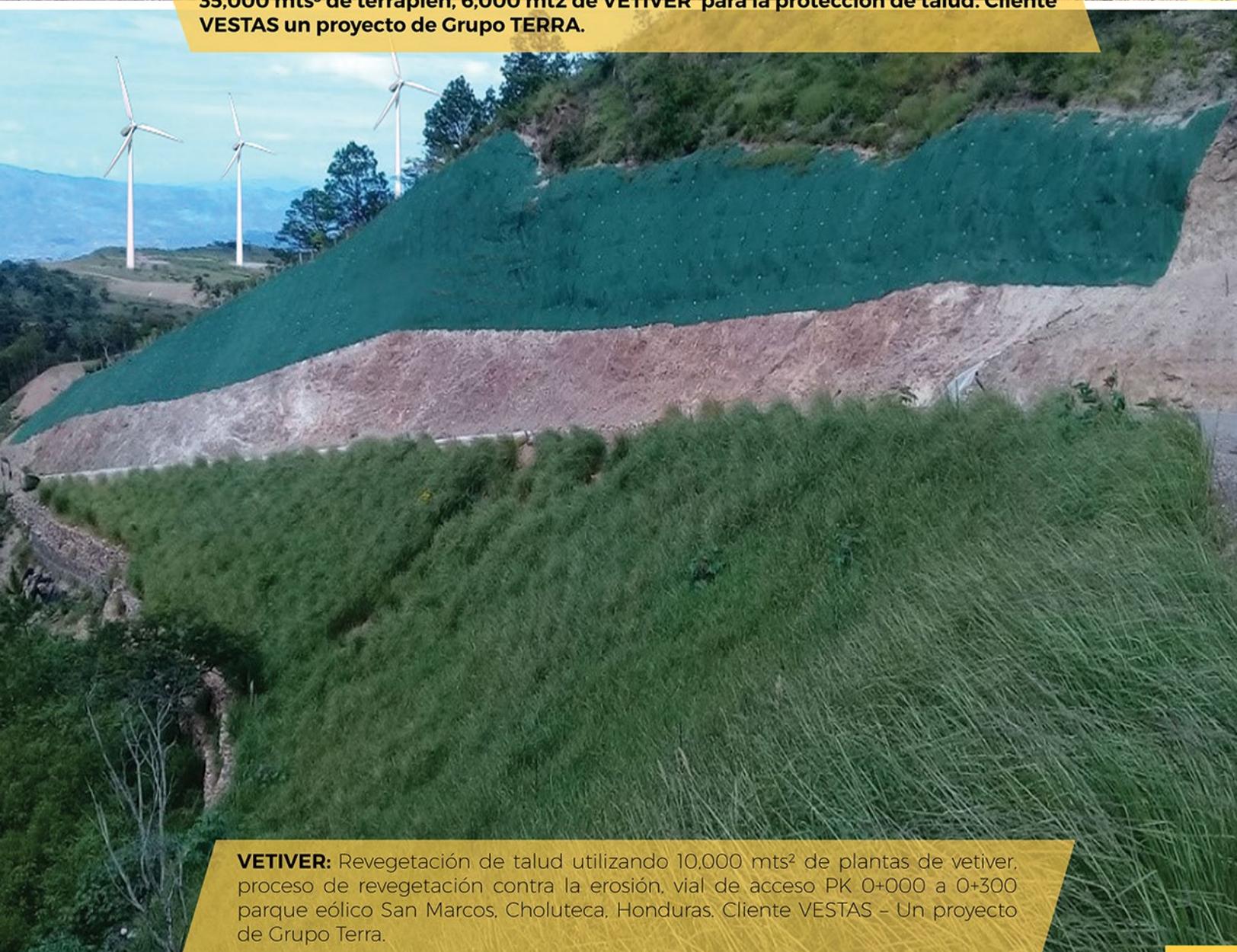
En P. Eólico, San Marcos II, VESTAS – GRUPO TERRA de Honduras. Control de erosión en talud de relleno en la construcción del vial de acceso para torres eólicas. PK 0+600 a 0+900; 35.000 mt<sup>3</sup> de relleno, 7.800 mt<sup>2</sup> de vetiver en talud.



4 meses después de siembra



**Plataforma para la Sub estación eléctrica. Parque Eólico Chinchayote, Honduras. 35,000 mts<sup>3</sup> de terraplen, 6,000 mt<sup>2</sup> de VETIVER para la protección de talud. Cliente VESTAS un proyecto de Grupo TERRA.**



**VETIVER:** Revegetación de talud utilizando 10,000 mts<sup>2</sup> de plantas de vetiver, proceso de revegetación contra la erosión, vial de acceso PK 0+000 a 0+300 parque eólico San Marcos, Choluteca, Honduras. Cliente VESTAS - Un proyecto de Grupo Terra.

# ESCOMBRERAS

De material de desperdicio

**Vetiver en un talud de 12mts de altura,** Botadero de suelos (tierra) producto del corte depositado en el terreno del señor Dimas. En el Parque Eólico Chinchayote. Obra de VESTAS para el Grupo TERRA, Honduras.

**Vial de acceso eje principal frente a la torre No. 7,** Parque San Antonio El Sitio, Guatemala. Revegetado de talud con grama local, taludes con inclinación adecuada y suelo fértil para la adaptación de la gramínea utilizada. GES-VESTAS.

## Revegetación de Taludes con Grama

Parque Eólico San Antonio, Guatemala, GES - VESTAS

### Otras alternativas

Existen otras alternativas que podrían ser consideradas según se determinen en las visitas técnicas, que pueden ser viables, como la utilización de otras opciones de la familia de la gramínea, como pastos o gramas, para el efecto se necesita hacer las evaluaciones.

Como sucede en este caso, los taludes fueron revegetados con grama natural local, esto fue posible por el tipo de suelo, por grado de inclinación y altura de los taludes y las condiciones propicias para su revegetación utilizando un método acorde con las circunstancias que lo hicieron posible.



Talud del corte área de la sub estación eléctrica parque eólico San Antonio el Sitio, antes de ser revegetado y después de ser revegetado con grama local, para protegerlo contra la erosión. Obra de GES-VESTAS.



## EROSIÓN EN TALUD

### Protección de talud con Geomanto

Los Mantos de Control de Erosión (MCE), surgen como una estrategia necesaria para apoyar a los proyectos de construcción en los cuales se debe cumplir con los fines de protección y/o recuperación de los suelos susceptibles de la erosión o que por la situación en que se encuentren, ya sufren de erosión.

El control de erosión en taludes de corte se debe analizar cuidadosamente debido a que tienen una relación directa con el control y canalización de las aguas superficiales en la parte superior del talud, donde puede originarse un problema serio de escorrentía y de erosión o bien pueden darse afloramientos dentro de la estructura del talud.

Las recomendaciones se emiten a través de la identificación de las variables y del control de la retención hídrica, la temperatura, viento, altura, inclinación, presencia de roca, afloramientos de agua, etc. de manera que el manto a utilizar o la solución necesaria, sea adecuada según las características de cada área.

La utilización de las geomallas o geomantos permanentes para reducción de la erosión en taludes de corte, es una alternativa a la solución más eficiente para evitar problemas causados por la erosión. Se conocen como mallas volumétricas o geomallas tridimensionales de un material sintético de alto desempeño, que resisten a los efectos de los rayos UV, su estructura tridimensional con sus ondulaciones facilita la revegetación natural que es la que permite proteger aún más de forma natural la erosión de los taludes.



## Ventajas de los geomantos permanentes de control a la erosión:

- ▶ Actúa como filtro, dejan pasar el agua necesaria evitando el lavado de los suelos finos, dificultando la acción de la erosión; mejora la capacidad de infiltración y nutrientes;
- ▶ Potencializa la formación de una cubierta vegetal para la revegetación natural;
- ▶ Fácil instalación, incluso en condiciones climatológicas adversas;
- ▶ Disminución del impacto ambiental negativo producto de la intervención del hombre en la modificación natural de los suelos, al construirse los taludes.
- ▶ Protección del talud en condiciones climáticas extremas como fuerte viento y lluvias.



Con la protección a la erosión no se pretende hacer trabajos de estabilización de taludes, cuando los taludes presentan características de inestabilidad por sus condiciones geotécnicas, se necesitará hacer otro tipo de análisis y estudios de ingeniería para establecer una solución específica para la estabilidad, lo cual es otro tipo de servicio y solución de ingeniería.





## Talud de desmonte

El talud de desmonte, debe ser objeto de medidas adecuadas con obras de protección en la corona del talud y en los bajantes, lo común es revestir las cunetas con Hormigón (concreto) para la canalización de las aguas de lluvias.



## Anclajes

Los anclajes suministrados por nuestros proveedores están regulados bajo normas ASTM para el control de calidad del producto.





## VIAL DE ACCESO PK 0+450

### Talud con estratos de roca fragmentada y finos.

Se utilizó un Geocompuesto formado por la asociación de una geomanta flexible, tridimensional, sintética, que presenta más de 80% de vacíos, fabricada a partir de filamentos gruesos de polipropileno, fundidos en todos los puntos de contacto y un refuerzo metálico, confeccionado con malla hexagonal de doble torsión, producida con alambres de acero de bajo contenido de carbono, revestidos con la aleación GalMac®, un producto registrado y patentado como MacMat® R1. Con el respaldo de normas ASTM para el control de calidad.

Para el análisis y selección de los mejores productos, hemos establecido alianzas estratégicas con nuestros proveedores, para obtener mejores precios para el cliente final en la adquisición de Geomantos de alto desempeño bajo normas internacionales de control de calidad, calificamos los productos basados en la ficha técnica, certificados de calidad y parámetros de comparación, utilizando información técnica publicada por el Centro de investigación en los Estados Unidos denominado: ECTC: CONSEJO DE TECNOLOGÍA PARA EL CONTROL DE EROSIÓN (*Erosion Control Technology Council*) con sede en Littleton, Colorado, EE UU. Que es una entidad dedicada a realizar estudios sobre el control de la erosión y ha definido parámetros de calidad y categorización de productos resistentes y aplicables que ha servido de base a fabricantes.





## Malla de alta Resistencia:

Se recomienda solo para evitar accidentes por caídas de roca de pequeño a regular tamaño, para reducir los riesgos durante la construcción NO CUMPLE ninguna función para el control de la erosión, puede utilizarse en taludes de roca donde la presencia de suelos finos es escasa.

Es una medida temporal de prevención. Este producto cumple con normas de control de calidad ISO, NBR, ASTM.

## QUIENES SOMOS

Somos una empresa Guatemalteca con 18 años de experiencia, constituida legalmente también en Honduras y El Salvador. Nuestra fortaleza se fundamenta en la maquinaria propia y nuestra gente. Somos un equipo de profesionales, técnicos y operativos comprometidos con nuestros principios y valores.

## CONTÁCTANOS

### GUATEMALA

Boulevard Principal 15-23 Zona 8  
de Mixco, Ciudad San Cristóbal,  
Guatemala C.A.

PBX: (502) 2443-2550

### EL SALVADOR

Avenida La Capilla No. 355  
Colonia San Benito San Salvador  
C-HARBOR El Salvador S.A. de C.V.

Tel.: (503) 2236-1955

### HONDURAS

Oficina 107, 8o. Nivel, Torre Nova  
C.C. Novacentro, Parque Empresarial  
Los Próceres, Tegucigalpa

Tel.: (504) 2280-2170  
Móvil.: (504) 9822-6808 / (504) 3395-8760