

RESUMEN

Los sistemas de geoceldas son estructuras tridimensionales que encierran completamente un tipo de relleno, proporcionando confinamiento a toda la estructura, previendo la extensión lateral del material de relleno, por otro lado las geomallas son geosintéticos conectados y con aberturas, que permiten la trabazón del suelo, cuya función principal es la de refuerzo.

Los productos referenciados en el presente artículo, son utilizados con el fin de confinar materiales granulares y suelos en general, tienen diversas aplicaciones como el control de erosión en taludes y canales, el refuerzo de suelos de baja capacidad de soporte y la construcción de muros de contención a gravedad, optimizar el espesor de los componentes del pavimento, incrementando su vida útil logrando estabilizar condiciones de suelos blandos. Así mismo, se utilizan para el mejoramiento de la capacidad portante en fundaciones de diferentes estructuras.

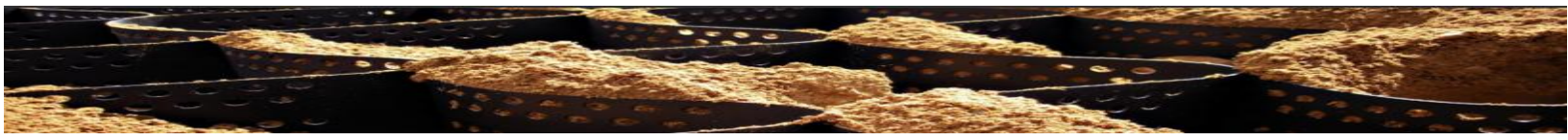
Palabras Clave: Tridimensionales, confinamiento, estructura, relleno, refuerzo, taludes, canales y pavimentos.

ABSTRACT

Geocells systems are three-dimensional structures which completely enclose a fill type, providing confinement to the whole structure, providing the lateral extension of the filling material, on the other hand are connected geogrids and with openings that allow the interlocking geosynthetic soil, whose primary function is reinforcement.

The products referenced in this article, are used for the purpose of confining granular materials and soils generally have various applications such as controlling erosion on slopes and channels, strengthening soils of low bearing capacity and building walls containment gravity optimize the thickness of the components of the pavement, increasing its life able to stabilize soft ground conditions. Likewise, they are used to improve the bearing capacity in different structures foundations.

Keywords: Three-dimensional confinement structure, filler, reinforcement, embankments, canals and pavements



INTRODUCCIÓN

El principio de uso de cualquier método de estabilización de suelos es mejorar las propiedades físicas de un material específico mediante procesos de manipulación o tratamiento, obteniéndose materiales, capaces de soportar adecuadamente un número específico de solicitaciones de carga, resistencia a condiciones climáticas adversas, mejoramiento de las condiciones de aportes estructurales, reducción de plasticidades entre otras.

En función de los diferentes tipos de estabilización de suelos que se emplean comúnmente en obras de infraestructura, los cuales abarcan métodos de estabilización mecánica, estabilización con aditivos químicos, estabilización con materiales cementantes, adición y mezcla de otros materiales y uso de geosintéticos que son productos en los que uno de sus componentes es a base de Polímero Sintético o Natural y se presenta en forma de Filtro, manto, lamina o estructura tridimensional, usada en contacto con el suelo o con otros materiales.

Se presenta en este artículo un análisis técnico relacionado con el uso de materiales sintéticos encaminados a este tipo de estabilizaciones; En forma específica sobre el uso de Geoceldas, como materiales flexibles y permeables a los fluidos fabricados en fibras sintéticas como el poliéster o polipropileno y Geomallas, como estructuras tridimensionales pero con la característica de ser mono o bi-orientadas fabricadas en polietileno de alta densidad utilizando un proceso de extrusión, así como algunas recomendaciones resultantes de un caso práctico de uso de Geoceldas para vías; como referencia tenemos las locaciones en

el municipio de San Luis De Palenque – Casanare en campos de explotación petrolera de Pacific Stratus Energy (Bloque Cubiro año 2014).

USO DE GEOMALLAS COMO MÉTODO DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS

Debe partirse del hecho que la mayor cantidad de bibliografía disponible frente al uso de geosintéticos es en general aquella aportada por el sector comercial en donde cada empresa presenta las características y bondades de los productos que fabrica y vende; No obstante en Colombia, los parámetros de uso de geomallas están regulados según la normatividad INVIAS.

La Geomallas son estructuras Bidimensionales elaboradas con aberturas de suficiente tamaño para permitir la trabazón del suelo, piedra u otro material geotécnicamente circundante.

CLASIFICACIÓN DE LAS GEOMALLAS.

GEOMALLA BIAxIAL:

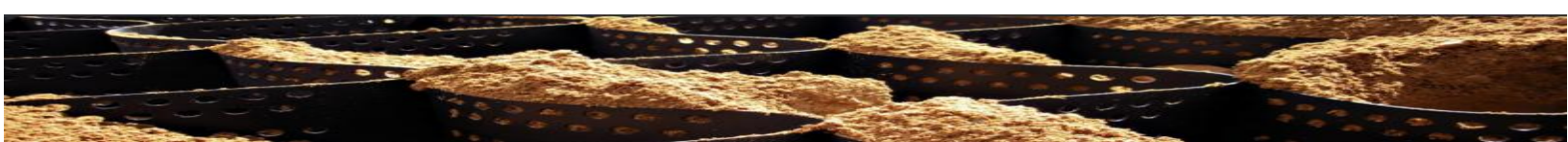
- ✓ Para estabilizar suelos Blandos.
- ✓ Como refuerzo de capas granulares en terraplenes y Pavimentos.
- ✓ Permite disminuir espesores en las capas granulares.

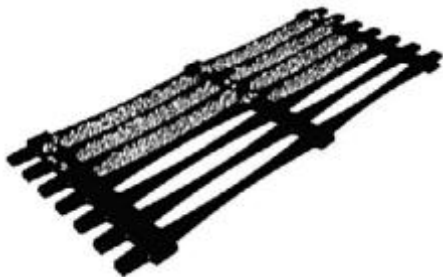


Fuente: catálogo PAVCO, Estabilización con geomalla Biaxial

GEOMALLA UNIAXIAL

- ✓ Como refuerzo de muros y taludes.
- ✓ Para el refuerzo de terraplenes.
- ✓ Elemento principal en la fabricación de Geocolchones.





Fuente: catálogo PAVCO, Estabilización con geomalla Uniaxial

En primera instancia el criterio del especialista deberá soportarse en el cumplimiento de las especificaciones vigentes citadas, seleccionando aquellos productos que idóneamente ofrezcan mejores condiciones de comportamiento físico y mecánico, con durabilidad, calidad de materiales de fabricación a un costo razonable en función de las características individuales de cada proyecto de ingeniería. Otro parámetro que se debe considerar de acuerdo con la necesidad de Estabilización del proyecto, será la determinación del uso o no de geomallas.

Así mismo los proyectos en donde el uso de geomallas ha de ser considerado, no solo repercuten en infraestructura vial o locativa, teniéndose a manera de ejemplo que para proyectos aeroportuarios existe normatividad inherente aplicable.

A continuación se mencionan los parámetros normativos y de diseño a ser tenidos en cuenta en la selección de la geomalla a ser implementada en cada proyecto.

1.1 PARÁMETROS NORMATIVOS

DESCRIPCIÓN:

La función de estabilización es apropiada para suelos de subrasante con CBR entre uno y tres por ciento ($1 \leq \text{CBR} < 3 \%$), determinado con el ensayo descrito en la norma INV E-169 “Relación de soporte del suelo en el terreno” o tener un valor de resistencia al corte entre treinta y noventa kilopascales (30-90 KPa). La determinación de la

resistencia al corte se podrá realizar con cualquiera de los siguientes ensayos: norma INV E-152 “Compresión inconfiada en muestras de suelos” o INV E-170 “Ensayo de corte sobre suelos cohesivos, usando la veleta”. Los sitios para hacer las determinaciones serán los previstos en los planos del proyecto o los indicados por el Interventor.

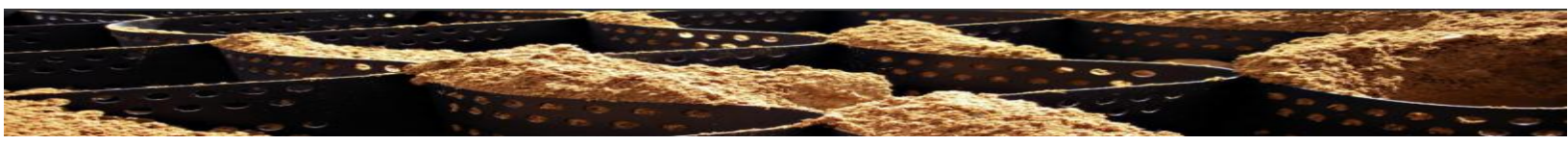
MATERIALES:

La geomalla deberá ser biaxial o multiaxial y deberá ser capaz de mantener su estabilidad dimensional durante su instalación y el tránsito normal de construcción.

Varias de las propiedades de las geomallas se expresan en términos de valores mínimos promedio por rollo (VMPR). El valor mínimo promedio por rollo (VMPR) es una herramienta de control de calidad que le permite a los fabricantes establecer los valores en sus certificados de manera que el comprador tenga un nivel de confianza del 97.7 % de que las propiedades, medidas sobre el producto que compra, cumplen con los valores certificados. Para datos que tengan una distribución normal, el valor VMPR se calcula como el valor típico menos dos (2) veces la desviación estándar, cuando se especifican valores mínimos, o más dos (2) veces la desviación estándar, cuando se especifican valores máximos.

CUMPLIMIENTO NORMATIVO:

En reemplazo del requisito de resistencia de las uniones o nodos, el fabricante podrá documentar la supervivencia de las uniones a la instalación mediante pruebas a escala real, según la norma ASTM D5818, que demuestren la integridad de las mismas bajo las condiciones del proyecto (suelo de apoyo, espesor de capas, materiales de relleno, equipo de construcción). La geomalla se cubrirá con una capa de material de relleno



de 15 cm de espesor mínimo y será sometida al paso repetido de una volqueta cargada hasta producir un ahuellamiento de 10 cm; el informe de la pruebas deberá incluir un registro fotográfico de la geomalla recuperada, que muestre claramente que las uniones no se han desplazado ni sufrido deterioro alguno durante el proceso de instalación. El fabricante de las geomallas deberá contar con un proceso de producción que cuente con un sistema de gestión de la calidad certificado bajo la norma ISO 9001. El laboratorio, propio o externo, que se use para realizar los ensayos de control de la calidad de la producción, deberá estar acreditado bajo la norma ISO/IEC 17025 o contar con una acreditación GAI-LAP del Instituto de Acreditación de Geosintéticos, GAI. El fabricante o proveedor deberá suministrar el programa de control de calidad y los datos de soporte, donde se indiquen los requisitos de ensayos, los métodos de ensayo, la frecuencia de los ensayos, los criterios de aceptación en la fabricación y el tamaño del lote para evaluación de cada producto.

Tabla 233 - 2. Propiedades mecánicas de la geomalla para refuerzo de capas granulares

PROPIEDAD	NORMA DE ENSAYO	REQUISITO SEGÚN LA CLASE POR SUPERVIVENCIA		
		CLASE 1 (Alta)	CLASE 2 (Moderada-1)	CLASE 3 (Moderada-2)
Propiedades de refuerzo				
Resistencia última a la tensión en prueba con costillas múltiples, VMPR (kN/m)	ASTM D 6637	Según lo establecido en los documentos del proyecto, para cada una de las direcciones principales		
Módulos secantes a la tensión para el 2 % y el 5 % de elongación, VMPR (kN/m)	ASTM D 6637	Según lo establecido en los documentos del proyecto, para cada una de las direcciones principales		
Coefficiente de interacción geosintético/suelo por extracción para el tipo de relleno contemplado en el proyecto, mínimo	ASTM D 6706	Según lo establecido en los documentos del proyecto, para cada una de las direcciones principales		
Coefficientes de deslizamiento pico y residual en la interfaz geosintético/suelo, para el tipo de relleno contemplado en el proyecto, mínimo	ASTM D 5321	Según lo establecido en los documentos del proyecto, para cada una de las direcciones principales		
Área abierta, como % del área total	Medido	50 a 90		
Tamaño de abertura, mm (Nota 3)	Medido	Según lo establecido en los documentos del proyecto		
Propiedades de supervivencia				
Resistencia última a la tensión en prueba de costillas múltiples, VMPR (kN/m)	ASTM D 6637	18	12	12
Resistencia de las uniones o nodos, VMPR (N)	GRI GG2 (Nota 1)	110	110	35
Estabilidad ultravioleta: resistencia retenida después de 500 horas de exposición, valor mínimo (%)	ASTM D 4355	50		

Fuente: Instituto nacional de Vías; 2013, Especificaciones generales de construcción de carreteras - Capítulo 2 – Explanaciones – Artículo 233 – Estabilización de suelos de subrasante y refuerzo de capas granulares con geomallas.

Tabla 233 - 1. Propiedades mecánicas de la geomalla para estabilización de la subrasante

PROPIEDAD	NORMA DE ENSAYO	REQUISITO SEGÚN LA CLASE POR SUPERVIVENCIA		
		CLASE 1 (Alta)	CLASE 2 (Moderada-1)	CLASE 3 (Moderada-2)
Propiedades de refuerzo				
Resistencia última a la tensión en prueba con costillas múltiples, VMPR (kN/m)	ASTM D 6637	Según lo establecido en los documentos del proyecto, para cada una de las direcciones principales		
Área abierta, como % del área total	Medido	50 a 90		
Tamaño de abertura, mm (Notas 3 y 4)	Medido	12.5 a 75 mm ≥ D 50 del agregado encima de la geomalla ≤ 2D 85 del agregado encima de la geomalla		
Propiedades de supervivencia				
Resistencia última a la tensión en prueba de costillas múltiples, VMPR (kN/m)	ASTM D 6637	18	12	12
Resistencia de las uniones o nodos, VMPR (N)	GRI GG2 (Nota 1)	110	110	35
Estabilidad ultravioleta: resistencia retenida después de 500 horas de exposición, valor mínimo (%)	ASTM D 4355	50		

Se presenta a continuación una tabla de comparación de propiedades mecánicas de algunos productos disponibles en el mercado Colombiano:

- Norma ASTM D 6637 método de prueba estándar para la determinación de las propiedades de tracción de geomallas por el método a tracción, cubre la determinación de las propiedades de resistencia a la tracción de geomallas sometiendo tiras de ancho a cargas.
- Norma ASTM D 1388 método de ensayo para la medición de las propiedades de rigidez de los tejidos, longitud de flexión y rigidez a la flexión.
- Prueba GRI-GR2 de capacidad de transferencia de carga expresada como un porcentaje de resistencia a la tracción final.
- Norma ASTM D1777 se determina la medición del espesor de los materiales textiles.

PROPIEDADES DE LAS GEOMALLAS DETERMINADAS BAJO PRUEBAS				
	ASTM D 6637	ASTM D 1388	GRI -GR2	ASTM D 1777
PAVCO SA	6,0/9,0kN/m	750mg-cmx1000	93%	1,27/1,27mm
GEOMATRIX SA	6,5/9,0kN/m	NP	93%	2,2/2,2mm
GEOPOLIMEROS SA	20/580lb/ft	3,6kg-cm/deg	93%	2,25/2,25mm
GEOMEMBRANAS SAS	4,1/6,6kN/m	500mg/1000cm	93%	1,0/1,0mm
DURMAN	7,2/9,8kN/m	650mg-cmx1000	93%	2,0/2,0mm

Fuente: Rodríguez V. ED AL, 2013, Diseño y Verificación del Aporte Estructural de la Geomalla en Capas Granulares Para Pavimentos.

1.2 PARAMETROS DE DISEÑO

La determinación del aporte estructural de las geomallas se basa en la modelación que se hace de las mismas bajo parámetros AASHTO, empleando el método empírico del año 93. Se presenta a Continuación la metodología de diseño para la estimación del número estructural requerido usando las ecuaciones de dicho método para pavimentos flexibles, y la introducción del Layer Coefficient Ratio -LCR- (Relación del coeficiente de capa), de la geomalla, el cual cuantifica la contribución estructural de la misma. En función de la ecuación (*1):

$$SN = a_1 D_1 + a_2 LCR D_2 m_2 + a_3 D_3 m_3$$

a = coeficiente estructural de la capa
D = espesor, en pulgadas, de la capa
m = coeficiente de drenaje de la capa
n = número de capas

Donde LCR tiene un valor superior a uno. Este valor es determinado basándose en los resultados de laboratorio y en pruebas de campo con y sin utilización de las geomallas. SN r (número estructural de la sección reforzada) y SN u (número estructural de la sección no reforzada) utilizados en la ecuación fueron evaluados bajo condiciones de pavimento iguales. Por ejemplo igual profundidad de la base, valor de CBR en subrasante, profundidad

de ahuellamiento, pero utilizando diferentes períodos de vida de servicio.

(*1)Fuente: Palma Ismael, 2012, Estabilización y refuerzo en vías con Geomallas Biaxiales, Sociedad Mexicana de Ingeniería Geotécnica, XVII Reunión Nacional de Profesores de Mecánica de Suelos e Ingeniería Geotécnica.

$$LCR = \frac{SN_r - SN_u}{a_2 D_2} + 1$$

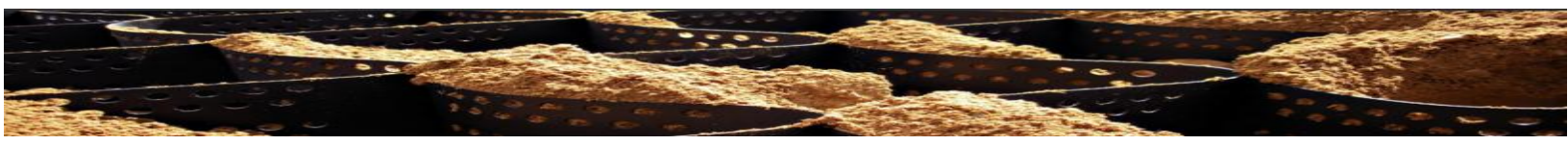
Basándose en la ecuación se puede calcular el valor de LCR el cual se obtuvo de los ensayos realizados. Se presenta el LCR basado en los ensayos de pavimentos empíricos con y sin refuerzo de geomallas. El valor de LCR oscila entre 2 a 1.5 dependiendo básicamente del valor de CBR de la subrasante, ESAL y profundidad de ahuellamiento de la vía.

La contribución estructural de la geomalla de refuerzo es casi constante cuando el valor de CBR de la subrasante es superior a 3% mientras que para un valor de 1% en el CBR de la subrasante la contribución estructural de la geomalla es significativamente más alta. La reducción en espesor de la base puede ser evaluada con el uso de una geomalla asumiendo que no existe una capa de sub-base:

$$D_2 = \frac{SN_r - a_1 D_1 m_2}{LCR a_2 m_2}$$

Si el proyecto en donde se plantea el uso de Geomallas incluye el uso de capas asfálticas, se puede reducir el espesor de dicha capa mediante la ecuación:

$$D_1 = \frac{SN_r - LCR a_2 D_2}{a_1}$$



El LCR de cada geomalla dependerá del tipo de material a emplear y el proveedor de la misma, los parámetros fluctúan en función de:

- ✓ Tipo de material de fabricación de la Geomalla: Poliester o Fibra de vidrio.
- ✓ Tipo de trenzado: Monoaxial, Biaxial, Triaxial.
- ✓ Tipo de orientación del trenzado: Mono-orientadas, Biorientadas.

Queda a criterio del ingeniero la comparación de las propiedades en función de las fichas técnicas de cada producto disponible, a fin de escoger aquel producto que satisfaga las condiciones individuales del proyecto de aplicación.



Fuente: catálogo PAVCO, Estabilización con geomalla Biaxial

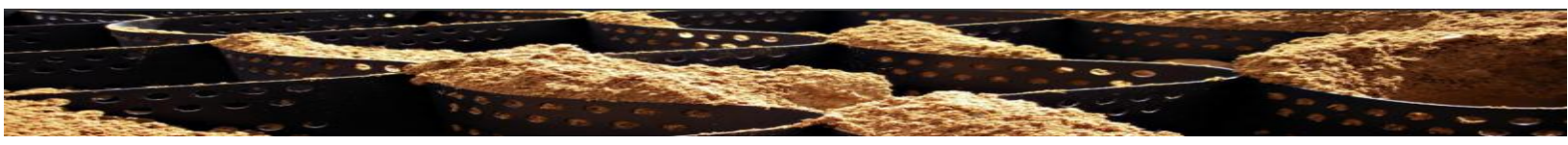
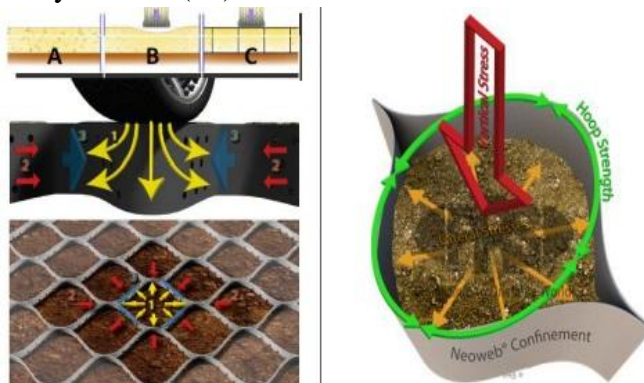


Fuente: catálogo PAVCO, Estabilización con geomalla Uniaxial

2. USO DE GEOCELIDAS COMO METODO DE ESTABILIZACION DE SUELOS

Los sistemas de geoceldas son estructuras tridimensionales dispuestas en forma de panel, permeables, a base de polímeros (sintéticos o naturales), interconectadas, que encierran completamente un tipo de relleno, proporcionando confinamiento a toda la estructura, previendo la extensión lateral del material de relleno. Cuando se le aplican cargas verticales a este sistema, las tensiones circunferenciales en las paredes de las celdas y las resistencias de las celdas adyacentes se movilizan. Estas tensiones y resistencias reducen la deformación lateral del material de relleno.

Como resultado la rigidez incrementa generando que la capa de material de relleno y geocelda actúe como una matriz rígida y distribuya las cargas verticales del tráfico sobre un área más grande que la del suelo de la subrasante. Según Meyer & Emersleben, (2005), el principal efecto que tiene un sistema de geoceldas, consiste en que éstas retienen horizontalmente el suelo encerrado en su interior, por lo tanto, limitan la deformación lateral bajo presión, para que el comportamiento del suelo mejore ante las fuerzas de deformación. Cuando el suelo estabilizado con un sistema de geoceldas es sometido a fuerzas o presiones, la dilatación lateral del material de relleno es restringida por las fuerzas del anillo de tracción de la geocelda y por la resistencia pasiva de las celdas adyacentes. (*2).



(*2) Fuente Imagen: Urrestra Marcela. 2015, Análisis de Alternativas de Diseño Con Geoceldas En Estructuras de Pavimento. Universidad Javeriana. Universidad Militar Nueva Granada.

2.1. PARAMETROS NORMATIVOS

En Colombia el uso de Geoceldas no está reglamentado directamente por entidades como el Invia o el IDU, no obstante el Instituto de desarrollo Urbano de Bogotá, mediante resolución 4218 del 11 de Octubre de 2011, (*3) genera una serie de recomendaciones para el uso de geoceldas en proyectos de infraestructura vial. No obstante el empleo de estos materiales se sustenta en modelaciones y propuestas por firmas constructoras (y sus firmas de consultoría técnicas vinculadas a cada proyecto) y proveedores del sector comercial para aplicación de estos insumos en proyectos de infraestructura específicos, sin embargo la medición de los parámetros resultantes se efectúan sobre las estructuras finales construidas, realizando pruebas de densidades, pruebas de carga y en general efectuando ensayos que miden de forma indirecta el funcionamiento de estos sistemas de estabilización, sin embargo la calidad de los materiales empleados no posee mediciones o comprobaciones más allá de las fichas técnicas proporcionadas por los distribuidores de los geosintéticos. Sin embargo un parámetro adecuado para la evaluación de dichas fichas se basa en el cumplimiento de las siguientes normas internacionales:

(*2) Fuente: Duarte María. Ed Al. 2011, Estudio del Comportamiento de un Material de Subrasante Típico de Bogotá Estabilizado con un Sistema de Geoceldas Ante la Aplicación de Ciclos de carga y Descarga Mediante Pruebas de Laboratorio. Universidad Javeriana.

(*3) Fuente: IDU, 2011, Guía Para El Buen Uso de Los Geosintéticos - Capítulo 9 - Geoceldas.

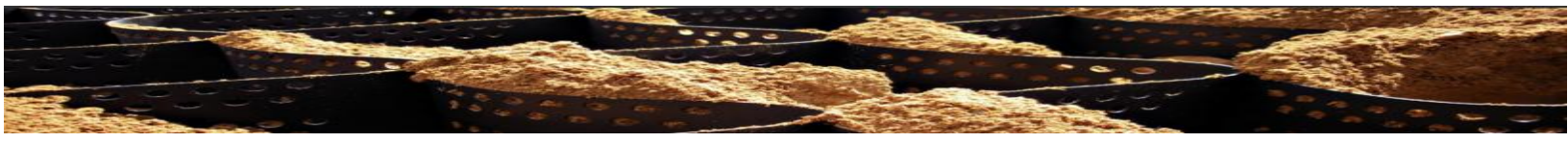
PARAMETRO	VALOR MINIMO
Densidad del Polímero (ASTM D1505):	0.94gr/cm ³
Resistencia de agresiones medioambientales (ASTM D-1693):	4.000 horas
Contenido de carbón negro (ASTM D-1603):	1.5% por peso
Espesor de Lamina después del Texturizado (ASTM D-5199):	1.52 mm + 5%

Fuente: Consorcio Vías Del Distrito, 2010, Estudios y Diseños Para Vías de Rehabilitación, Aplicación de Nuevas Tecnologías, Diseño de la Estructura de Pavimento para la Avenida Boyacá.

2.2. FACTORES EVALUADOS SOBRE EL USO DE GEOCELAS FRENTE A MEDICIONES DE LABORATORIO

Se presentan a continuación una serie de consideraciones resultantes de la evaluación del comportamiento de geoceldas como método de estabilización de suelos medidas en laboratorio, en forma comparativa con un método de estabilización convencional (Compactación de subrasante + adición de 20cm de material granular tipo subbase vs Compactación de subrasante + Geocelda llenada con 15cm de subbase granular + 5cm Subbase granular como cobertura) (*2):

- Resulta fundamental usar un sistema de estabilización para suelos con características desfavorables (CBR<2,5). Los resultados obtenidos muestran que al utilizar un sistema de estabilización con uso de geoceldas frente a un sistema convencional, en ambos casos se reducen los esfuerzos y asentamientos en una subrasante. Aunque los dos sistemas conduzcan a la estabilización de suelos mejorando el comportamiento de la subrasante, el sistema de geoceldas con material de relleno reduce estos parámetros en mayor medida.



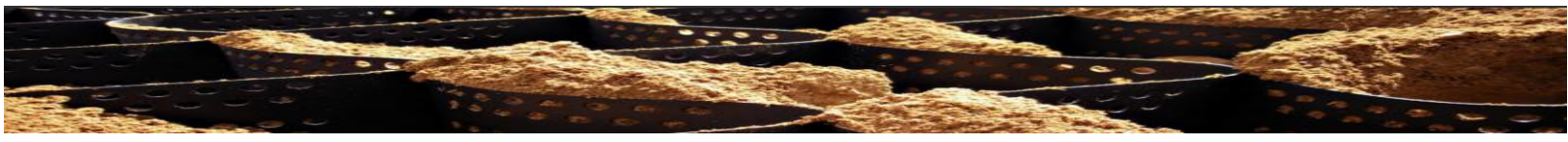
- Se presenta una reducción en los asentamientos en un orden de magnitud de 34% al utilizar un sistema de geoceldas respecto a un sistema de estabilización convencional. Por otra parte los esfuerzos se reducen en un 53% al utilizar un sistema de geoceldas como alternativa de estabilización, respecto a un sistema de estabilización convencional.
- Ante la aplicación de ciclos de carga y descarga se evidencia que las deformaciones plásticas son más grandes en un sistema estabilizado de manera convencional y en un sistema sin estabilizar, obteniendo una deformación plástica de 11,7% en un sistema estabilizado con geoceldas.
- Los ciclos de carga y descarga muestran que en un sistema estabilizado con geoceldas, se necesitan más de 5 ciclos de carga dinámica, para llegar a la misma deformación de una subrasante sin estabilizar, cargada estáticamente.
- Construcción de una locación para parqueo de cargas pesadas (78 espacios de parqueos para vehículos tipo C3-S3), 1.4 Hectáreas construidas (8760m2 con geocelda). Se realizó construcción de terraplén con material de sitio con una elevación de 1m con suscepción de capas compactadas de 20cm, posteriormente colocación de 10cm de subbase granular, luego de ello se procede con la instalación de geoceldas Pavco de 15cm llenas con subbase granular y 5cm adicionales de subbase granular como material de cobertura, pendiente de bombeo 1.5% a dos aguas (Todos los espesores referidos son compactos). Tiempo de construcción 1.5 meses. El proyecto fue construido al final de la época invernal.
- Construcción de la vía que comunica las locaciones copa 1 Con Sahino, ancho de calzada 6m, longitud de la vía 2.8Km, Construcción sobre terraplén de 1m mínimo de elevación en capas sucesivas de 30cm con materiales de sitio, construcción de 12 alcantarillas viales. Sobre el terraplén se colocó una capa de geocelda Pavco en todo el ancho de calzada con llenado de 15cm de subbase granular y 5cm de subbase granular adicionales como material de cobertura. No existía ningún tipo de vía o camino sobre el trazado construido. Tiempo de construcción 2 meses. La vía fue construida al final de la época invernal, no se instaló geotextil.
- Construcción de la vía que comunica las locaciones copa 1 Con Z3, ancho de

2.3.RECOMENDACIONES

CONSTRUCTIVAS FRENTE AL USO DE GEOCELDAS

Teniendo en cuenta que no existe normatividad aplicable efectiva para el uso de Geoceldas en Colombia, y que sus parámetros de comportamiento dependerán de factores inherentes a los materiales de fabricación, propiedades mecánicas y físicas heterogéneas ofrecidas por cada distribuidor de estos productos. Se presenta a continuación una serie de recomendaciones constructivas resultantes del seguimiento a 3 proyectos constructivos realizados en el año 2014 en campos de explotación de crudo liviano de Pacific Stratus Energy (Bloque Cubiro) en el municipio de San Luis De Palenque – Casanare.

Los proyectos Constructivos fueron:



calzada 6m, longitud de la vía 1.4Km, Construcción sobre terraplén de 1m mínimo de elevación en capas sucesivas de 30cm con materiales de sitio, construcción de 8 alcantarillas viales. Sobre el terraplén se colocó una capa de geocelda Syntex en todo el ancho de calzada con llenado de 12cm de subbase granular y 5cm de subbase granular adicionales como material de cobertura. No existía ningún tipo de vía o camino sobre el trazado construido. El terreno es zona inundable por la presencia de un caño cercano (Caño Las Abejas), Tiempo de construcción 1.5 meses. La vía fue construida en época invernal. Se instaló Geotextil.

PROYECTO PARQUEADERO COPA 1



Subrasante Conformada y compactada antes de instalación de Geocelda.



Instalación y llenado de geoceldas sobre 10cm de subbase + 15cm espesor lleno geocelda + 5cm Cobertura (30cm totales).

RECOMENDACIONES:

- Para grandes áreas se sugiere tener pendientes transversales entre 2 a 3%, ya

que con las pendientes que fue construida la plataforma, tras la ocurrencia de lluvias de gran copiosidad, se presentaban empozamientos de agua que con el paso de los vehículos generaban desprendimiento del material de cobertura quedando al descubierto la geocelda, la cual en estas condiciones es susceptible a deformarse.

VIAS A LOCACIONES Z3 Y SAHINO

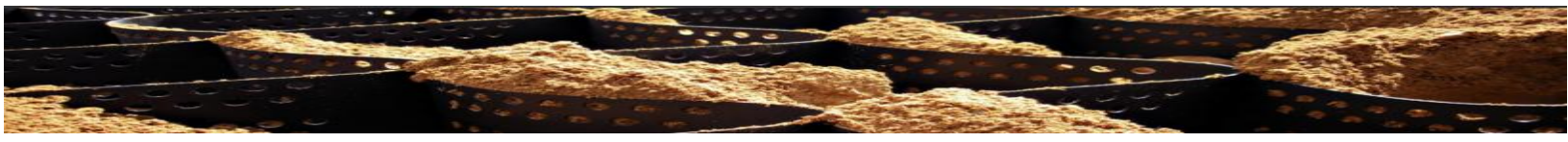


Labores de reconformación y mantenimiento de rodadura a nivel de granulares solo pueden ejecutarse con adición de material, la escarificación solo puede ser superficial para no comprometer la estabilidad de la geomalla, razón por la cual los costos de operación son mayores donde hay geocelda, sin que ello necesariamente implique problemas estructurales.

Las fuertes lluvias tienden a lavar superficialmente las arenas finas de la subbase granular dejando al descubierto las gravas las cuales por acción del tráfico tienden a desprenderse dejando al descubierto las geoceldas, que son susceptibles de deformarse y romperse muy fácilmente ante la acción del tránsito vehicular.

RECOMENDACIONES:

- Se sugiere colocar geotextil bajo la geocelda

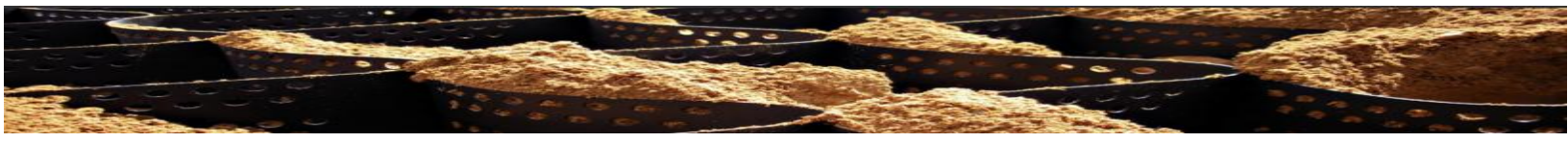


para prevenir migración de materiales hacia la subrasante con las deformaciones de la geocelda que ello implica.

- En caso tal que el material de cobertura de la geocelda constituya en si la capa final destinada a rodadura, se sugiere estabilizar la misma químicamente a fin de cementar la misma y protegerla ante las lluvias que tienden a disgregarla.
- Se encontró mayor estabilidad en la vía en donde se emplearon geoceldas Pavco, frente a la vía en donde se emplearon geoceldas Syntex.
- Para zonas inundables, es de esperarse que la subrasante se deforme por la iteración entre los periodos secos y de lluvias, razón por la cual los terraplenes en caso de no disponerse de pétreos de gran tamaño (rajones para disminuir efectos de capilaridad), se construyan con intercalaciones de Geotextiles y geomallas que disminuyan las deformaciones esperables, Se encuentra que las geoceldas por si solas no mitigan estos fenómenos aun cuando el proceso constructivo haya sido adecuadamente controlado.

BIBLIOGRAFÍA

- Instituto nacional de Vías; 2013, Capitulo 2. Artículo 233.
- Rodríguez, Arango Katerin, Mora Neira David Fernando, 2013, Diseño y Verificación del Aporte Estructural de la Geomalla En Capas Granulares Para Pavimentos. Corporación Universitaria Minuto de Dios – Zipaquirá.
- Palma Ismael, 2012, Estabilización y refuerzo en vías con Geomallas Biaxiales, Sociedad Mexicana de Ingeniería Geotécnica, XVII Reunión Nacional de Profesores de Mecánica de Suelos e Ingeniería Geotécnica. – México D.F.
- Duarte Duarte María Camila, Sierra Parra Valeria, 2011, Estudio del Comportamiento de un Material de Subrasante Típico de Bogotá Estabilizado con un Sistema de Geoceldas Ante la Aplicación de Ciclos de carga y Descarga Mediante Pruebas de Laboratorio, Universidad .Javeriana – Bogotá.
- Urrestra Melo Yinna Marcela. 2015, Análisis de Alternativas de Diseño Con Geoceldas En Estructuras de Pavimento. Universidad Militar Nueva Granada. – Bogotá.
- Instituto de Desarrollo Urbano IDU, 2011, Resolución 4218 de 10 de Octubre de 2011, Guía Para El Buen Uso de Los Geosinteticos, Capitulo 9 – Geoceldas. – Bogotá.
- Consorcio Vías Del Distrito, 2010, Estudios y Diseños Para Vías de Rehabilitación, Aplicación de Nuevas Tecnologías, Diseño de la Estructura de Pavimento para la Avenida Boyacá.
- Sierra Oliveros Giovanni, 2014, Informes de interventoría de seguimiento diario a frentes de obra



vial y locaciones, Pacific Stratus Energy, Bloque Cubiro – San Luis De Palenque – Casanare.

- GEO Products, Manual de Diseño Estabilización de Suelo.

