

FICHA DE LA TECNOLOGÍA

Geoceldas para el control de la erosión y otras aplicaciones

TEMÁTICA

Clasificación: Sector Forestal

Tema: Obras de corrección en cauces y laderas

Subtema: Estructuras de retención de suelo en laderas

Tipo: Técnica

Clasificación finalidad: Restauración

Objetivo: Control de la erosión

Degradación afrontada: Erosión laminar y en regueros

DESCRIPCIÓN

1. INTRODUCCIÓN

La búsqueda del desarrollo sostenible es uno de los grandes retos del siglo XXI, y hace imprescindible el desarrollo de nuevas tecnologías para prevenir la contaminación del aire, agua y suelo.

La utilización de los geosintéticos en combinación con elementos naturales del suelo permite construir sistemas donde el resultado final es mayor a la suma de las características individuales de cada componente. Esta sinergia debe ser aprovechada para permitir la utilización racional y conservación de los recursos naturales.

Etimológicamente, la palabra geosintético se deriva del griego geo (tierra) y synthesis (agrupar o juntar). Actualmente, este término se aplica a un grupo heterogéneo de productos poliméricos, agrupados principalmente en las siguientes familias: geomembranas, geotextiles, georredes, georretículas, geoceldas y geocompuestos, cuya aplicación permite reemplazar o incrementar las propiedades físicas, mecánicas, e hidráulicas del suelo.

Algunos problemas que pueden ser mitigados con la aplicación de geosintéticos son: la conservación del agua potable, la prevención de la erosión, el refuerzo de terraplenes y taludes, el confinamiento de residuos municipales peligrosos o la contención de soluciones industriales corrosivas y peligrosas.

Las geoceldas se desarrollaron en la década de los 70 por el Cuerpo de Ingenieros del Ejército Americano (U.S. Army Corps of Engineers) con el objeto de construir caminos de rápido acceso en playas y desiertos, reforzando y confinando arena del lugar.

Las geoceldas constituyen un sistema de confinamiento celular, tridimensional y flexible, fabricadas con paneles de geomembrana de polietileno o polipropileno.

Hoy en día sus aplicaciones típicas comprenden áreas diversas, como son: calzadas simples para el soporte de cargas, control de erosión superficial de taludes, revestimiento de canales y muros de contención. Son muy resistentes para el confinamiento de cargas por lo que se utilizan para aumentar la capacidad de carga del suelo sin generar problemas de contaminación y resultan muy funcionales para el entorno ecológico.

2. OBJETIVOS

La finalidad de esta técnica es múltiple:

- Control de erosiones superficiales. Está diseñada para minimizar y/o eliminar los efectos de las fuerzas erosivas del agua y el viento.
- Soporte de cargas. Estabilización del suelo.
- Defensa de márgenes.
- Resolución de problemas de drenaje.
- Revestimiento y refuerzo de canales.
- Contención.

3. DESCRIPCIÓN

Las geoceldas son estructuras tridimensionales semirrígidas en forma de panal de abeja que se

DESCRIPCIÓN

rellenan con tierra vegetal, grava, arena, suelo-cemento u hormigón.

Están construidas por polietileno de alta densidad y son resistentes, flexibles, duraderas y estables frente a agentes químicos y bacterianos.

La geocelda toma el concepto de confinamiento en dos dimensiones (largo y ancho) y lo extiende con una tercera dimensión (profundidad). Este confinamiento vertical y horizontal en la profundidad del estrato base representa un salto cualitativo en la tecnología de estabilización y tiene un gran efecto sobre el costo efectivo de su aplicación en términos de largo plazo.

El sistema formado por las geoceldas tiene una estructura monolítica muy resistente a los esfuerzos de tracción. Sometido a cargas, el sistema genera elevadas fuerzas laterales de confinamiento que se agregan a las fuerzas de rozamiento existentes.

La geocelda esta diseñada para minimizar y/o eliminar los efectos de las fuerzas erosivas del agua y del viento a los que son expuestos los suelos. Es altamente efectiva protegiendo terraplenes y taludes. Cada celda actúa como una pequeña represa que permite el paso del agua o el viento encima de la superficie, así de ese modo se disipan las fuerzas erosivas. Las paredes de las celdas inhiben la formación de cauces previniendo el desarrollo de procesos erosivos de taludes y cimas.

Cuando se utiliza tierra vegetal como material de relleno es posible hacer una hidrosiembra o plantación en la superficie. Cada celda contiene y protege un espesor determinado de tierra vegetal así como el conjunto de raíces que se están desarrollando. Las raíces penetran fácilmente formando una cubierta de refuerzo de la ladera o talud.

En regiones áridas se ha observado que el sistema de geoceldas puede mejorar el desarrollo de la vegetación nativa al retener cerca de la superficie del suelo una proporción mayor de la humedad disponible. Los rellenos con tierra y vegetación se recomiendan en los casos en que las escorrentías superficiales son intermitentes, de intensidad moderada y de duración relativamente corta (menor de 24 horas).

En algunas actuaciones, para disminuir el impacto visual de la instalación hasta que la cubierta vegetal esté implantada, es posible combinar las geoceldas con la instalación de mantas orgánicas.

El relleno de la geocelda puede realizarse también con grava o piedra. Las ventajas del confinamiento frente al simple revestimiento son: el ángulo de pendiente del talud puede ser mayor que el ángulo de reposo del material de revestimiento cuando no es imprescindible llenar completamente las celdas, situación no admisible si no hay confinamiento; los taludes con geoceldas rellenas con agregados toleran flujos laminares más intensos que los taludes revestidos de agregados no confinados; y, las paredes celulares impiden la formación de canales que de otra forma podrían desarrollarse dentro de la capa de revestimiento. La resistencia a la erosión puede incrementarse, sin restarle flexibilidad al sistema, con la aplicación de una lechada superficial de hormigón.

INSTALACIÓN

La estructura se abre como acordeón y por lo tanto puede ser transportada y almacenada con un mínimo de espacio, y posteriormente abierta durante la instalación creando una serie de celdas interconectadas (los diámetros varían entre 100 y 300 mm) fijadas al suelo por piquetas metálicas. Una vez expandidos a su máxima extensión y rellenos con suelo (o grava) la estructura se vuelve inextensible y de comportamiento monolítico, proporcionando un confinamiento efectivo para suelos no consolidados y previniendo su movimiento aun en taludes pronunciados, o bien ante fuerzas de erosión tales como las ocasionadas por corrientes hidráulicas.

Al inicio, la superficie debe estar bien nivelada. Debe realizarse una zona de coronación (también llamada "hombro") de 80-100 centímetros. En el límite del hombro se fijan piquetas de acero. Las geoceldas se sitúan en las piquetas y se extienden hacia abajo. Las placas de las geoceldas se unen unas a otras mediante grapas. Antes del relleno debe asegurarse la fijación, introduciendo las piquetas con martillo hasta la máxima profundidad admisible. La forma de la piqueta está determinada por la altura de las geoceldas.

La altura de la geocelda debe ajustarse al tipo de talud.

Un anclaje apropiado de la geocelda en el talud es decisivo para obtener un buen resultado del sistema. Independientemente de cuales sean los materiales seleccionados para el anclaje, éstos deberán permanecer durante toda la vida de la estructura.

En el caso de relleno con tierra vegetal se llena la primera hilera de celdas con un volquete o un cargador frontal y se presiona el material dentro de las celdas con palas o la hoja de un buldózer. Una

DESCRIPCIÓN

rampa de material de relleno será necesaria para que los equipos suban sobre las secciones de geoceldas. Nunca debe permitirse manejar ningún equipo sobre las celdas sin relleno. Luego, es necesario compactar el sistema. El método más común es compactar a través de múltiples pasadas del equipo usado en la distribución del material de relleno.

Se puede llegar a necesitar un rodillo vibrador y/o rociar agua para lograr un nivel específico de compactación.

En el caso de cemento o grava es conveniente instalar primero un geotextil no tejido. El cemento debe distribuirse por igual por todas las celdas y avanzar el llenado de arriba hacia abajo.

Para taludes que superan pendientes 1:1 es preciso utilizar cuerdas o cables, llamados tensores, que dan buenos resultados.

VENTAJAS

- Son fáciles de instalar y de coste asequible.
- Son versátiles. La geocelda puede ser usada para todo tipo de contención de terrenos, incluidos contención de muros por gravedad o de estructuras compuestas. Debido a su flexibilidad, es altamente tolerante con diferenciales de asentamiento.
- Son duraderas. Están elaboradas con polietileno de alta densidad, un material fuerte y estable. Se proveen con protección adicional para las fajas expuestas a la luz solar. Las geoceldas no son afectadas por la corrosión o los cambios extremos de temperatura, factores que afectan seriamente al hormigón armado.
- Cada celda actúa como una pequeña represa que permite el paso del agua o el viento encima de la superficie, así de ese modo se disipan las fuerzas erosivas.
- Son estables frente a agentes químicos y bacterianos.
- Permiten establecer una cubierta vegetal sobre el talud tratado.

4. APLICACIONES

Las aplicaciones de las geoceldas son variadas y tienen gran utilidad tanto en obras para el control de la erosión como en obra civil. A continuación se detallan algunas de estas aplicaciones, si bien las tres últimas tienen menor aplicación en el campo de la lucha contra la desertificación.

- Control de la erosión:

El sistema de geoceldas confina el material de revestimiento a la vez que permite la interconexión hidráulica de las celdas eliminando subpresiones, dificultando así el proceso erosivo. En este caso el material de relleno podrá ser: suelo vegetal, suelo pasto u otro material seleccionado para revestir el talud (grava, hormigón, etc.). La altura de la geocelda elegida va a depender del material de relleno utilizado y de la pendiente del talud.

Las paredes de las celdas que contienen relleno de tierra vegetal forman una serie de pequeñas presas de contención a lo largo del talud protegido, impidiendo la formación de grietas por flujo concentrado que penetra al suelo, debido a que el flujo es continuamente redireccionado hacia la superficie. Éste mecanismo también retarda la velocidad de flujo y por ende la fuerza erosiva de la escorrentía.

Cada celda contiene y protege un espesor determinado de tierra vegetal y las raíces que se están desarrollando. Las raíces se enlazan entre las celdas debido a las perforaciones de la pared de la geocelda formando así una cubierta de refuerzo en toda el área del talud.

En el sistema de confinamiento celular conformado se decelera el caudal de agua producido por la lluvia. Esta acción reduce o elimina la formación de surcos o regueros que constituyen una de las principales causas de la erosión del terreno. Además, el agua atrapada en las celdas se desliza atravesando el terreno de relleno, lo que favorece el buen crecimiento de las raíces.

La geocelda permite minimizar y/o eliminar los efectos de las fuerzas erosivas del agua y del viento a los que son expuestos los suelos. La geocelda es altamente efectiva protegiendo terraplenes de carreteras y vías ferroviarias, bermas, diques, taludes y cimas.

La estructura celular es por tanto particularmente útil en suelos áridos y rocosos, o impermeables donde la vegetación es prácticamente inexistente. Las conexiones de las celdas tienen una abertura por donde drena el agua por lo que están hidráulicamente interconectadas. La estructura compuesta suelo/geocelda tiene gran permeabilidad facilitando la absorción del agua durante las precipitaciones de lluvia por lo que disminuye el escurrimiento, y consecuentemente la erosión.

- Protección de taludes y canalizaciones:

Para protección de taludes y canalizaciones las geoceldas confinan, refuerzan y retienen masas de

DESCRIPCIÓN

tierras vegetales o rellenos de piedras, controlando el movimiento descendente causado por fuerzas hidrodinámicas y gravitacionales.

Su aplicación en los taludes disminuye o elimina el efecto erosivo del agua y el viento permitiendo el desarrollo de vegetación, conformando un conjunto de gran estabilidad.

En los canales, la geocelda permite el reforzamiento y la construcción de canales utilizando varios tipos de relleno como: tierra, vegetación, agregados y hormigón.

Si se rellenan las celdas con hormigón, el sistema se transforma en una placa de hormigón flexible con juntas de expansión integradas.

- Defensa de márgenes:

La utilización de geoceldas como defensa de márgenes se ha extendido básicamente al caso en que la corriente resulta ser la acción hidráulica preponderante.

La estabilidad hidráulica de la protección, o lo que es lo mismo, su capacidad para soportar los esfuerzos hidráulicos a que estará sometida, depende básicamente del material de relleno. De allí que el hormigón sea corrientemente el relleno elegido en estos casos. Lo anterior no quita que si las condiciones hidráulicas lo permiten (normalmente en la zona superior del revestimiento donde la acción hidráulica es limitada), se hayan aplicado rellenos de suelo vegetal o mixtos (hormigón/suelo cemento + suelo vegetal).

El relleno de geoceldas con hormigón produce un revestimiento de taludes de espesor uniforme, duradero y resistente a la erosión, que mantiene la flexibilidad y la capacidad de amoldamiento a cualquier movimiento de la subrasante. De esa manera, las capas especiales de material granular compactado necesarias con las losas de hormigón vaciado convencionales, pueden omitirse. La superficie característica de las paredes del sistema de geoceldas asegura una unión mecánica entre el relleno de hormigón y el interior de cada celda. Si las paredes celulares se encuentran perforadas, el sistema proporciona un anclaje aún mayor debido a que el hormigón fluye entre las celdas a través de las perforaciones.

- Soporte de cargas:

Mediante la técnica de confinamiento, el sistema de geoceldas evita el punzonamiento y el movimiento lateral de los materiales agregados. El sistema estabiliza el relleno y proporciona una correcta distribución de cargas, aportando una superficie rígida con alta resistencia a la flexión. El espesor del material se puede reducir en más del 50% con materiales agregados confinados frente a no confinados. Se puede utilizar arena local y rellenos de materiales granulares de baja calidad en lugar de materiales importados, más costosos.

- Contención de tierras:

Al colocar las celdas en capas, el sistema se transforma en un sistema de contención de tierras que satisface todos los requisitos estructurales y provee alta flexibilidad en la instalación y un mayor nivel de estética ambiental, mediante una cara totalmente cubierta por una masa vegetal.

Las celdas forman terrazas horizontales para el desarrollo de la vegetación, que florece en las celdas externas expuestas. El sistema impermeable de celdas abiertas externas recoge la lluvia y controla la evaporación de aguas subterráneas, con lo que se crea un entorno más natural para la vegetación.

- Embalses y vertederos:

En muchas aplicaciones en las que los fluidos requieren tratamiento o control de contención, como en embalses, depósitos de retención, lagunas, diques y presas, se utilizan revestimientos impermeables. Dichos revestimientos ofrecen claras ventajas desde el punto de vista ecológico para cubrir vertederos que se utilizarán en instalaciones de contención o tratamiento de residuos.

Gracias a su variedad de rellenos, el sistema de geoceldas es ideal para la protección de superficies resbaladizas, cuya perforación con anclajes en tierra es preciso evitar a toda costa.

La utilización de cables o tendones integrados (enfilados dentro de orificios perforados de antemano), así como de grapas o clips de sujeción, crea una capa colgada de geoceldas, que se puede sujetar a la capa protegida sin utilizar anclajes en tierra.

Los sistemas rellenos de hormigón satisfacen todos los requisitos de la mayoría de las instalaciones de contención o control de fluidos, mientras que el relleno de tierra vegetal con vegetación es ideal para cobertura de vertederos y rehabilitación de áreas verdes.

El relleno de grava (en vertederos) permite crear una capa de drenaje para recolectar y conducir las aguas lixiviadas hacia colectores de drenaje.

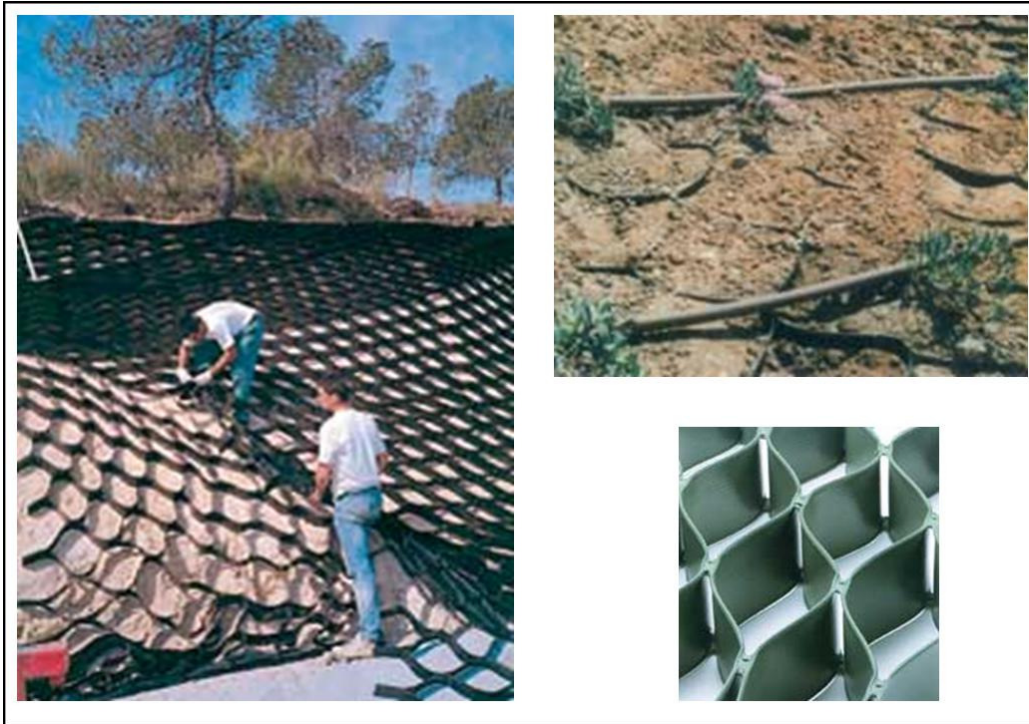
TECNOLOGÍAS RELACIONADAS

- Mallas y redes para el control de la erosión y otras aplicaciones.
- Hidrosiembras para la conservación de suelos.
- Mulches para el control de la erosión y ácidos húmicos para hidrosiembras.
- Mantas orgánicas para el control de la erosión.
- Estabilizantes para el suelo.

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Página web de BonTerra Ibérica, S.L.: www.controlerosion.es/ (Empresa asociada: Paisajes del Sur).
- Página web de América. Tecnología & Servicios: www.america.com/
- Página web de Tenax: www.tenax.es/
- Página web de PROJAR. Medio Ambiente.: www.projar.es/
- Dal, A. Utilización de geosintéticos en defensa de márgenes – Casos de obras.
- Página web de Urbabil: www.urbabil.es/
- Mataix, C. et al (1999). Manual de estabilización y revegetación de taludes. Editor Carlos López Jimeno.
- Ramos, J. (2006). Ingeniería del terreno. Libro 7. Editor Carlos López Jimeno.

IMÁGENES



Instalación de geoceldas para el control de la erosión.



Geoceldas para control de la erosión.

BIBLIOGRAFÍA ASOCIADA

Título: Ingeniería del terreno.

Autor: RAMOS, J.

Publicación: Libro 7

Editorial: -

Localidad: -

Año: 2006

Tipo: Libro

Título: Utilización de geosintéticos en defensa de márgenes – Casos de obras

Autor: DAL, A.

Publicación: -

Editorial: -

Localidad: -

Año: -

Tipo: Sin definir

Título: Manual de estabilización y revegetación de taludes.

Autor: MATAIX, C. et al

Publicación: -

Editorial: Carlos López Gimeno

Localidad: Madrid, España

Año: 1999

Tipo: Libro

Título: Ingeniería de la restauración: principios y técnicas.

Autor: CASTRO DÍEZ, P.

Publicación: Apuntes de clase

Editorial: Universidad de Alcalá. Departamento Universitario de Ecología

Localidad: Madrid, España

Año: -

Tipo: Artículo

PROYECTOS RELACIONADOS

Proyecto: --

Investigador Principal: --

Otros Investigadores: --

Entidad Investigadora: --

Otras Entidades Investigadoras: --

Entidad Financiadora: --

Observaciones: --