

4218 10 OCT 2011
RESOLUCIÓN NÚMERO _____ DEL ____ DE ____ DE 2011

Página 1 de 2 "Por la cual se adopta la Guía para el buen uso de los Geosintéticos, GU-GE-007 V_01."

LA DIRECTORA GENERAL DEL INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO DE BOGOTÁ D.C., en ejercicio de sus facultades legales y en especial las señaladas en la Ley 872 de 2003, los Acuerdos Distritales 122 de 2004, 387 de 2004, el Decreto 4110 de 2004 y,

CONSIDERANDO:

Que el artículo 4 literal b) de la Ley 87 de 1993 "Por la cual se establecen normas para el ejercicio del control interno en las entidades y organismos del Estado y se dictan otras disposiciones", señala que toda entidad bajo la responsabilidad de sus directivos, debe implementar procedimientos para la ejecución de los procesos, como uno de los elementos básicos del Sistema de Control Interno.

Que en la norma NTC-ISO 9001:2008 y su equivalente NTCGP-1000:2009 para entidades del Estado, se establece el requisito 4.2 gestión documental donde se determinan los estándares para cada uno de los niveles requeridos para la documentación en los Sistemas de Gestión de Calidad.

Que el artículo 3º del Acuerdo 002 del 3 de febrero de 2009 asigna al Director General la función de dirigir, asignar, controlar y garantizar las funciones de planeación, técnicas, financieras, administrativas, de desarrollo institucional y legales, de conformidad con lo dispuesto en el Acuerdo 19 de 1972, la Ley 489 de 1998 y demás disposiciones vigentes.

Que el artículo 4 numeral 2 de la resolución 2634 del 21 de julio de 2009 "Por la cual se crea el Sistema de Coordinación Interna del IDU", señala el objeto, funciones, composición y periodicidad del Comité de la Subdirección de Desarrollo Urbano del IDU y entre estas funciones esta la de coordinar y efectuar el seguimiento al cumplimiento de objetivos, metas y funciones de cada una de las dependencias de la Subdirección General de Desarrollo Urbano del IDU.

Que una de las funciones de la Dirección Técnica Estratégica, la cual depende de la Subdirección General de Desarrollo Urbano, es la de "Diseñar y elaborar manuales de especificaciones técnicas para el desarrollo de los proyectos a cargo de la entidad".

Que en el Comité Técnico de la Subdirección General de Desarrollo Urbano del día 26 de julio de 2011, se aprobó la "Guía para el buen uso de Geosintéticos Versión 1.0", tal como consta en el acta.

Que los manuales, procesos, procedimientos, guías, especificaciones, instructivos, cartillas, códigos y formatos son herramientas de control que ayudan a la aplicación coherente y armónica de los instrumentos de gestión, al identificar la secuencia, interacción y los contenidos fundamentales de las actividades que la soportan.

Que los manuales, procesos, procedimientos, guías, especificaciones, instructivos, cartillas, códigos y formatos agilizan las actuaciones administrativas, dan transparencia y claridad a los procesos, actúan como instrumentos de capacitación, entrenamiento y gestión garantizando el cumplimiento de los principios constitucionales y legales.

Que, mediante Resolución 3296 del 26 de agosto de 2009, se modificó la Cadena de Valor para el Instituto de Desarrollo Urbano, y con base en la misma se documentan y publican los

12

RESOLUCIÓN NÚMERO **4218** DEL **10 OCT 2011** DE 2011

Página 2 de 2 "Por la cual se adopta la Guía para el buen uso de los Geosintéticos, GU-GE-007 V_01".

manuales, procedimientos, guías, especificaciones y demás documentos del Instituto de Desarrollo Urbano.

Que de acuerdo con la Cadena de Valor vigente, las especificaciones técnicas y manuales técnicos, pertenecen al proceso de Gestión Estratégica.

En mérito de lo expuesto, la Directora General del Instituto de Desarrollo Urbano (IDU),

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO: Adoptar la Guía Para el Buen Uso de los Geosintéticos GU-GE-007, Versión 1.0.

La anterior Guía se anexa y hace parte integral de este acto administrativo.

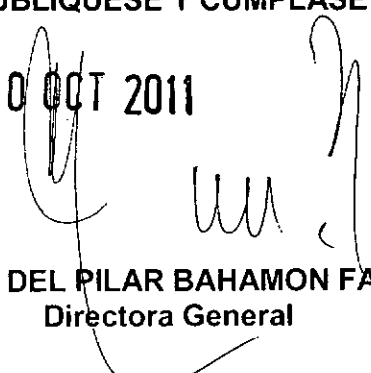
ARTÍCULO SEGUNDO: Modificación y/o Actualización: La Guía a la que hace referencia esta resolución, podrá ser modificada o actualizada únicamente por la Dirección General del IDU o quien ésta delegue.

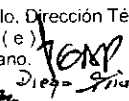
ARTÍCULO TERCERO: La presente resolución rige a partir de la fecha de su publicación en el Registro Distrital y deroga las disposiciones que le sean contrarias.

PUBLÍQUESE Y CÚMPLASE

Dada en Bogotá D.C. a los,

10 OCT 2011


MARÍA DEL PILAR BAHAMON FALLA
Directora General

Elaboró: Juan Pablo Nieto Mora – Grupo de Investigación y Desarrollo, Dirección Técnica Estratégica.
Aprobó: Libardo Alfonso Celis Yaruro – Director Técnico Estratégico (e)
Gabriel Amado Pardo – Subdirector General Desarrollo Urbano.
Camilo José Arbelaez Casas – Subdirector General Jurídico.  



GUIA USO DE GEOSINTETICOS

**IDU
JUNIO- 2011**

INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO - IDU
BOGOTA, 2011



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.

Instituto

Desarrollo Urbano

COLABORACION IDU

María Alejandra Muñoz Acosta

Juan Pablo Nieto Mora

Margarita del Pilar Ríos Castro

David González Herrera

Hernán Alonso Rosero Bernal

Oscar Mauricio Velásquez Bobadilla

María Esperanza Amórtegui Montañez

COLABORACIÓN EMPRESAS

Este documento se realizó con la participación de los siguientes representantes de las empresas especializadas en la producción de geosintéticos:

Diego Peralta Corredor - GEOMATRIX

Fernando Cortés Rivera - ORMIGA

Juan Pablo Zapata - SYNTEX

Julio Rodríguez - SYNTEX

Leonardo Gómez Sandoval - PAVCO

Mónica F. Bedoya - ORMIGA

Omar Leonardo Torres Parada - GEOMATRIX

Roberto José Rodrigo Bravo - MACCAFERRI

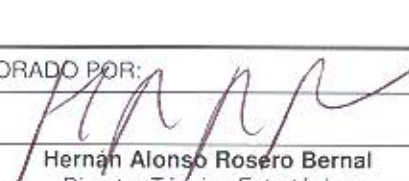
William Rodríguez Vivar - ORMIGA



CÓDIGO: GU-GE-007	GUIA: PARA EL BUEN USO DE LOS GEOSINTETICOS	VERSIÓN 1.0	 ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Insut.to Desarrollo Urbano
PROCESO ESTRATÉGICO	ACTO ADMINISTRATIVO: 4218		

Hoja de Control de Versiones

Versión	Número y Fecha Acto Administrativo	Descripción Modificación	No. de Folios Versión
1.0	4218 10 OCT 2011	Creación del documento "Guía para el buen uso de los geosintéticos"	121

ELABORADO POR:	VALIDADO Y APROBADO POR:
 Hernán Alonso Rosero Bernal Director Técnico Estratégico	 Gabriel Amado Pardo Subdirector General de Desarrollo Urbano


BOGOTÁ POSITIVA
GOBIERNO DE LA CIUDAD

TABLA DE CONTENIDO

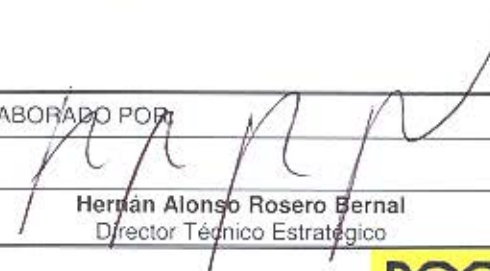
CAPITULO I BREVE RESEÑA HISTORICA DE LOS GEOSINTÉTICOS

CAPITULO II GENERALIDADES DE LOS GEOSINTÉTICOS

2.1	TIPOS DE MATERIALES GEOSINTÉTICOS	13
2.2	POLÍMEROS USADOS EN LA ELABORACIÓN DE GEOSINTÉTICOS	16
2.3	APLICACIONES DE LOS MATERIALES GEOSINTÉTICOS.....	16
3.1	CLASIFICACIÓN.....	19
3.1.1	SEGÚN SU MÉTODO DE FABRICACIÓN	19
3.1.2	SEGÚN SU COMPOSICIÓN.....	22
3.2	FUNCIONES Y CAMPOS DE APLICACIÓN	22
3.2.2.1	Separación.....	24
3.2.2.2	Refuerzo en Muros	25
3.2.2.3	Refuerzo en Subrasante	26
3.2.2.4	Filtración y drenaje.....	28
3.2.2.5	Repavimentación	28
3.2.2.6	Protección	29
3.3	INSTALACIÓN Y MANTENIMIENTO.....	30
3.4	ALMACENAMIENTO	39

CÓDIGO:	GUIA:	VERSIÓN	 ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Desarrollo Urbano
GU-GE-007	PARA EL BUEN USO DE LOS GEOSINTETICOS	1.0	
PROCESO		ACTO ADMINISTRATIVO:	
ESTRATÉGICO		4218	

4.1	USOS DE LAS GEOMEMBRANAS	43
4.2	INSTALACIÓN Y ALMACENAMIENTO	44
5.1	CONCEPTO.....	53
5.2	TIPOS DE GEOMALLAS.....	54
5.3	INSTALACIÓN	55
5.4	ETAPAS CONSTRUCTIVAS.....	57
6.1	CLASIFICACIÓN.....	63
6.2	APLICACIONES.....	66
6.3	INSTALACIÓN Y ALMACENAMIENTO.....	69
6.4	ALMACENAMIENTO	72
7.1	CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA.....	75
7.2	USOS DEL GEOCOMPUESTO DRENANTE.....	75
7.3	INSTALACIÓN Y ALMACENAMIENTO	80
8.1	CLASIFICACIÓN.....	84

ELABORADO POR: 	VALIDADO Y APROBADO POR: 
Hernán Alonso Rosero Bernal Director Técnico Estratégico	Gabriel Amado Pardo Subdirector General de Desarrollo Urbano

BOG + **BOGOTÁ**
POSITIVA
GOBIERNO DE LA CIUDAD

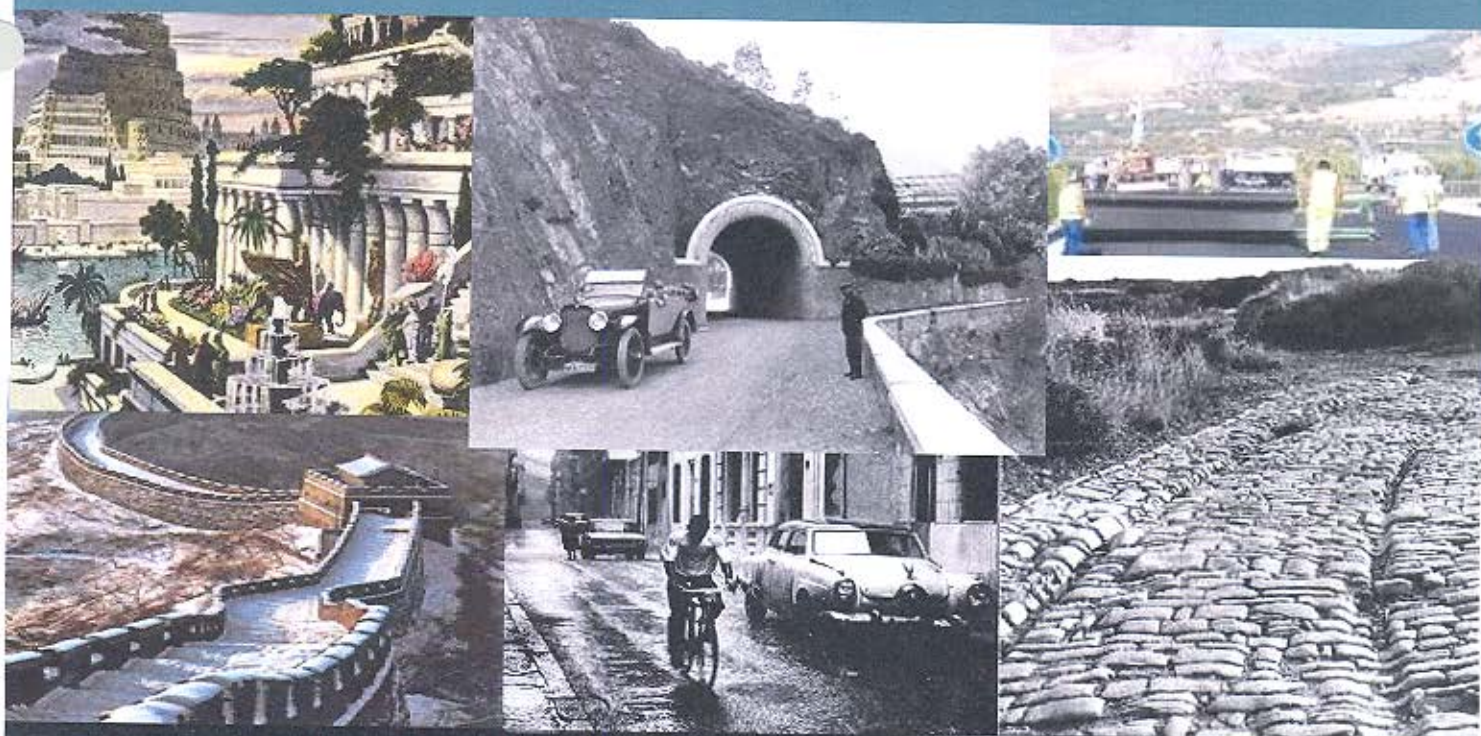


ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.

Instituto

Desarrollo Urbano

8.2 APLICACIONES	87
8.3 INSTALACIÓN Y MANTENIMIENTO	90
8.4 ALMACENAMIENTO	94
9.1 MECANISMOS DE TRABAJO	98
9.2 APLICACIONES VIALES	98
9.3 PROCESO DE INSTALACIÓN PARA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES Ó REFUERZO DE GRANULARES EN VÍAS	100
9.4 ALMACENAMIENTO	101
10.1 PRESENTACIÓN	104
10.2 VENTAJAS	105
10.3 APLICACIONES	105
10.4 INSTALACIÓN	108
10.5 DISMINUCIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL	109
10.6 ALMACENAMIENTO	110



CAPITULO 1 Breve Reseña Histórica de los Geosintéticos

"LOS PRIMEROS GEOSINTETICOS SE FABRICARON CON FIBRAS NATURALES, TEJIDOS Y MEZCLADOS CON TIERRA VEGETAL, MEJORANDO LA CALIDAD DE LAS CARRETERAS, SOBRE TODO AQUELLAS QUE ERAN CONSTRUIDAS SOBRE SUELOS INESTABLES"

INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO - IDU
BOGOTÁ, JUNIO DE 2010

CAPITULO 1:

BREVE RESEÑA HISTÓRICA DE LOS GEOSINTÉTICOS

A lo largo de la historia, ha sido de interés para la humanidad aumentar la capacidad soporte de los suelos blandos. Uno de los métodos para lograr esto, consiste en confinar lateralmente el material y suministrarle resistencia a tracción. Antiguamente, se lograba a través de la utilización de ramas trenzadas o colocando troncos en forma perpendicular.

Desde hace más de 3.000 años, los babilonios aplicaron este concepto de suelo reforzado para mejorar sus características mecánicas, en la construcción de las paredes base de sus torres gigantescas; insertando materiales fibrosos como ramas de palmera entrelazadas. Los romanos aplicaron la técnica de la estabilización de suelos para la construcción de carreteras en su Antiguo Imperio; utilizando insumos como: estibas de junco, bambú, troncos de árboles, paja, etc. Los Chinos, para la construcción de la Gran Muralla China, año 2.000 a.c., utilizaron bloques de arcilla y grava reforzadas con fibras naturales.



Figura 1 – Caminos del antiguo Imperio Romano
Fuente: Cortesía Comité Técnico de Geosintéticos.

CÓDIGO: GU-GE-007	GUIA: PARA EL BUEN USO DE LOS GEOSINTETICOS	VERSIÓN 1.0	 ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Desarrollo Urbano
PROCESO ESTRATÉGICO	ACTO ADMINISTRATIVO: 4218		

En el año 1.800, la Armada Británica introdujo otra forma de refuerzo de suelos, demostrando con pruebas empíricas que se podía reducir la presión lateral en un muro de contención si éste era reforzado con capas horizontales de madera o lona.

En el siglo XX, el Departamento de Carreteras de Carolina del Sur - EE.UU, utilizó mantas de algodón como elementos de refuerzo de pavimentos.

A comienzos de los años 50, el uso de los geosintéticos comenzó con el desarrollo de geotextiles tejidos.

En la década de los 60, el Ingeniero francés Henri Vidal desarrolló el sistema "Tierra Armada", el cuál consistió en reforzar el suelo con tiras de acero galvanizado.



Figura 2 – Colocación de Geosintéticos en la Construcción de Vías en EE.UU, década de los 50.

Fuente: Cortesía Comité Técnico de Geosintéticos.

A principios de la década de los 70, se construyeron las primeras estructuras de contención con geotextiles, y en el Japón aparecieron las primeras aplicaciones de geomallas en la estabilización de terraplenes.

En Brasil, los geosintéticos se han utilizado desde el año 1.971 con el desarrollo y fabricación de los geotextiles no-tejidos. Desde entonces, las aplicaciones de estos materiales en las obras han aumentado gradual y considerablemente.



En los últimos años, se han destacado los sistemas que combinan diferentes materiales con el fin de aumentar la estabilidad interna y externa de las estructuras.



Figura 3 – Uso de Geosintéticos en el siglo XXI
Fuente: Cortesía Comité Técnico de Geosintéticos.

En la actualidad, los geosintéticos proveen características que garantizan un comportamiento uniforme y gran durabilidad, lo que los convierte en materiales ideales para distintas aplicaciones en obras Ingenieriles.



CAPITULO 2 Generalidades de los Geosintéticos

"GEOSINTÉTICO ES LA DENOMINACIÓN GENÉRICA QUE SE DA A LOS PRODUCTOS POLIMÉRICOS, SINTÉTICOS O NATURALES, INDUSTRIALIZADOS, CUYAS PROPIEDADES CONTRIBUYEN A LA MEJORA DE OBRAS GEOTÉCNICAS, DESEMPEÑANDO UNA O MÁS DE LAS SIGUIENTES FUNCIONES: REFUERZO, FILTRACIÓN, DRENAJE, PROTECCIÓN, SEPARACIÓN, IMPERMEABILIZACIÓN Y CONTROL DE EROSIÓN SUPERFICIAL."

INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO - IDU
BOGOTÁ, JUNIO DE 2010

CAPITULO 2: GENERALIDADES DE LOS GEOSINTÉTICOS

Geosintéticos es la denominación genérica que se da a los productos poliméricos, sintéticos o naturales, industrializados, cuyas propiedades contribuyen a la mejora de obras geotécnicas, desempeñando una o más de las siguientes funciones: refuerzo, filtración, drenaje, protección, separación, impermeabilización y control de erosión superficial.

Los Geosintéticos son materiales elaborados a base de polímeros (plásticos), que generalmente son biológicamente inertes, sin embargo pueden ser afectadas por ambientes químicamente agresivos y susceptibles a los rayos UV.

Aunque existen de manera natural, sustancias poliméricas, como la seda y la celulosa, la diferencia con los Geosintéticos, es que estos últimos son fabricados por el hombre, a partir de productos obtenidos de la refinación del petróleo.

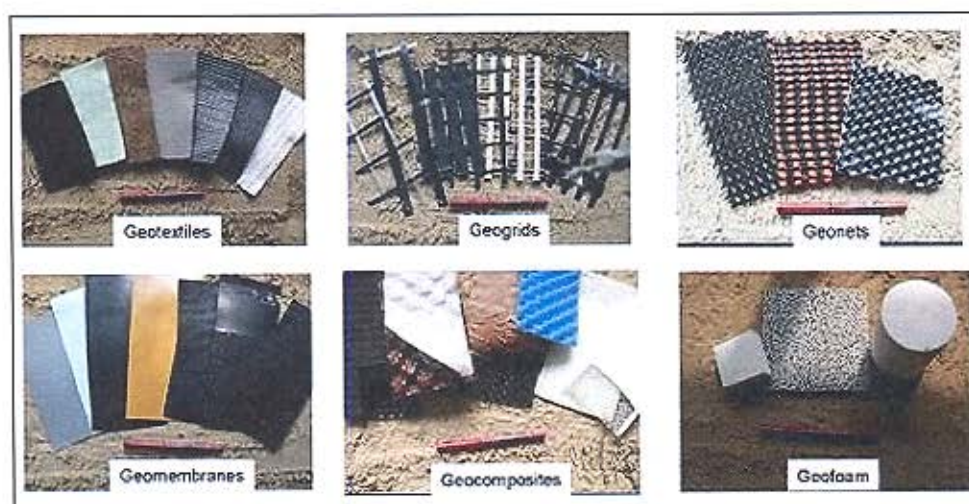


Figura 4 – Collage de productos geosintéticos
Fuente: Cortesía Comité Técnico de Geosintéticos.

CÓDIGO:	GUIA:	VERSIÓN	 ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Desarrollo Urbano
GU-GE-007	PARA EL BUEN USO DE LOS GEOSINTETICOS	1.0	
PROCESO	ACTO ADMINISTRATIVO:		
ESTRATÉGICO	4218		

En la actualidad la aplicación de los geosintéticos se relaciona con la actividad de la construcción, siendo parte integral de sistemas y estructuras que utilizan materiales de construcción tradicionales, como suelos, roca, agregados, asfaltos, concreto, etc.

Dentro de sus funciones principales están las de complementar, conservar o bien mejorar el desempeño de las estructuras e inclusive aumentar la vida útil, sustituir por completo algunos materiales y procesos que hacen parte de la construcción convencional.

2.1 Tipos de Materiales Geosintéticos

Los materiales más utilizados son los geotextiles, geomallas, geomembranas, georedes, geocompuestos, mantos para controlar la erosión, formaletas textiles, entre otros.

2.1.1 Geotextiles

Son materiales textiles, planos y de composición polimérica, flexibles y permeables, que se fabrican con fibras sintéticas, capaces de retener partículas de suelos mayores que el tamaño de sus poros. Los geotextiles pueden ser del tipo no tejido y tejido.

2.1.1.1 Geotextil no tejido:

El geotextil no-tejido es un textil en forma de lámina plana, elaborado con fibras, filamentos u otros elementos orientados aleatoriamente, unidos o ligados por procesos químicos, térmicos o mecánicos y también por combinación de estos procesos. Pueden ser de fibra cortada o de filamento continuo.



215

Dependiendo de la técnica empleada en la unión de sus filamentos, pueden ser:

- Ligados mecánicamente (punzonados por agujas): La unión es mecánica, y en ella un gran número de agujas provistas de espigas atraviesan la estructura en un movimiento alterno rápido.
- Ligados térmicamente: La unión entre los filamentos se consigue por calandrado (acción conjugada de calor y presión).
- Ligados químicamente: La unión entre sus filamentos se consigue mediante una resina.

2.1.1.2 Geotextil tejido

Geotextil fabricado entrelazando, generalmente en ángulo recto, dos o más conjuntos de hilos, fibras, filamentos, cintas u otros elementos. Dentro de esta clase está el geotextil denominado tricotado.

2.1.2 Geomalla

Son materiales geosintéticos que tienen la estructura de malla abierta. La principal aplicación de la geomalla es en el refuerzo de suelos. La geomalla puede ser del tipo unidireccional, bidireccional o multidireccional.

La geomalla es una armadura flexible o rígida, de alto desempeño estructural, generalmente elaborada con polietileno, conformada por elementos conectados ortogonalmente con aberturas de tamaño suficiente permitiendo una trabazón eficiente con el suelo.

La geomalla flexible esta compuesta por filamentos principalmente de poliéster de alto módulo, revestidas por un polímero bituminoso; mientras que la geomalla rígida

CÓDIGO: GU-GE-007	GUIA: PARA EL BUEN USO DE LOS GEOSINTETICOS	VERSIÓN 1.0	 ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Desarrollo Urbano
PROCESO ESTRATÉGICO	ACTO ADMINISTRATIVO: 4218		

es extruida y fabricada a partir de fibras de polietileno (unidireccionales) o polipropileno (bidireccionales y multidireccionales).

2.1.3 Productos enrollables para control de erosión

Son materiales diseñados para reducir la erosión del suelo, ayudar en el crecimiento, asentamiento y protección de la vegetación. Los productos enrollados para control de erosión podrán tener el carácter de temporales o permanentes.

2.1.4 Geocompuestos

La posibilidad de combinar las características principales de geosintéticos diferentes, da lugar a los llamados "geocompuestos". Hay un gran número de posibilidades para ensamblar diferentes materiales, solo limitadas por el propio ingenio o imaginación.

Los geocompuestos más comunes son para drenaje, y están formados por un filtro de geotextiles que rodea ya sea una geomalla (manta para desaguar), un tubo grueso perforado (desagüe de bordo o de panel), o cajita con conos tipo caja de huevos. Las principales aplicaciones de los geocompuestos se dan en sistemas de subdrenaje para caminos, carreteras y estructuras de retención. Algunos ejemplos son geotextil-geored y geotextil-geomalla.

2.1.5 Geobloques

La aplicación del geobloque se basa en equilibrar las cargas del terraplén, reemplazando el material de relleno más pesado por bloques de poliestireno expandido procurando que únicamente el peso de la estructura de pavimento actúe sobre el terreno blando.



2.2 Polímeros usados en la Elaboración de Geosintéticos

Los polímeros más utilizados en los productos geosintéticos son principalmente:

- * Poliéster (PET)
- * Polietileno de alta densidad (HDPE o PED)
- * Polipropileno (PP)

2.3 Aplicaciones de los Materiales Geosintéticos

Entre las funciones primarias de los geosintéticos se encuentran: separación, filtración, drenaje, refuerzo, control de erosión, contención de flujo/gas. En algunos casos los geosintéticos pueden cumplir más de una función simultánea.

2.3.1 Separación

Es la colocación de un material geosintético entre materiales distintos para evitar que se mezclen, garantizando integridad y un buen funcionamiento de ambos materiales.

2.3.2 Filtración

Consiste en permitir el flujo de líquido de manera adecuada sin pérdida de suelo a través del plano del geosintético durante toda su vida de servicio. Los geosintéticos actúan en forma similar a un filtro de arena permitiendo el movimiento de agua a través del suelo y reteniendo las partículas de suelo transportadas por el flujo.

2.3.3 Drenaje

El geosintético actúa como dren para conducir el flujo a través de suelos menos permeables.

CÓDIGO:	GUIA:	VERSIÓN	 ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Desarrollo Urbano
GU-GE-007	PARA EL BUEN USO DE LOS GEOSINTETICOS	1.0	
PROCESO		ACTO ADMINISTRATIVO:	
ESTRATÉGICO		4218	

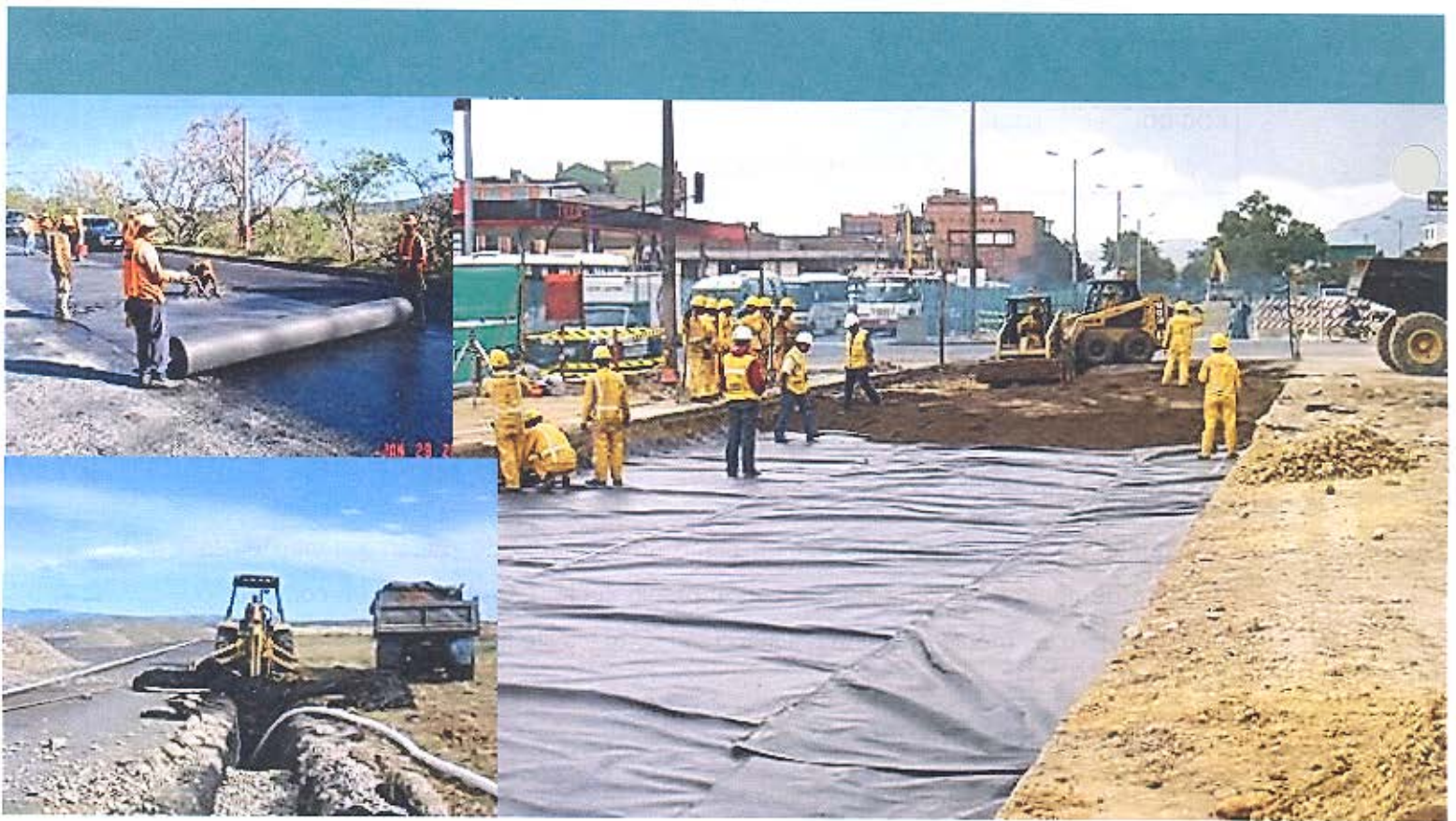
2.3.4 Refuerzo

Algunos de los geosintéticos actúan como un elemento de refuerzo dentro de la masa de suelo o en combinación con el propio suelo, para producir un compuesto que mejore las propiedades de resistencia al corte y evite las deformaciones.

2.3.5 Control de Erosión

Los geosintéticos actúan para reducir la erosión del suelo causado por el impacto de lluvias y escorrentía de aguas de superficie.





CAPITULO 3 Geotextiles

"LOS GEOTEXTILES FORMAN UNO DE LOS MAYORES GRUPOS DE MATERIALES GEOSINTÉTICOS, SUS USOS SON DIVERSOS EN OBRAS DE INGENIERIA PRINCIPALMENTE RELACIONADOS CON SEPARACIÓN, REFUERZO, FILTRACIÓN Y DRENAJE DE SUELOS "

CÓDIGO: GU-GE-007	GUIA: PARA EL BUEN USO DE LOS GEOSINTETICOS	VERSIÓN 1.0	 ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Desarrollo Urbano
PROCESO ESTRATÉGICO		ACTO ADMINISTRATIVO: 4218	

CAPITULO 3: GEOTEXTILES

(Referencia 15)

Dentro del grupo de los geosintéticos tenemos los geotextiles que se definen según ASTM D4439 como: "un material textil plano, permeable polimérico (sintético o natural) que puede ser no tejido, tejido o tricotado y que se utiliza en contacto con el suelo (tierra, piedras, etc.) u otros materiales en ingeniería civil para aplicaciones geotécnicas".

3.1 Clasificación

Debido a la amplia gama de geotextiles disponibles con propiedades ampliamente diferentes; generalmente se clasifican de acuerdo al proceso de fabricación y/o su composición.

El polímero usado en la fabricación de un geotextil puede ser del siguiente tipo:

- Polipropileno.
- Poliéster.
- Polietileno.
- Poliamida (nylon).

3.1.1 Según su Método de Fabricación

Según su método de fabricación los geotextiles se clasifican en geotextil tejido, geotextil tejido plano, geotextil tejido por inserción de trama, geotextil tejido canasta y geotextil no tejido.



3.1.1.1 Geotextil tejido

El geotextil tejido se compone de dos o más conjuntos de hilos, fibras, filamentos, cintas u otros elementos entrecruzados perpendicularmente entre sí, formando estructuras bidimensionales anisotrópicas donde se distinguen dos direcciones, la urdimbre y la trama.

Entre los geotextiles tejidos se especifican diferentes modalidades:

- **Geotextil tejido plano:**

Fabricado mediante el tejido de cintas por un procedimiento textil de una película cortada polimérica extruida. Es el tejido más simple y común, conocido también como “uno arriba y uno abajo”.

- **Geotextil tejido por inserción de trama:**

En este tejido los elementos de la urdimbre se colocan en una primera capa, en tanto que los de la trama se colocan en una segunda capa. A continuación se inserta un tercer elemento que hace nudos o amarres en cada intersección generando así la estructura de tejido.

- **Geotextil tejido canasta:**

Este tejido usa dos o más urdimbres y/o tramas de relleno como si fuera una sola cinta. Por ejemplo, un tejido canasta pueden ser dos por dos urdimbres y tramas o dos tramas y un urdimbre, actuando como unidades individuales.

Algunos geotextiles tejido canasta se presentan en las siguientes figuras:

CÓDIGO: GU-GE-007	GUIA: PARA EL BUEN USO DE LOS GEOSINTETICOS	VERSIÓN 1.0	 ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Desarrollo Urbano
PROCESO ESTRATÉGICO	ACTO ADMINISTRATIVO: 4218		



Figura 5 – Monofilamento Tejido

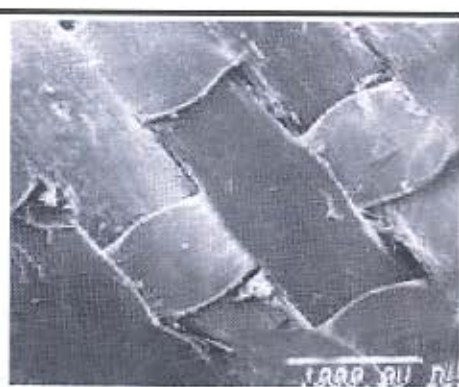


Figura 6 – Monofilamento Tejido
Calandrado

Fuente: Cortesía Comité Técnico de Geosintéticos.

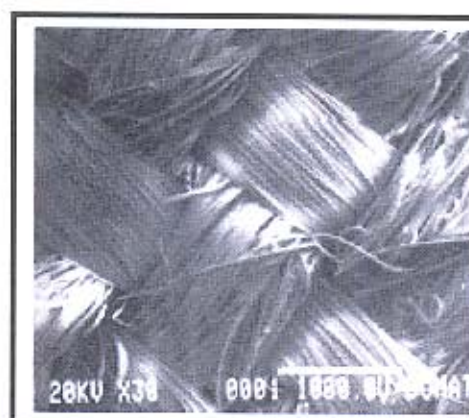


Figura 7 – Multifilamento Tejido

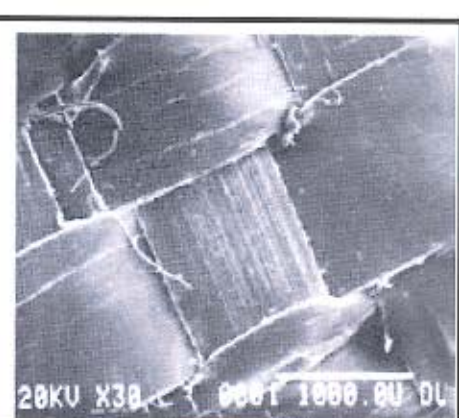


Figura 8 –Tejido Plano

Fuente: Cortesía Comité Técnico de Geosintéticos.

3.1.1.2 Geotextil no tejido

Está formado por fibras cortas o filamentos continuos superpuestos en forma laminar, consolidándose esta estructura por distintos sistemas de acuerdo con el sistema empleado para unir los filamentos o fibras. Los geotextiles no tejidos se clasifican a su vez en:

- Geotextil no tejido ligado mecánicamente o punzonado por agujas.
- Geotextil no tejido ligado térmicamente o termosoldado.
- Geotextil no tejido ligado químicamente o resinado.

Las figuras 9 representa un geotextil no tejido punzonado por agujas y la figura 10 representa un geotextil no tejido unido por calor:

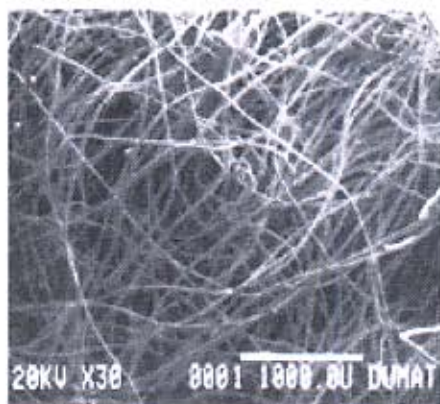


Figura 9 – Punzonado por agujas



Figura 10 – Unido por calor

Fuente: Cortesía Comité Técnico de Geosintéticos.

3.1.2 Según su Composición

Las fibras que más se emplean son las sintéticas, siendo por ello que siempre tendemos a asociar al geotextil con fibras o filamentos sintéticos. Sin embargo, al existir gran diversidad de aplicaciones también se fabrican con fibras naturales y artificiales.

3.2 Funciones y Campos de Aplicación

El uso de los geotextiles en los diferentes campos de aplicación se define mediante las funciones que va a desempeñar. En la mayoría de las aplicaciones el geotextil puede cumplir simultáneamente varias funciones, aunque siempre existirá una principal que determine la elección del tipo de geotextil a utilizar.

CÓDIGO: GU-GE-007	GUIA: PARA EL BUEN USO DE LOS GEOSINTETICOS	VERSIÓN 1.0	 ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Desarrollo Urbano
PROCESO ESTRATÉGICO	ACTO ADMINISTRATIVO: 4218		

A continuación se describen algunas propiedades y funciones de los geotextiles:

3.2.1 Propiedades Índice

Las principales propiedades de los geotextiles se clasifican en mecánicas e hidráulicas, y se describen a continuación:

- Resistencia al Estallido (Mullen Burst). Una vez sometido a esfuerzos, el suelo trata de empujar el geotextil por los vacíos de la capa granular. El geotextil que se coloca en la interfaz subrasante – capa granular debe cumplir una resistencia mínima para que no falle por estallido; dicha simulación en laboratorio se conoce como Resistencia al estallido Mullen Burst.
- Resistencia a la Tensión (GRAB). Cuando una partícula superior es forzada contra dos partículas inferiores que están en contacto con el geotextil se genera un esfuerzo de tracción en su plano el cual debe ser soportado por el mismo.
- Resistencia al Punzonamiento. Es la habilidad del geotextil para evitar que materiales como piedras angulares, ramas de árboles, desechos de construcción y otro tipo de objetos que se encuentren sobre el suelo en contacto con el geotextil, lo punzonen al aplicar cargas durante el proceso de instalación.
- Criterio de Retención. El criterio de retención por Tamaño de Abertura Aparente (TAA), permite determinar el tamaño de partículas de suelo que puede retener para evitar la migración de partículas hacia otras capas.



- Criterio de Permeabilidad. Mide la capacidad hidráulica que tiene un geotextil, para permitir un adecuado paso de flujo perpendicular a su plano.
- Criterio de Supervivencia. Durante el proceso de instalación, el geotextil estará sometido a condiciones críticas de esfuerzos y cargas. Para evitar que se afecten sus propiedades hidráulicas y mecánicas el geotextil debe cumplir con unos requerimientos mínimos (Ver Especificaciones Técnicas ET-vigentes del Instituto de Desarrollo Urbano).

3.2.2 Función de los geotextiles

A continuación se describen las distintas funciones de los geotextiles:

3.2.2.1 Separación

Esta función consiste en la separación de dos capas de suelo de diferentes propiedades geomecánicas evitando la mezcla de materiales. En el caso de las estructuras de pavimento, donde se coloca suelo granular (base y sub-base) sobre suelos finos (subrasante), se presentan dos procesos en forma simultánea:

- Migración de suelos finos dentro del suelo granular, disminuyendo su capacidad de drenaje.
- Intrusión del suelo granular dentro del suelo fino.

CÓDIGO:	GUIA:	VERSIÓN	 ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Desarrollo Urbano
GU-GE-007	PARA EL BUEN USO DE LOS GEOSINTETICOS	1.0	
PROCESO	ACTO ADMINISTRATIVO:		
ESTRATÉGICO	4218		

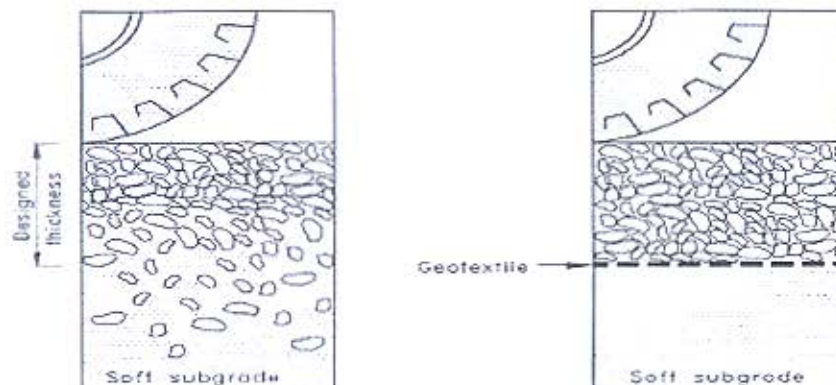


Figura 11 – Función de Separación
Fuente: Cortesía Comité Técnico de Geosintéticos.

El geotextil se traduce en una barrera para migración de partículas entre dos tipos de suelo, facilitando el libre paso del agua. Se requiere entonces un geotextil que retenga las partículas de suelo y evite el lavado de finos por acción del agua, y que cumpla con resistencias necesarias para mantener la continuidad sin que ocurra ninguna falla por tensión, punzonamiento o estallido, bajo concentraciones de esfuerzos locales causados por irregularidades en el suelo de fundación.

3.2.2.2 Refuerzo en Muros

Los muros en suelo reforzado son estructuras de contención flexibles, internamente estabilizadas por la inclusión de capas de geotextil tejido de refuerzo.

Estas estructuras reforzadas permiten conformar áreas planas y soportar empujes laterales.

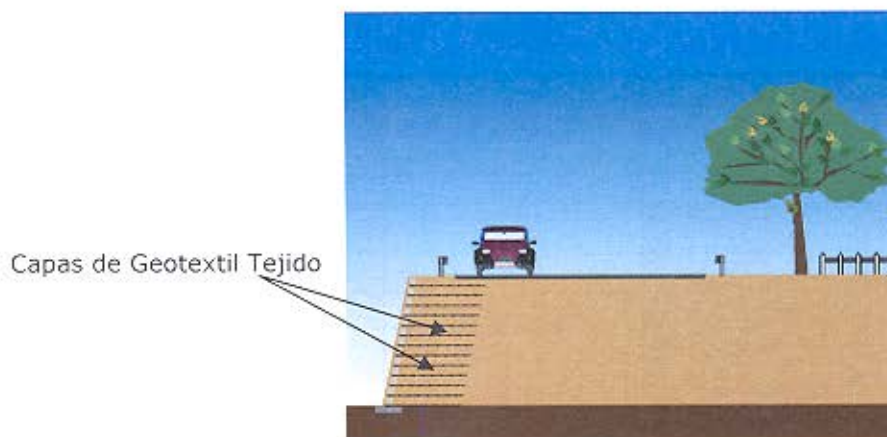


Figura 12 – Muro en suelo mecánicamente estabilizado con geosintético
Fuente: Cortesía Comité Técnico de Geosintéticos.

3.2.2.3 Refuerzo en Subrasante

Esta función consiste en el complemento, y por ende el mejoramiento de las propiedades mecánicas del suelo. Existen geotextiles tejidos con alto desempeño mecánico que ofrecen alta resistencia a la tensión y son un buen complemento de aquellos materiales con alta resistencia a la compresión pero con falencias a la tensión, como ocurre generalmente en los suelos finos y granulares.

El refuerzo con geotextil permite además soportar mayores aplicaciones de carga en el suelo y mejorar su capacidad portante mediante otro mecanismo diferente, que se aplica cuando el refuerzo se ha deformado lo suficiente para actuar como una membrana a tensión.

El principal mecanismo de trabajo del geotextil en vías es de refuerzo, como se describe a continuación:

CÓDIGO:	GUÍA:	VERSIÓN	 ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Desarrollo Urbano
GU-GE-007	PARA EL BUEN USO DE LOS GEOSINTETICOS	1.0	
PROCESO	ACTO ADMINISTRATIVO:		
ESTRATÉGICO	4218		

- Interacción suelo geotextil: Es la habilidad del geotextil para trabajar en conjunto con el material granular por fricción, reduciendo en cierta magnitud los desplazamientos laterales en el plano. Ver figura 12.

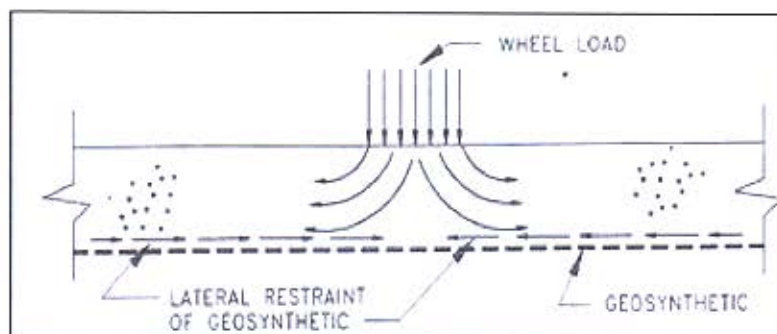


Figura 13 – Restricción Lateral de movimiento de agregados
Fuente: Cortesía Comité Técnico de Geosintéticos

- Mejoramiento de la capacidad de soporte: Es la capacidad que tiene el geosintético para cambiar la forma de falla de la subrasante, la cual pasa de ser una falla localizada generalmente evidenciada como un ahuecamiento profundo, a una falla por capacidad portante general. El resultado es un mejoramiento en la capacidad portante efectiva de la subrasante.

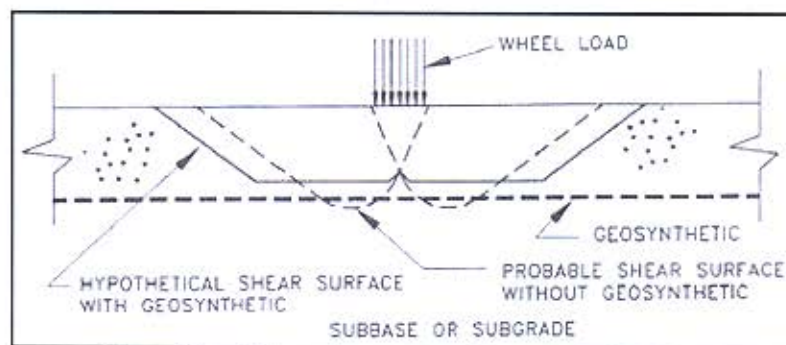


Figura 14 – Mejoramiento de la Capacidad Portante
Fuente: Cortesía Comité Técnico de Geosintéticos

- **Membrana tensionada:** Es la capacidad que tiene el geotextil para deformarse y con base en su resistencia a la tensión, mejorar la capacidad de soporte del suelo.

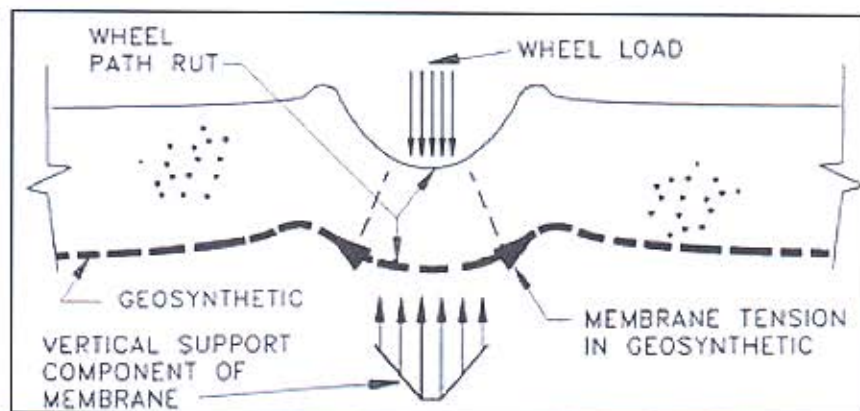


Figura 15 – Mecanismo de Membrana Tensionada
 Fuente: Cortesía Comité Técnico de Geosintéticos

3.2.2.4 Filtración y drenaje

Esta función impide el paso a través del geotextil de determinadas partículas del terreno (según sea el tamaño de dichas partículas y el del poro del geotextil) permitiendo el libre paso de fluidos o gases. En la práctica se utiliza el geotextil como filtro en muchos sistemas de drenaje.

En los embalses con sistema de drenaje en la base, a fin de localizar posibles fugas, se utiliza como filtro en los tubos de drenaje a fin de evitar el taponamiento de los orificios de drenaje.

3.2.2.5 Repavimentación

Esta función se consigue mediante la impregnación del geotextil no tejido con asfalto u otro material impermeabilizante sintético. Las funciones básicas que cumple el geotextil impregnado con asfalto como intercapa son:

CÓDIGO: GU-GE-007	GUIA: PARA EL BUEN USO DE LOS GEOSINTETICOS	VERSIÓN 1.0	 ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Desarrollo Urbano
PROCESO ESTRATÉGICO		ACTO ADMINISTRATIVO: 4218	

- **Barrera Impermeabilizadora:** El geotextil de repavimentación al estar saturado con asfalto. Se convierte en una capa de muy baja permeabilidad, evitando el ingreso de agua de infiltración hacia las capas granulares de la estructura.
- **Membrana Amortiguadora de Esfuerzos:** Al instalar un geotextil para repavimentación entre las capas de concreto asfáltico nuevo y antiguo, retarda el agrietamiento por reflexión, suministrando una capa flexible de espesor suficiente que absorbe parte de los esfuerzos generados entre la capa de pavimento antiguo y la capa de pavimento nuevo, el cual genera movimientos leves dentro de la intercapa del geotextil, sin tensionar la capa de repavimentación en concreto asfáltico.

El geotextil debe tener la resistencia y rigidez necesaria para la colocación del mismo, así como la capacidad de deformación suficiente para compensar las tensiones térmicas (Ver Especificaciones Técnicas ET-vigentes del Instituto de Desarrollo Urbano).

3.2.2.6 Protección

En la actualidad la impermeabilización empleada en las obras de infraestructura se realiza utilizando geomembranas sintéticas, cada día es más frecuente, ya que este sistema trae consigo ventajas económicas, técnicas y ambientales. Las ventajas ambientales se constituye en un tema de vital importancia debido a la normativa que en los últimos años se ha creado para regular el uso y manejo de los recursos naturales.

El geotextil protege la geomembrana de posibles perforaciones o roturas al formar una barrera anti-punzonante, y funciona como elemento drenante bajo la geomembrana, de gases y líquidos emergentes del subsuelo, los cuales



podrían afectar la elongación inicial de la geomembrana deteriorando su correcto funcionamiento.

En la tabla No 1, se resumen las funciones y aplicaciones de los geotextiles:

Función/Aplicación	Geotextil Tejido	Geotextil No Tejido	Descripción/Usos Frecuentes
Separación	SI	SI	Impedir contaminación de las capas granulares en estructuras de pavimento, por efecto de cargas dinámicas y arrastre del agua en vías pavimentadas y no pavimentadas
Refuerzo estructuras en suelo mecánicamente estabilizado	SI	NO	Muros y taludes en suelo mecánicamente estabilizado.
Refuerzo en subrasante	SI	NO	Refuerzo de subrasantes en vías pavimentadas y no pavimentadas.
Estabilización de subrasante	SI	SI	Estabilización de subrasantes en vías pavimentadas y no pavimentadas.
Función/Aplicación	Geotextil Tejido	Geotextil No Tejido	Descripción/Usos Frecuentes
Filtración/Drenaje	NO*	SI	Filtros tipo francés, chimenea drenante, colchón drenante, forro tuberías para lloraderos, protección base gaviones, elemento anti-socavación, geocompuestos de drenaje, etc.
Protección geomembranas	NO	SI	Protección contra el punzonamiento y evacuación de líquidos y gases en sistemas de impermeabilización
Repavimentación	NO	SI	Retardar el reflejo de fisuras por reflexión en la capa de rodadura al actuar como una interfase de separación entre la capa de rodadura nueva y la capa antigua fisurada.

* Algunos Geotextiles Tejidos pueden utilizarse para la aplicación de filtración.

Tabla No.1 – Funciones y Aplicaciones de los geotextiles

Fuente: Cortesía Comité Técnico de Geosintéticos

3.3 Instalación y Mantenimiento

3.3.1 Instalación en vías - separación refuerzo

CÓDIGO:	GUIA:	VERSIÓN	 ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Desarrollo Urbano
GU-GE-007	PARA EL BUEN USO DE LOS GEOSINTETICOS	1.0	
PROCESO	ACTO ADMINISTRATIVO:		
ESTRATÉGICO	4218		

Para que el geotextil funcione correctamente en las estructuras de pavimento se requiere un adecuado proceso de instalación. Si el geotextil es punzonado o rasgado durante la construcción, extendido quedando numerosas arrugas y/o cubierto con poca cantidad de material, presentará deficiencias en su funcionamiento.

A continuación se presentan algunas recomendaciones importantes para el proceso de instalación del geotextil [Referencia 4].

- El sitio de instalación debe prepararse antes de extender el geotextil. La superficie de suelo de subrasante se debe limpiar (levantar la maleza, troncos, arbustos, bloques de roca y otros objetos tirados sobre la superficie), excavar o rellenar hasta la rasante de diseño.



Figura 16 – Preparación Subrasante

Fuente: Cortesía Comité Técnico de Geosintéticos

- El geotextil se deberá extender en la dirección de avance de la construcción, directamente sobre la superficie preparada, sin arrugas o dobleces, figura 17. Si es necesario poner rollos adyacentes de geotextil, éstos se deberán traslapar o unir mediante la realización de costura con máquinas diseñadas para esta función.

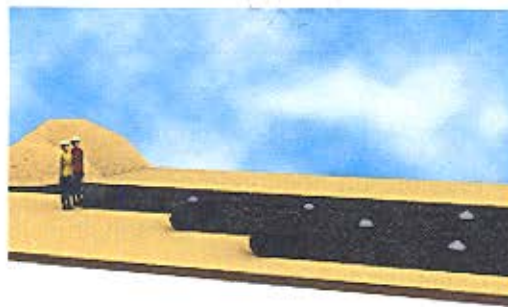


Figura 17 – Extendido del geotextil
 Fuente: Cortesía Comité Técnico de Geosintéticos

- El mínimo traslazo deberá ser de treinta centímetros (30 cm) y estará en función del CBR de la subrasante y el tráfico de la vía. Ver figura 18.

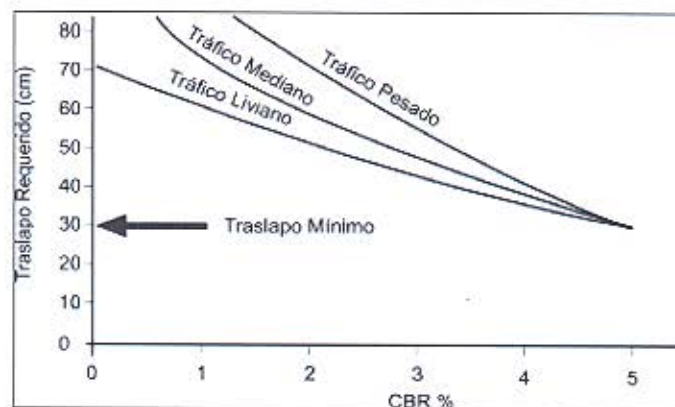


Figura 18 – Traslazo Requerido
 Fuente: Cortesía Comité Técnico de Geosintéticos

- Para la realización de las costuras se deben utilizar máquinas especialmente diseñadas para esa función. Las costuras se pueden hacer con hilo en Kevlar, aramida, polietileno, poliéster o polipropileno, pero en ningún caso se pueden emplear hilo de fibra natural o un hilo que tenga una tenacidad mayor que la de la cinta o fibra del geotextil. No se permitirán costuras elaboradas con alambres. La densidad de la puntada deberá estar mínimo entre 150 y 200 puntadas por metro lineal y debe cumplir el 90% de la resistencia evaluada por el método Grab.

CÓDIGO:	GUIA:	VERSIÓN	 ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Desarrollo Urbano
GU-GE-007	PARA EL BUEN USO DE LOS GEOSINTETICOS	1.0	
PROCESO	ACTO ADMINISTRATIVO:		
ESTRATÉGICO	4218		

Tipos de costuras: Entre los tipos de costura tenemos la costura simple (Ver figura 19), la costura en jota (Ver figura 20) y la costura en mariposa (Ver figura 21):



Figura 19 – Costura Simple

Fuente: Cortesía Comité Técnico de Geosintéticos



Figura 20 – Costura en Jota

Fuente: Cortesía Comité Técnico de Geosintéticos



Figura 21 – Costura en Mariposa

Fuente: Cortesía Comité Técnico de Geosintéticos

- Una vez desenrollado el geotextil sobre la superficie de la subrasante se debe cubrir lo más pronto posible con el material especificado en el diseño, evitando la degradación del geotextil por los rayos UV. No se debe permitir la exposición por un lapso mayor a 3 días.

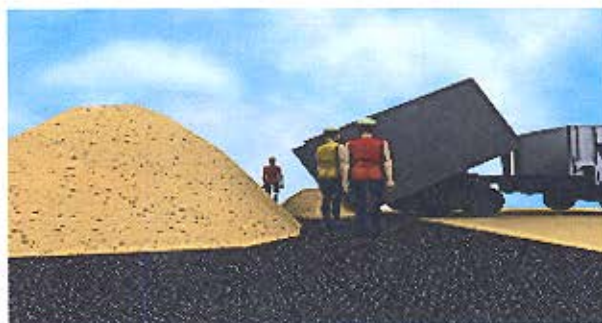


Figura 22 – Extendido Material Granular
Fuente: Cortesía Comité Técnico de Geosintéticos

- Se debe evitar el contacto directo de cualquier tipo de maquinaria sobre el geotextil. El espesor mínimo recomendado entre las llantas de los equipos y la superficie del geotextil (Sin embargo, en condiciones de subrasantes muy blandas se recomienda mayores espesores que garanticen la estabilidad de la plataforma), es de 15 cm.
- Posterior a poner el material granular se extiende y se compacta según las especificaciones del diseño, antes de continuar con la instalación de las siguientes capas del material. Si se identifican zonas de suelos muy blandos o áreas muy inestables durante la preparación de la subrasante o después de la colocación del geotextil, éstas se deben rellenar con material seleccionado compactándolo hasta el nivel adecuado.

CÓDIGO: GU-GE-007	GUIA: PARA EL BUEN USO DE LOS GEOSINTETICOS	VERSIÓN 1.0	 ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Desarrollo Urbano
PROCESO ESTRATÉGICO	ACTO ADMINISTRATIVO: 4218		



Figura 23 – Compactación Material Granular
Fuente: Cortesía Comité Técnico de Geosintéticos

Si por cualquier motivo debe transitar maquinaria directamente sobre el geotextil, esta maquinaria debe ser de neumáticos, por ningún motivo de orugas. El tránsito debe realizarse a velocidades muy pequeñas (<10 km/hr) para no causar deterioros en la superficie del geotextil.

- Cuando se presentan zonas con grandes deformaciones durante el proceso de compactación, el geotextil absorbe los esfuerzos a tensión y comienza a reforzar estas zonas de grandes deformaciones.

3.3.2 Instalación en subdrenes: geotextil, y material granular (tipo francés)

La construcción del subdrén se realizará cuando la excavación haya sido terminada de acuerdo con las dimensiones, las pendientes, las cotas y las rasantes indicadas en los planos del proyecto.



Figura 24 – Excavación para Subdren
Fuente: Cortesía Comité Técnico de Geosintéticos

El fondo y las paredes de las zanjas deberán estar exentos de lodo y partículas finas suspendidas en el agua. En presencia de agua se debe completar la excavación de la zanja y bombear o eliminar el agua de la superficie de la zanja, una vez realizado este procedimiento se extiende el geotextil. Otra solución para la instalación del geotextil en presencia de agua es utilizar una cama drenante con arena gruesa o grava cuya función principal es garantizar un proceso de instalación en seco del geotextil.

El geotextil no tejido se deberá poner cubriendo totalmente la parte inferior y las paredes laterales de la excavación evitando las arrugas del geotextil, acomodándolo para asegurar un buen contacto con el fondo de la excavación y dejando por encima la cantidad de geotextil suficiente, para que una vez se acomode el material drenante, se cubra en su totalidad con un traslape de 0.30 m como mínimo o mediante la realización de costura industrial. En caso de que el ancho de la excavación sea menor a 0.30 m el traslape mínimo deberá ser igual al ancho de la excavación. Los tramos sucesivos del geotextil se traslaparán 0.45 m como mínimo y se deberá traslapar o coser el geotextil aguas arriba sobre el geotextil aguas abajo.

El geotextil se debe extender sobre la superficie de la zanja de manera que se eviten esfuerzos y tensiones elevadas cuando se inicie el relleno de la zanja con el material drenante, asegurando de esta forma la supervivencia y

CÓDIGO: GU-GE-007	GUIA: PARA EL BUEN USO DE LOS GEOSINTETICOS	VERSIÓN 1.0	 ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Desarrollo Urbano
PROCESO ESTRATÉGICO		ACTO ADMINISTRATIVO: 4218	

durabilidad del material filtrante. Si la zanja es demasiado profunda, el geotextil debe ser fijado con estacas a las paredes de la zanja.

El geotextil deberá cubrir totalmente el perímetro del subdrén o filtro, acomodándolo correctamente a la base de la trinchera y la parte inferior de las paredes laterales asegurando un contacto íntimo entre el geotextil y el material adyacente, dejando por encima una cantidad de tela necesaria para que una vez acomodada el material filtrante, se cubra la totalidad del subdrén, con un traslapo de 30 cm.

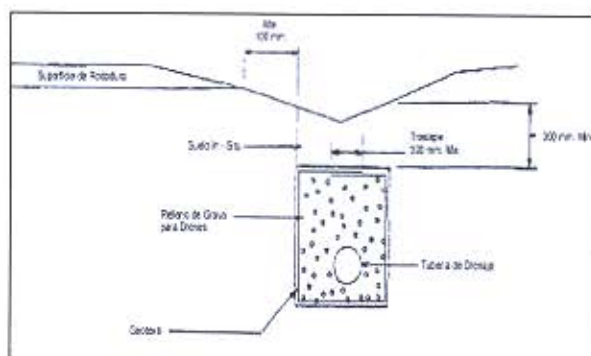


Figura 24 – Traslazo requerido ^{Fuente 4}
Fuente: Cortesía Comité Técnico de Geosintéticos

Se debe tener en cuenta a la hora de realizar los traslazos en el sentido longitudinal el sentido del flujo del agua.

El material drenante podrá provenir de la trituración de piedra o roca, o ser una mezcla de ambos y estará constituido por fragmentos duros y resistentes a la acción de los agentes de intemperismo. El material drenante por instalar deberá cumplir con las Especificaciones Técnicas ET-Vigentes del Instituto de Desarrollo Urbano.

Además deberá cumplir requisitos de resistencia a la abrasión, contenido de materia orgánica, entre otros especificados en la especificación de construcción correspondiente.

El material drenante, se pondrá dentro de la zanja en capas con el espesor estipulado y empleando un método que no dé lugar a daños en el geotextil o en las paredes de la excavación. La compactación del material drenante se deberá realizar por medio de equipos mecánicos apropiados, buscando el acomodamiento de las partículas.



Figura 25 – Compactación de Material Drenante
Fuente: Cortesía Comité Técnico de Geosintéticos

Para las condiciones normales de instalación, la altura máxima de caída del material no deberá exceder un (1) metro.

Cuando se manejen grandes caudales en donde la capacidad de los subdrenajes se vea limitada, se recomienda poner un tubo de drenaje perforado de PVC ó HDPE dentro del subdrén. Estas perforaciones deben ser realizadas en fábrica.

De ser necesario utilizar tuberías de drenaje, estas se ajustarán a las características, diámetros y mínima superficie de filtración establecidos en el proyecto según sea el caso.

CÓDIGO: GU-GE-007	GUIA: PARA EL BUEN USO DE LOS GEOSINTETICOS	VERSIÓN 1.0	 ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Desarrollo Urbano
PROCESO ESTRATÉGICO		ACTO ADMINISTRATIVO: 4218	



Figura 26 – Instalación de Tubería de Drenaje
Fuente: Cortesía Comité Técnico de Geosintéticos

La tubería de drenaje se instalará después de haber colocado entre 5 y 10 centímetros de material drenante en el fondo de la zanja.

Para el caso en donde los subdrenes están conectados a una caja de inspección, el geotextil debe penetrar en las paredes de forma que se evite el paso de partículas finas de suelo. Otra alternativa es la de amarrar el geotextil al tubo de entrada a la caja de inspección.

Completado el relleno del filtro con material drenante, éste se cubrirá totalmente con el geotextil haciendo los traslapos. Se recomienda cubrir el geotextil inmediatamente con un material que cumpla las características de subbase granular, colocado y compactado en capas sucesivas, hasta la altura requerida.

3.4 Almacenamiento

Los geotextiles se suministrarán, normalmente en rollos. Éstos llevarán un embalaje opaco para evitar el deterioro por la luz solar, e irán debidamente identificados y etiquetados, atendiendo las siguientes recomendaciones:

- Datos del fabricante y/o suministrador.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.

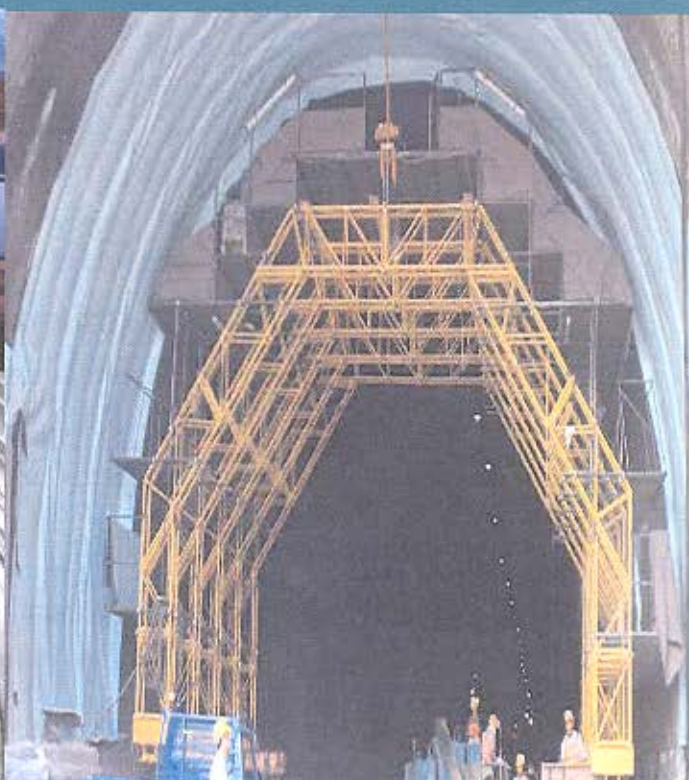
Instituto
Desarrollo Urbano

- Nombre del producto.
- Tipo y Referencia del producto.
- Identificación del rollo o unidad.
- Masa bruta nominal del rollo o unidad, en kilogramos (kg).
- Dimensiones del rollo o unidad desempaquetado
- Principal(es) tipo(s) de polímero(s) empleado(s).

En el transporte, carga y descarga se comprobará que no se produzcan daños mecánicos en las capas exteriores de los rollos (pinchazos, cortes, etc).

El almacenamiento en obra se realizará en lugares lisos, secos, limpios y libres de objetos cortantes y punzantes. No se almacenará ningún rollo o fracción que haya resultado dañado o no esté adecuadamente identificado, por resultar una fracción demasiado corta o haberse deteriorado el marcado original.





CAPITULO 4 Geomembranas

" LAS GEOMEMBRANAS SE DEFINEN COMO UN RECUBRIMIENTO O BARRERA DE MUY BAJA PERMEABILIDAD USADA CON CUALQUIER TIPO DE MATERIAL RELACIONADO Y APLICADO A LA INGENIERÍA GEOTÉCNICA PARA CONTROLAR LA MIGRACIÓN DE FLUIDO"

INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO - IDU
BOGOTÁ, JUNIO DE 2010

CAPITULO 4

GEOMEMBRANAS

De acuerdo con la norma ASTM D4439, una geomembrana se define como un recubrimiento, membrana o barrera de muy baja permeabilidad, usada con cualquier tipo de material relacionado aplicado a la ingeniería geotécnica para controlar la migración de fluidos en cualquier proyecto, estructura o sistema realizado por el hombre.

Esta lámina sintética fabricada a base de PVC, polietileno de alta densidad, caucho y otros compuestos, que se utilizan para revestir o envolver diversas sustancias que pueden contaminar el ambiente, tales como rellenos sanitarios, pozos de lixiviación o relaves mineros. Con ella se evita que dichas sustancias regresen al entorno a través de la lluvia y el viento.

Las geomembranas de polietileno de alta densidad (HPED), son producidas con resinas de alto peso molecular resultando geomembranas flexibles. Su composición fue formulada para obtener una alta resistencia a los agentes químicos, lixiviados y a la degradación por rayos ultravioleta.



Figura 27 – Detalle de la geomembrana HPDE
Fuente: Cortesía Comité Técnico de Geosintéticos

Su proceso de fabricación se da por extrusión en matriz balón atendiendo a todos los criterios para asegurar un producto de primera calidad.

CÓDIGO: GU-GE-007	GUIA: PARA EL BUEN USO DE LOS GEOSINTETICOS	VERSIÓN 1.0	 ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Desarrollo Urbano
PROCESO ESTRATÉGICO		ACTO ADMINISTRATIVO: 4218	

4.1 Usos de las Geomembranas

Su aplicación se da en diversas áreas del sector minero, piscifactoría, en vertido de residuos, uso agrícola y en la infraestructura vial.

En los depósitos de minas permite sellar evitando la evaporación de litio. Ver figura 28.

4.1.1 Minería

La geomembrana se utiliza como revestimiento del suelo en la ubicación de pilas de lixiviación, también como revestimiento en los canales que conducen el líquido lixiviado, como revestimiento en los tanques de almacenamiento de líquidos, y en el revestimiento de lagos y estanques de evaporación.



Figura 28 – Utilización de Geomembranas en el Sector Minero
Fuente: Cortesía Comité Técnico de Geosintéticos

4.1.2 Piscifactoría

Se utilizan en el sellado interno de estanques piscícolas, sin generar riesgos para el medio ambiente.

4.1.3 En vertido de residuos

El uso de geomembranas para cubrir los vertederos evita la exhalación de olores.

4.1.4 Agrícola

Se utiliza para recubrir los tanques de contención de los residuos de ganado. También puede instalarse como cubierta, para capturar el gas generado con fines energéticos.

4.1.5 Infraestructura Vial

Se usa para construir canales de irrigación y diques, además de su aplicación en el sellado de los túneles (Figura 29), estanques de almacenamiento y la impermeabilización de losas.



Figura 29 – Impermeabilización de Túneles
Fuente: Cortesía Comité Técnico de Geosintéticos

Se utilizan también para "encapsular" el estrato de arcillas expansivas, manteniendo sus condiciones naturales de humedad evitando la saturación de estas, con lo que se controla los cambios volumétricos del material.

4.2 Instalación y Almacenamiento

En este tópico abordaremos los servicios anteriores a la obra para una mejor planificación de las instalaciones, a fin de obtener un aprovechamiento máximo de

CÓDIGO: GU-GE-007	GUIA: PARA EL BUEN USO DE LOS GEOSINTETICOS	VERSIÓN 1.0	 ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instit.to Desarrollo Urbano
PROCESO ESTRATÉGICO	ACTO ADMINISTRATIVO: 4218		

los rollos de geomembranas, minimizar las interferencias y auxiliar al personal de campo a empezar los trabajos de forma racional y coherente:



Figura 30 – Instalación de Geomembranas
Fuente: Cortesía Comité Técnico de Geosintéticos

4.2.1 Preparación de la superficie de apoyo

La superficie de apoyo deberá estar limpia, seca, regularizada y libre de cualquier objeto que pueda dañar la geomembranas. Es responsabilidad del técnico-instalador examinar toda la superficie junto con el contratante y no comenzar la instalación de los paneles hasta que las condiciones mínimas aceptables sean cumplidas.

Nota: Las geomembranas instalada en el día debe ser soldada para evitar formación excesiva de arrugas. Los paneles no pueden presentar vacíos y deberán estar en contacto permanente con el suelo.

4.2.2 Traslapos

Los paneles deben ser traslapados diez (10) cms para efectuarse la soldadura. La colocación del panel superior no debe quedar contra el flujo del percolado. Ver figura 31.

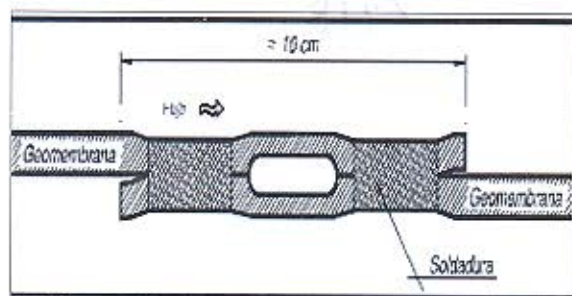


Figura 30 – Traslape de la Geomembrana
 Fuente: Cortesía Comité Técnico de Geosintéticos

4.2.3 Reparaciones

Arreglos con partes de geomembranas cortadas con criterio, para encerramiento de agujeros u hoyos mayores a 5,00 mm y en el encuentro de dos o más soldaduras.

Se recomienda seguir el siguiente procedimiento para realizar esta actividad:

- Desbastar todo el perímetro de la enmienda con el auxilio de una lija circular. Figura.31 y figura 32.



Figura 31 – Desbastar el perímetro de la Geomembrana
 Fuente: Cortesía Comité Técnico de Geosintéticos

- Fijar bien todo el perímetro con el soplador de aire caliente, para evitar la colocación sobre arrugas. Figura 32.

CÓDIGO: GU-GE-007	GUIA: PARA EL BUEN USO DE LOS GEOSINTETICOS	VERSIÓN 1.0	 ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Desarrollo Urbano
PROCESO ESTRATÉGICO	ACTO ADMINISTRATIVO: 4218		



Figura 32 – Soplador de Aire Caliente
Fuente: Cortesía Comité Técnico de Geosintéticos

- Lijar la superficie expuesta al proceso de extrusión. Figura 33.



Figura 33 – Superficie expuesta
Fuente: Cortesía Comité Técnico de Geosintéticos

- El proceso de extrusión se realiza sobre la superficie que se lijó, evitando ensuciar el área con polvo, agua y marcas de zapatos. Figura 34.



Figura 34 – Proceso de Extrusión
Fuente: Cortesía Comité Técnico de Geosintéticos

Nota: Para una perfecta extrusión es necesario mantener el formato de la misma constante. Este formato deberá ser el mismo de la matriz de la zapata de la extrusora.

En los casos de enmiendas en encuentros de soldadura, la extrusión deberá ser hecha también sobre la soldadura por cuña caliente. Figura 35.



Figura 35 – Enmienda con encuentro de Soldadura
Fuente: Cortesía Comité Técnico de Geosintéticos

Una vez terminado el proceso, se deberán realizar las siguientes anotaciones sobre el mismo:

- Número de la enmienda; (M 01)
- Número de la máquina; (Máq. 01/06)
- Velocidad de la extrusora; (V – 03)
- Temperatura de la extrusora; (T – 02)

4.2.4 Acabados en tuberías

Para realizar el acabado en tuberías, debemos aplicar el siguiente procedimiento:

- Con el auxilio de una tubería idéntica a la que será revestida, envolver toda la tubería con un trozo de geomembrana, y fijarlo con ayuda de un soplador.

CÓDIGO:	GUIA:	VERSIÓN	 ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Desarrollo Urbano
GU-GE-007	PARA EL BUEN USO DE LOS GEOSINTETICOS	1.0	
PROCESO	ACTO ADMINISTRATIVO:		
ESTRATÉGICO	4218		



Figura 36 – Agujero del mismo diámetro de la Tubería
Fuente: Cortesía Comité Técnico de Geosintéticos

- Fijar previamente con el auxilio del soplador de aire caliente. Figura 37.



Figura 37 – Fijar con el soplador de Aire Caliente
Fuente: Cortesía Comité Técnico de Geosintéticos

- Lijar la superficie que recibirá el proceso de extrusión.
- Para garantizar una perfecta fijación de la geomembrana con la tubería, el proceso de extrusión se debe realizar por las dos caras. Figura 38.



Figura 38 – Proceso de extrusión en ambas caras

Fuente: Cortesía Comité Técnico de Geosintéticos

- Cortar el excedente de geomembrana. En la figura 39 observamos el resultado de la extrusión.



Figura 39 – Proceso final de la extrusión

Fuente: Cortesía Comité Técnico de Geosintéticos

- Por último recubrimos la tubería y se realizan los acabados finales. Figura 40



Figura 40 – Recubrimiento total de la tubería

Fuente: Cortesía Comité Técnico de Geosintéticos

- Anterior a realizar el proceso de extrusión en las uniones, se coloca el hilo de cobre y se realiza el Spark Test. Figura 41.



Figura 41 – Spark Test

Fuente: Cortesía Comité Técnico de Geosintéticos

CÓDIGO: GU-GE-007	GUIA: PARA EL BUEN USO DE LOS GEOSINTETICOS	VERSIÓN 1.0	 ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Desarrollo Urbano
PROCESO ESTRATÉGICO		ACTO ADMINISTRATIVO: 4218	

- Realizar la extrusión en el panel de la geomembrana. Figura 42.



Figura 42 – Extrusión en el panel de la geomembrana
Fuente: Cortesía Comité Técnico de Geosintéticos



CAPITULO 5 Geomallas para Repavimentación

“SON GEOMALLAS DE TIPO BIAxIAL QUE SE CARACTERIZAN POR ESTAR HECHAS DE MATERIALES RESISTENTES A LAS ALTAS TEMPERATURAS Y POR ESTAR RECUBIERTAS CON MATERIALES AFINES CON EL ASFALTO”

INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO - IDU
BOGOTÁ, JUNIO DE 2010

CÓDIGO: GU-GE-007	GUIA: PARA EL BUEN USO DE LOS GEOSINTETICOS	VERSIÓN 1.0	 ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Desarrollo Urbano
PROCESO ESTRATÉGICO	ACTO ADMINISTRATIVO: 4218		

CAPITULO 5

GEOMALLAS PARA REPAVIMENTACION

La utilización de geomallas en Ingeniería Vial se ha incrementado en forma sostenida en los últimos años. Estos productos presentan una serie de ventajas que son la principal causa del aumento de empleo de los mismos en todo el mundo. Entre estas ventajas cabe destacar la alta capacidad de refuerzo, la facilidad de puesta en obra, economía en el producto, ahorros de tiempo de ejecución y el hecho de ser materiales de calidad verificable.

Dentro de este marco se encuentran las geomallas para el reforzamiento de capas asfálticas o geomallas para repavimentación. Estas geomallas son del tipo biaxial y se caracterizan por estar hechas de materiales resistentes a las altas temperaturas y por estar recubiertas con materiales afines con el asfalto, igualmente resistente a las altas temperaturas. Las geomallas para repavimentación se colocan entre capas de concreto asfáltico con el objeto de aportar refuerzo, mitigando el deterioro por reflejo de grietas provenientes de capas asfálticas existentes o de juntas de construcción de redes de servicios, juntas de ampliación de calzada o juntas entre losas de concreto.

5.1 Concepto

Las geomallas al adherirse por ambas caras al concreto asfáltico permiten el contacto directo de los materiales asfálticos involucrados a través de sus aberturas, quedando las capas estructuralmente ligadas. Por lo anterior son utilizadas como refuerzo de carpetas asfálticas teniendo en cuenta que:

- Absorben y distribuyen los esfuerzos de tensión que ocurren en el plano de la interfase.





ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.

Instituto
Desarrollo Urbano

- Aumenta la capacidad del concreto asfáltico de soportar cargas dinámicas y su comportamiento a la fatiga.
- Retardan la aparición de grietas asociadas al reflejo de discontinuidades en la superficie del pavimento existente (grietas o juntas) o de los provenientes del agrietamiento natural de las bases granulares estabilizadas.
- Extienden los intervalos entre mantenimientos periódicos.

Las geomallas de repavimentación se recomiendan para el refuerzo de capas asfálticas en:

- ❖ Pavimentos flexibles nuevos.
- ❖ Pavimentos flexibles que contemplen capa de base granular estabilizada con cemento hidráulico.
- ❖ Mantenimiento o rehabilitación de pavimentos flexibles existentes.
- ❖ Mantenimiento o rehabilitación de pavimentos rígidos (black topping).

Las soluciones con geomallas de repavimentación deben considerar que éstas queden confinadas por capas asfálticas y que la sobrecapa superior debe ser de mínimo 5 cm para pavimentos flexibles con pendiente longitudinal hasta el 4%, y 6 cm para pendientes entre el 4 y el 6 %, acogiendo el criterio de que el espesor de la sobrecapa debe ser por lo menos 3 veces el tamaño máximo del agregado de la mezcla asfáltica.

5.2 Tipos de Geomallas

Las geomallas que se utilizan frecuentemente son las siguientes:

- Poliéster de Alta Tenacidad - PET.
- Fibra de vidrio.



CÓDIGO: GU-GE-007	GUIA: PARA EL BUEN USO DE LOS GEOSINTETICOS	VERSIÓN 1.0	 ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instit. Desarrollo Urbano
PROCESO ESTRATÉGICO	ACTO ADMINISTRATIVO: 4218		

5.3 Instalación

5.3.1 Preparación de la Superficie

Esencialmente el procedimiento es el mismo que se sigue en trabajos de colocación de mezclas asfálticas, en el que se requiere limpiar la superficie y luego extender un riego asfáltico de liga, previo a la adecuación de la superficie por presencia de fisuras, grietas, deformaciones y/o desprendimientos de material. La superficie sobre la cual se extienda la geomalla, debe ser una superficie tersa y nivelada, que garantice el contacto uniforme en toda su área, pudiendo ello requerir de una eventual capa asfáltica de sello.

El riego de liga debe garantizar una adecuada adherencia de la geomalla a la capa inferior y a la nueva capa asfáltica, por lo cual pueden requerirse dos aplicaciones de riego. La cantidad de asfalto a utilizar se deberá dosificar de acuerdo con las condiciones del proyecto mediante un ensayo de resistencia al desprendimiento.

Para el riego de liga se recomienda utilizar emulsiones asfálticas de rompimiento rápido tipo 1, para lo cual se sugiere remitirse a la Sección 210 de las Especificaciones del IDU ET-2005 o una emulsión catiónica de rompimiento rápido tipo 1 modificada con polímeros de acuerdo a la Sección 212 de las Especificaciones del IDU ET-2005.

Previo a la aplicación del riego de liga, se debe considerar como mínimo el sellado de las fisuras de abertura mayor a 3mm en las zonas agrietadas y deterioradas, y la limpieza de la superficie, garantizando que quede libre de todo tipo de partículas sueltas de suelos elementos tales como agua, vegetación y escombros, que pudiesen entorpecer el contacto entre el ligante asfáltico y la superficie, y entre éste y la geomalla.



En el caso de superficies sometidas a fresado, el tratamiento mínimo posterior debe ser limpiar, reparar grietas y baches y aplicar una capa asfáltica de nivelación de por lo menos 3 cm de espesor compactado.

5.3.2 Determinación de la dosificación del riego de liga.

La cantidad de asfalto residual en el riego de liga deberá ser suficiente para satisfacer los requerimientos de adherencia de la geomalla a la capa de soporte, y de liga entre las dos capas involucradas lo cual debe determinarse mediante el *Ensayo De Desprendimiento*.

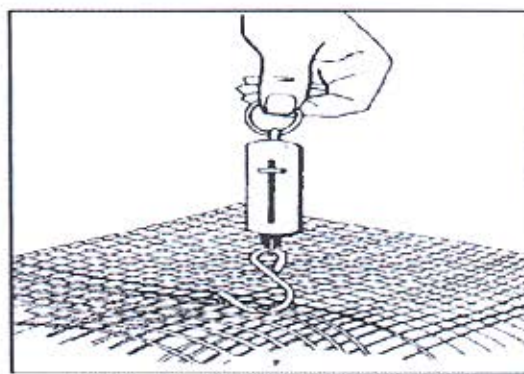


Figura 43 – Prueba de Adherencia
Fuente: Cortesía Comité Técnico de Geosintéticos

La cantidad de ligante asfáltico deberá ser suficiente para satisfacer los requerimientos de adherencia de la geomalla a la capa de soporte, esta será aquella que garantice el cumplimiento del ensayo de desprendimiento; se podrá utilizar geomallas con capacidad autoadhesiva que eventualmente permitirán la reducción o eliminación de esta capa de riego de liga pero que al igual deben garantizar el cumplimiento del ensayo de desprendimiento. Adicionalmente, con el objeto de garantizar la debida impregnación de la cara superior de la geomalla y su adherencia a la nueva capa de concreto asfáltico se deberá aplicar un segundo riego de liga.

CÓDIGO: GU-GE-007	GUIA: PARA EL BUEN USO DE LOS GEOSINTETICOS	VERSIÓN 1.0	 ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Desarrollo Urbano
PROCESO ESTRATÉGICO	ACTO ADMINISTRATIVO: 4218		

La cantidad de asfalto a adicionar en el primer riego de liga se determinará mediante pruebas de desprendimiento para lo cual se deberá contar con los siguientes elementos en obra, dinamómetro de mano de 10 kg de capacidad, balanza y recipientes para aforo de la emulsión, siguiendo el procedimiento que se detalla a continuación:

- Se cortará una pieza de un (1) m² de geomalla y se instalará sobre la superficie del pavimento a intervenir, previa colocación del riego de liga.
- La pieza de geomalla deberá someterse al paso de un equipo compactador hasta asegurar su adherencia.
- Insertar en la parte central de la muestra el gancho de la balanza de resorte (dinamómetro) por debajo de la geomalla.
- Hale hacia arriba hasta que la geomalla se desprenda de la superficie.
- La cantidad de asfalto será aquella para la cual la resistencia a la adherencia sea mayor o igual a 5 kg/f.

Para geomallas con capacidad auto-adherente, esta propiedad deberá evaluarse mediante la prueba anteriormente descrita, pudiendo llegarse a una disminución en la cantidad de asfalto requerido en el primer riego de liga o eliminarse.

5.4 Etapas Constructivas

Para el buen funcionamiento de las geomallas de repavimentación se requiere un adecuado proceso de instalación. Aunque las técnicas de instalación son simples, la mayoría de las dificultades se presentan por procesos inadecuados de instalación, entre los cuales están el exceso de arrugas,



insuficiencia de ligante asfáltico, insuficiencia en el espesor de la sobrecapa asfáltica y ejecución de los trabajos bajo condiciones climáticas adversas.

A continuación, se mencionan las diversas etapas a tener en cuenta antes y durante la instalación:

1. Limpieza de la Superficie: Se debe proceder a limpiar la superficie, para ello se recomienda equipo mecánico de limpieza o mano de obra con implementos que garanticen la calidad de la actividad.



Figura 44 – Limpieza de la Superficie
Fuente: Cortesía Comité Técnico de Geosintéticos

2. Sellado de fisuras: Se debe proceder a sellar las grietas y fisuras del pavimento existente con un llenante apropiado para tal fin, sin sobrepasar la cantidad por encima del nivel existente; dichas fisuras deberán recibir un tratamiento adecuado según su grado de deterioro. En caso de Fresado de debe extender una capa de nivelación para la instalación de la geomalla de repavimentación.



Figura 45 – Sellado de Fisuras
Fuente: Cortesía Comité Técnico de Geosintéticos

CÓDIGO: GU-GE-007	GUIA: PARA EL BUEN USO DE LOS GEOSINTETICOS	VERSIÓN 1.0	 ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Desarrollo Urbano
PROCESO ESTRATÉGICO	ACTO ADMINISTRATIVO: 4218		

3. Aplicación de ligante asfáltico: Se realizará un riego asfáltico de liga, cubriendo la totalidad de la superficie en forma homogénea, para lo cual se recomienda utilizar equipo de irrigador de asfalto. Generalmente se recomienda utilizar emulsión asfáltica de rotura rápida. La cantidad de asfalto a adicionar deberá determinarse mediante pruebas de adherencia in-situ.

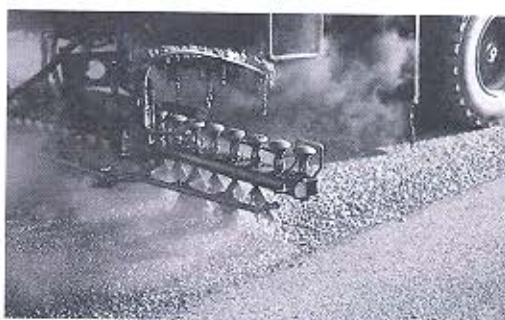


Figura 46 – Aplicación de ligante asfáltico
Fuente: Cortesía Comité Técnico de Geosintéticos

4. Instalación de la geomalla: La geomalla se debe extender lo más pronto posible después de la aplicación del riego de liga para evitar que el ligante pierda su potencial de adherencia. El extendido se podrá hacer a mano o con un equipo que mantenga el rollo levantado a medida que se desplaza y facilite su tensionamiento. Durante la instalación, se deberá tener el mínimo de paso de los vehículos; se debe evitar frenadas y arranques bruscos y maniobras de giro. Cerca a los bordes de la vía, sardineles, pozos, cámaras y estructuras y en el inicio de las franjas de colocación de mezcla asfáltica se recomienda dejar un margen de 10cms para evitar la absorción de agua por acción capilar.



Figura 47 – Instalación de Geomalla
 Fuente: Cortesía Comité Técnico de Geosintéticos

Para mejorar la adherencia de la geomalla a la superficie, se pasa sobre esta un compactador neumático con las llantas húmedas.



Figura 48 – Mejoramiento de Adherencia de la Geomalla
 Fuente: Cortesía Comité Técnico de Geosintéticos

5. Aplicación del Concreto Asfáltico: La instalación de geomallas no afecta el procedimiento de colocación de la capa de concreto asfáltico. Se debe considerar todos los aspectos usualmente contemplados para la instalación de la mezcla asfáltica.



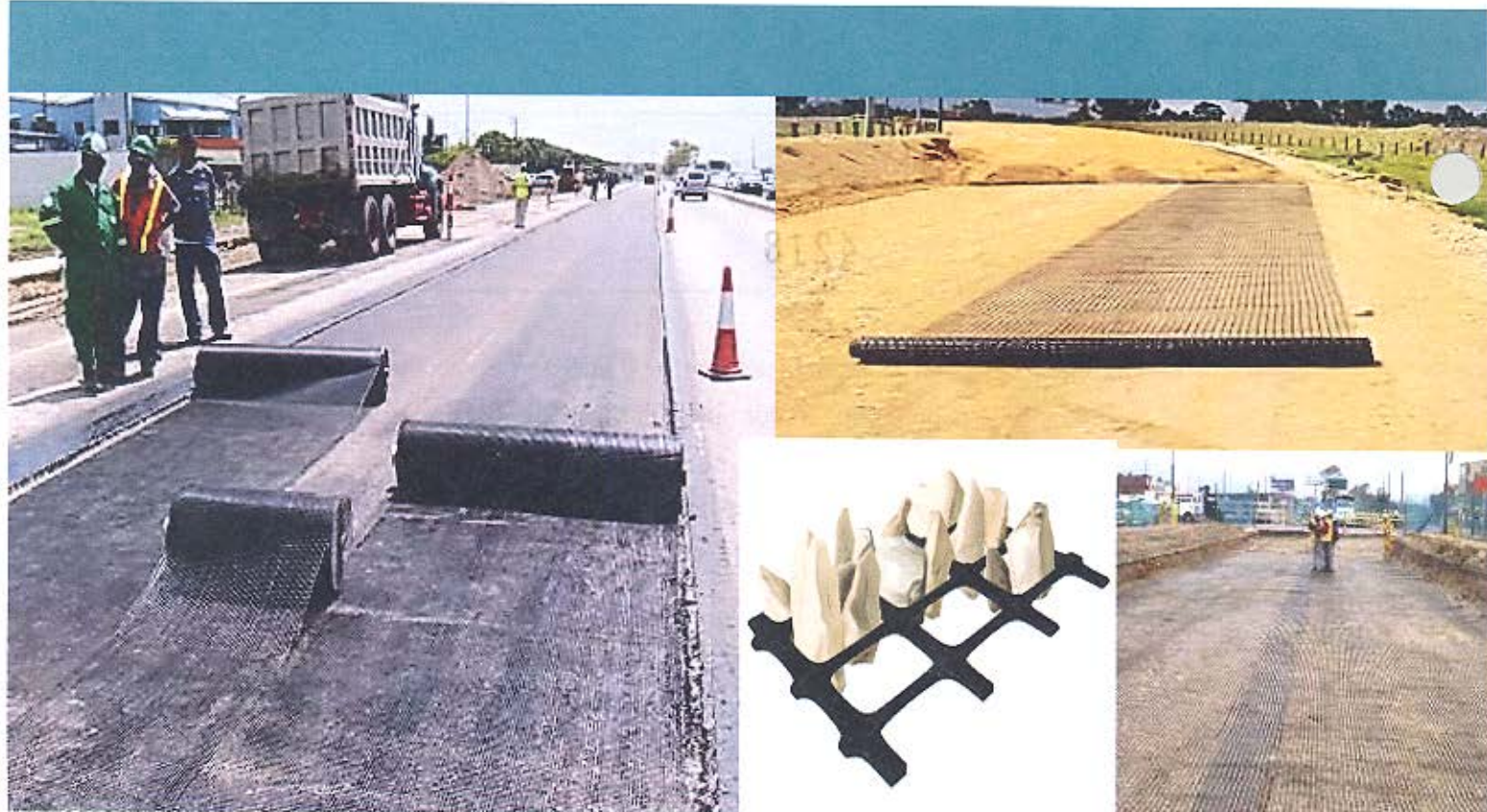
Figura 49 – Aplicación del Concreto Asfáltico
 Fuente: Cortesía Comité Técnico de Geosintéticos

CÓDIGO: GU-GE-007	GUIA: PARA EL BUEN USO DE LOS GEOSINTETICOS	VERSIÓN 1.0	 ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Desarrollo Urbano
PROCESO ESTRATÉGICO	ACTO ADMINISTRATIVO: 4218		

6. Compactación: La compactación deberá iniciarse realizando unas pocas pasadas del equipo compactador de cilindro liso, seguidamente se continuara con un equipo compactador neumático, hasta lograr el grado de compactación óptimo de la capa. El acabado final se hará con cilindro liso.



Figura 50 – Compactación de la Geomalla con el Concreto Asfáltico
Fuente: Cortesía Comité Técnico de Geosintéticos



CAPITULO 6 Geomallas para Refuerzo en Capas Granulares

“MATERIAL GEOSINTÉTICO FORMADO POR UN CONJUNTO DE NERVADURAS O COSTILLAS DE TENSIÓN, PARALELAS Y CONECTADAS, CON ABERTURAS DE SUFICIENTE TAMAÑO PARA PERMITIR LA TRABAZÓN DEL SUELO, PIEDRA, U OTRO MATERIAL GEOTÉCNICO CIRCUNDANTE” (KOERNER 1998)

CÓDIGO: GU-GE-007	GUIA: PARA EL BUEN USO DE LOS GEOSINTETICOS	VERSIÓN 1.0	 ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Desarrollo Urbano
PROCESO ESTRATÉGICO		ACTO ADMINISTRATIVO: 4218	

CAPITULO 6

GEOMALLAS PARA REFUERZO EN CAPAS GRANULARES

Las geomallas representan un segmento creciente dentro del área de los geosintéticos. En vez de ser una tela tejida, no tejida, o entrelazada (como ocurre con los geotextiles), están formadas por una configuración muy abierta, en forma de malla. Los campos de aplicación son amplios y sus funciones son principalmente como materiales de refuerzo.

6.1 Clasificación

Se encuentran geomallas co-extruidas y tejidas. Los materiales poliméricos usados en la fabricación de geomallas co-extruidas (denominadas rígidas) son polietileno de alta densidad, o polipropileno. Las geomallas de tipo tejido (denominadas flexibles) usan poliéster de alta tenacidad para el componente de resistencia y son revestidas con materiales como el PVC y otros polímeros.

La clasificación que generalmente se hace de las geomallas es por el sentido en que los esfuerzos se transmiten. Principalmente se clasifican como:

6.1.1 Geomalla Uniaxial

Este tipo de geomalla posee gran resistencia a los esfuerzos de tensión en la dirección longitudinal. Ejemplo de su aplicación, en muros de suelo mecánicamente estabilizado.

Los materiales generalmente empleados para la fabricación de este tipo de geomalla son:

- Polietileno de Alta Densidad (PEAD)



- **Poliéster de Alta Tenacidad (PET)**



Figura 51 – Geomalla Uniaxial co-extruida
Fuente: Cortesía Comité Técnico de Geosintéticos

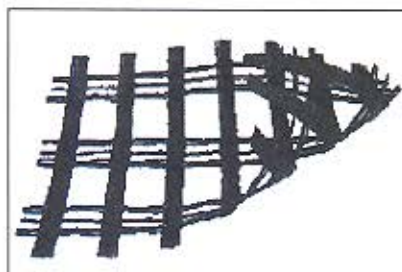


Figura 51 – Geomalla Uniaxial Tejida
Fuente: Cortesía Comité Técnico de Geosintéticos

6.1.2 Geomalla Biaxial

La geomalla Biaxial es empleada cuando los esfuerzos movilizados son esencialmente aleatorios. Están compuestas por fibras o correas unidas entre sí de forma tal que mantenga su estabilidad dimensional global, resistencia a la tensión y una abertura, sección y forma adecuadas, garantizando una trabazón mecánica significativa con el material granular.



Figura 52 – Geomalla Biaxial co-extruida
Fuente: Cortesía Comité Técnico de Geosintéticos

CÓDIGO:	GUIA:	VERSIÓN	 ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Desarrollo Urbano
GU-GE-007	PARA EL BUEN USO DE LOS GEOSINTETICOS	1.0	
PROCESO	ACTO ADMINISTRATIVO:		
ESTRATÉGICO	4218		

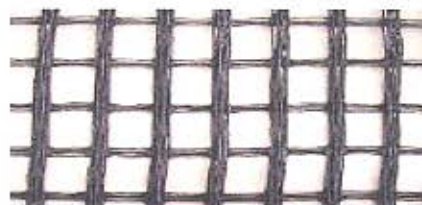


Figura 52 – Geomalla Biaxial Tejida
Fuente: Cortesía Comité Técnico de Geosintéticos

En este tipo de geomalla es importante tanto la resistencia de las fibras como la resistencia de los nudos/juntas, ya que el suelo penetra a través de las aberturas transmitiendo carga de los elementos transversales a los longitudinales por medio de estas uniones.

Los materiales generalmente empleados para la fabricación de este tipo de geomalla son:

- Polipropileno (PP)
- Poliéster de alta tenacidad (PET)

6.1.3 Geomalla Multiaxial

La geomalla multiaxial al igual que la biaxial, son adecuadas en estructuras que soportan cargas dinámicas como es el caso de las estructuras de pavimento, zonas de parqueo y patios industriales entre otras; su mayor propiedad es la de mantener su características de refuerzo en cualquier dirección.

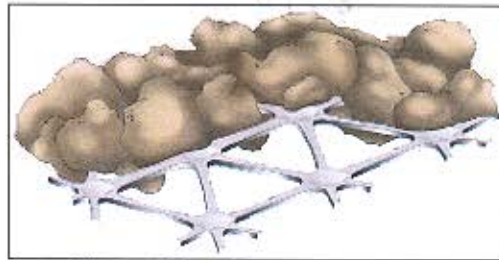


Figura 52 – Geomalla Multiaxial
Fuente: Cortesía Comité Técnico de Geosintéticos

El material generalmente empleado para la fabricación de este tipo de geomalla es el polipropileno (PP)

6.2 Aplicaciones

El uso de la geomalla se define básicamente por la función de refuerzo. Esta función se realiza cuando la geomalla inicia un trabajo de resistencia a la tensión que va a soportar, complementado con una trabazón con los agregados.

Las principales aplicaciones de las geomalla uniaxial se enuncian a continuación:

- Muros de contención en suelo mecánicamente estabilizado.
- Refuerzo de terraplenes con taludes pronunciados y diques.
- Estabilización mecánica de terraplenes sobre suelos blandos.
- Accesos, estribos, muros y aletas de puentes.

Los principales usos de una geomalla biaxial y/o multiaxial en una estructura de pavimento son:

- Plataforma de trabajo sobre subrasantes blandas, en conjunto de un geotextil de separación cuando se requiera.
- Refuerzo en capas de bases granulares.

CÓDIGO:	GUIA:	VERSIÓN	 ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Institución Desarrollo Urbano
GU-GE-007	PARA EL BUEN USO DE LOS GEOSINTETICOS	1.0	
PROCESO	ACTO ADMINISTRATIVO:		
ESTRATÉGICO	4218		

Cuando se involucre una geomalla como mejoramiento de subrasante y/o como refuerzo de bases granulares en una estructura de pavimento, se deben tener en cuenta los mecanismos de trabajo que se presentan a continuación:

6.2.1 Restricción lateral de las partículas

Es la habilidad de la geomalla para confinar las partículas de los agregados en el plano del material. Esta característica brinda un aumento de la capacidad estructural de la capa granular reforzada.

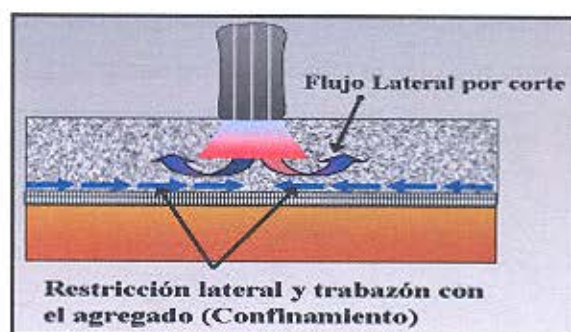


Figura 53 – Restricción Lateral de las Partículas
Fuente: Cortesía Comité Técnico de Geosintéticos

6.2.2 Mejoramiento de la Capacidad de Soporte

Es la capacidad de la geomalla para cambiar la forma de falla de la subrasante, la cual pasa de ser una falla localizada, generalmente evidenciada como un ahuellamiento profundo, a una falla por capacidad portante general. El resultado es un mejoramiento en la capacidad portante efectiva de la subrasante.

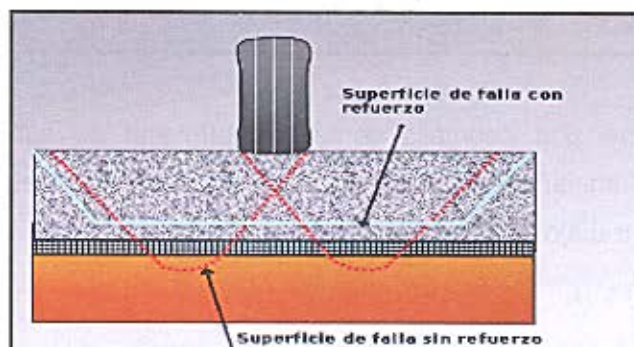


Figura 54 – Mejoramiento Capacidad Portante
 Fuente: Cortesía Comité Técnico de Geosintéticos

6.2.3 Membrana Tensionada

Es la capacidad que tiene la geomalla para deformarse, y con base en su resistencia a tensión, mejorar la capacidad de soporte del suelo.

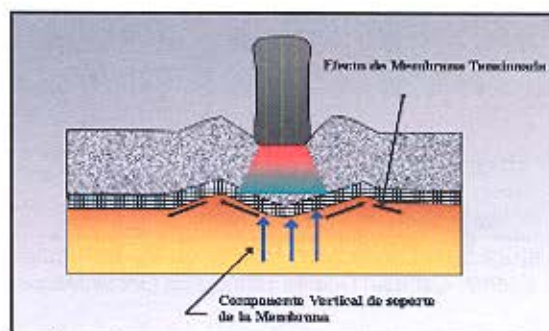


Figura 55 – Membrana Tensionada
 Fuente: Cortesía Comité Técnico de Geosintéticos

Los mecanismos anteriormente mencionados, en conjunto, definen la interacción del agregado con la estructura de la geomalla y por consiguiente, el mejoramiento de la plataforma de soporte o el refuerzo de las capas granulares de la estructura de pavimento. Cada geomalla (rígida ó flexible) es diferente en su desempeño, características y modo de trabajo, por lo tanto, el beneficio en términos del aporte será diferente y estará ligado al espesor de material granular requerido. Este beneficio deberá ser estimado por el diseñador para cada tipo de

CÓDIGO:	GUÍA:	VERSIÓN	 ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Desarrollo Urbano
GU-GE-007	PARA EL BUEN USO DE LOS GEOSINTETICOS	1.0	
PROCESO		ACTO ADMINISTRATIVO:	
ESTRATÉGICO		4218	

geomalla con base en sus propiedades específicas y a partir de la aplicación de la metodología de diseño seleccionada por el mismo.

6.3 Instalación y Almacenamiento

Se recomienda que los trabajos se efectúen con una adecuada coordinación entre las actividades de preparación del terreno, la colocación de la geomalla y la extensión y compactación del material de relleno. Las etapas para la instalación se enumeran a continuación:

6.3.1 Preparación del terreno

La colocación de la geomalla se realizara cuando el terreno se haya preparado adecuadamente, removiendo los bloques de roca, troncos, arbustos y materiales existentes sobre la superficie, excavando ó rellenando hasta la rasante de diseño, de acuerdo con los datos indicados en los planos del proyecto. Cuando se requiera la función de separación para evitar la contaminación del material granular se deberá poner previamente un geotextil de separación acorde a la sección 3.4.1 de esta Guía.



Figura 56 – Preparación de la Superficie
Fuente: Cortesía Comité Técnico de Geosintéticos

6.3.2 Instalación de la geomalla

La geomalla se deberá extender directamente sobre la superficie preparada sin arrugas ó dobleces en la dirección de avance de la construcción.

Si es necesario poner rollos de geomalla adyacente y traslapar. El traslazo dependerá del CBR de la subrasante y deberá ajustarse a los valores presentados en la Tabla No.2:

CBR (%)	Longitud de traslazo (m)
< 1	0.9
1 – 3	0.6
> 3	0.3
Todo final de rollo ó en curvas	1.0

Tabla No.2 – Traslazos con la geomalla
 Fuente: Cortesía Comité Técnico de Geosintéticos

En las curvas, la geomalla deberá disponerse en forma de abanico, como se muestra en la figura 57:

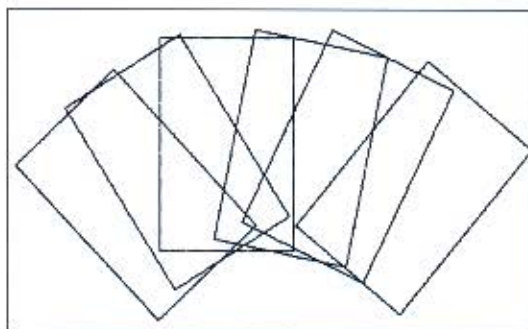


Figura 57 – Disposición de la geomalla en curvas
 Fuente: Cortesía Comité Técnico de Geosintéticos

Para lograr el mejoramiento de subrasante, es importante que la geomalla quede instalada completamente libre de arrugas ó pliegues y lo más tensionada posible. En el diseño deberá indicarse cuando se requiera, una fijación específica de la geomalla.

Una vez extendida la geomalla sobre la superficie de la subrasante se debe cubrir lo más pronto posible con el material especificado en el diseño, evitando la degradación de la geomallas por los rayos UV.

CÓDIGO: GU-GE-007	GUIA: PARA EL BUEN USO DE LOS GEOSINTETICOS	VERSIÓN 1.0	 ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Desarrollo Urbano
PROCESO ESTRATÉGICO		ACTO ADMINISTRATIVO: 4218	



Figura 58 – Material Granular sobre la geomalla
Fuente: Cortesía Comité Técnico de Geosintéticos

Se debe evitar el contacto directo de maquinaria sobre la geomalla, se recomienda tener un espesor mínimo de 15 cm de material entre las llantas de los equipos y la geomalla. Luego de poner y compactar el material granular hasta el espesor especificado como mejoramiento y si se presenta en alguna zona un acolchonamiento, se verificará la humedad del material y el cumplimiento de los parámetros de diseño. En este tipo de situaciones, generalmente se requerirá aumentar el espesor de material de mejoramiento sobre la geomalla.

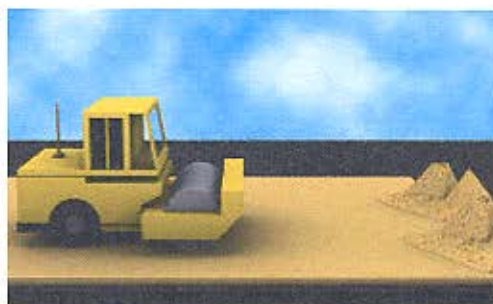


Figura 59 – Compactación Material Granular
Fuente: Cortesía Comité Técnico de Geosintéticos

Si por cualquier motivo debe transitar maquinaria directamente sobre la geomalla; este equipo o maquinaria debe ser autorizada por la interventoría; bajo ninguna circunstancia puede ser de orugas. El tránsito debe realizarse a velocidades muy pequeñas y sin cambios bruscos de dirección para no causar deterioros sobre la superficie de la geomalla.

6.4 Almacenamiento

Los rollos de geomalla deben permanecer con sus empaques para que los protejan de la acción de la humedad, del polvo, de los rayos UV y otros materiales que pueden afectar sus propiedades durante el transporte y almacenamiento antes de ser colocados cuando lo requieran. Cada rollo debe estar marcado correctamente para su identificación y control en obra. Sin embargo se recomienda seguir las indicaciones del fabricante.



CAPITULO 7 Geocompuestos Drenantes

“LOS GEOCOMPUESTOS DE DRENAJE ESTÁN CONSTITUIDOS POR ELEMENTOS GEOSINTÉTICOS ENCAMINADOS A CUMPLIR SIMULTÁNEAMENTE DOS FUNCIONES: FILTRAR Y DRENAR. GENERALMENTE SE COMPONEN DE UNA O DOS CAPAS DE GEOTEXTIL QUE CONFINAN UN MEDIO DRENANTE. EL GEOTEXTIL RETIENE LAS PARTÍCULAS SÓLIDAS Y PERMITE EL PASO DEL AGUA HACIA EL MEDIO DRENANTE Y ÉSTE LA EVACÚA POR GRAVEDAD, HACIA UN SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUAS”

CAPITULO 7

GEOCOMPUESTOS DRENANTES

Los geocompuestos drenantes son geosintéticos con una estructura potencialmente drenante combinados con una o dos caras de geotextil no-tejido. Algunos geocompuestos para drenaje están provistos de una funda de geotextil en su parte inferior que permite alojar una tubería flexible habilitada con agujeros para permitir la entrada y posterior evacuación del agua. Ver figura 7.1.

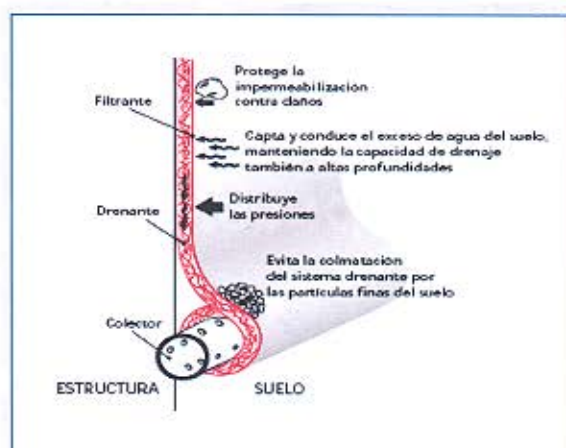


Figura 60 – Geocompuesto Drenante
Fuente: Cortesía Comité Técnico de Geosintéticos

El medio drenante puede tener forma de malla o red. El geocompuesto de drenaje debe estar conformado de tal manera que el medio drenante y el geotextil funcionen mecánicamente como un solo elemento.

En estructuras sometidas a empujes de tierra se debe proveer un sistema de drenaje eficaz que elimine los empujes por presiones hidrostáticas.

Un geocompuesto drenante es una alternativa eficiente frente a los sistemas tradicionales como filtros contruidos con geotextil y material granular (filtro tipo

CÓDIGO: GU-GE-007	GUIA: PARA EL BUEN USO DE LOS GEOSINTETICOS	VERSIÓN 1.0	 ALCALDIA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Desarrollo Urbano
PROCESO ESTRATÉGICO	ACTO ADMINISTRATIVO: 4218		

francés), logrando mejores rendimientos, menores excavaciones y explotación de materiales pétreos no renovables

7.1 Características del Sistema

Para que los geocompuestos de drenaje trabajen eficazmente, se deben tener en cuenta las siguientes características de los elementos que integran el sistema:

- El geotextil es el medio filtrante del sistema el cual debe cumplir principalmente los criterios de permitividad y retención que se tienen en cuenta para la abertura de filtración (propiedades hidráulicas). También es posible medir la resistencia a la tensión, la deformación a la rotura y la resistencia al punzonamiento (propiedades mecánicas)
- El medio drenante debe tener suficiente resistencia a la compresión, y la capacidad hidráulica de direccionar los aportes de caudal; la propiedad más importante es la tasa de flujo que se define como la cantidad de agua capaz de atravesar una sección de geocompuesto para una presión y un gradiente hidráulico específico. Este parámetro aplica tanto para drenajes horizontales como verticales.
- Tubería de drenaje: Es la encargada de conducir el caudal captado, y debe contar con perforaciones de fábrica en un área apropiada dispuesta en todo el perímetro del tubo.

7.2 Usos del Geocompuesto Drenante

7.2.1 Drenaje Vertical

La elección de un eficaz sistema de drenaje vertical puede ser decisiva en cuanto a la estabilidad de una estructura de contención o de una estructura no superficial como son los drenes laterales en vías; cuando la



presencia del nivel de agua es constante esto puede inducir a un incremento en los empujes horizontales sobre esas estructuras. El geocompuesto de drenaje presenta ventajas constructivas y flexibilidad especialmente por su fácil y rápida instalación y reducción en volúmenes de excavación.

7.2.1.1 Aplicaciones del drenaje vertical

Son utilizados en drenajes para vías, en obras de contención, galerías etc., porque alivia el empuje hidrostático proporcionando mejores condiciones de estabilidad; también mejora el desempeño de los sistemas de impermeabilización. A continuación realizamos una descripción de las diferentes aplicaciones para el drenaje vertical:

a) Drenaje Vial

Este sistema asociado con un tubo drenante sustituye con mucha eficacia las tradicionales trincheras drenantes construidas con grava y geotextil, aparte del excelente desempeño técnico y ofrece ventajas económicas y constructivas, pues la zanja necesaria para su instalación es más pequeña que construida con los métodos tradicionales. También podemos utilizar estos geocompuestos para el drenaje de la estructura de pavimentos en túneles y como complemento al sistema de impermeabilización de esta infraestructura en especial.

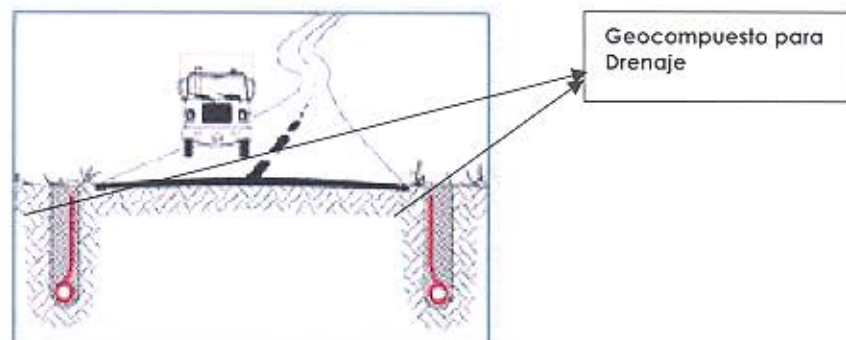


Figura 61 – Trincheras Drenantes
 Fuente: Cortesía Comité Técnico de Geosintéticos

CÓDIGO: GU-GE-007	GUIA: PARA EL BUEN USO DE LOS GEOSINTETICOS	VERSIÓN 1.0	 ALCALDIA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Desarrollo Urbano
PROCESO ESTRATÉGICO	ACTO ADMINISTRATIVO: 4218		

b) Muros de Contención

Colocado en la interface suelo-estructura alivia el empuje hidrostático permitiendo obras más estables y económicas. Además su instalación es más sencilla y rápida. Ver figura 62.

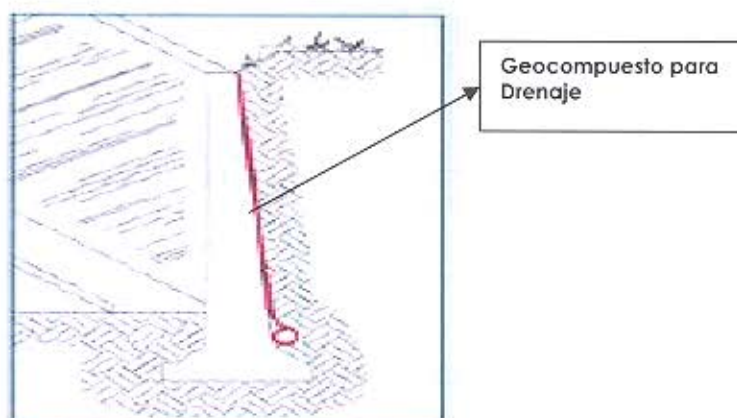


Figura 62 – Drenaje en muros
Fuente: Cortesía Comité Técnico de Geosintéticos

c) Drenajes en campos deportivos

Debido a su resistencia a la compresión y alta capacidad de evacuación, es ideal para los sub-drenajes de campos deportivos.

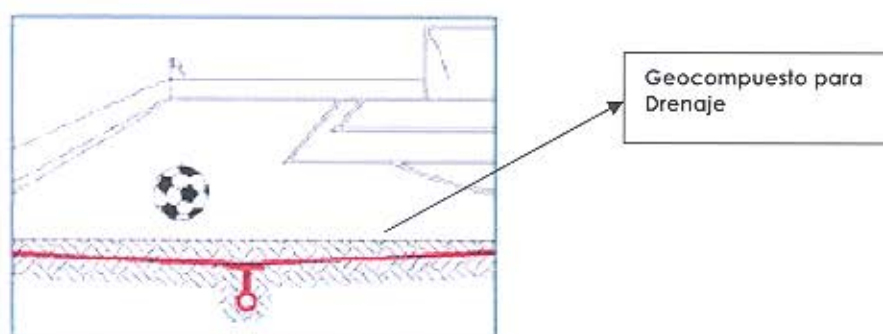


Figura 63 – Drenaje en Campos Deportivos
Fuente: Cortesía Comité Técnico de Geosintéticos

d) Mechass drenantes para aceleración de asentamientos

Este sistema funciona como un drenaje vertical, evacuando y acelerando los asentamientos que se generan por la consolidación de los suelos.

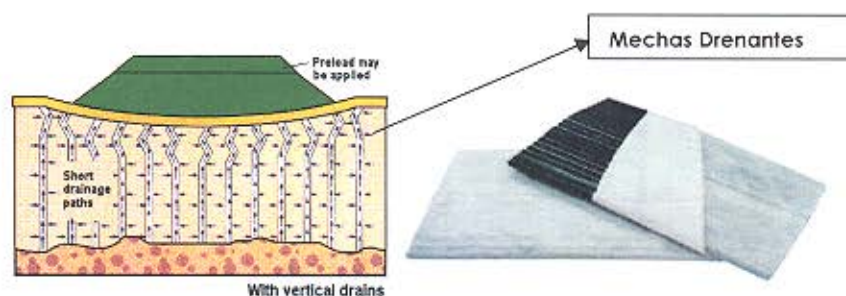


Figura 64 – Mechass Drenantes
 Fuente: Cortesía Comité Técnico de Geosintéticos

7.2.2 Drenaje Horizontal

Para la evacuación de aguas lluvias, escorrentías, ascensos de niveles freáticos y filtraciones, pueden ser conducidas en el plano del geocompuesto

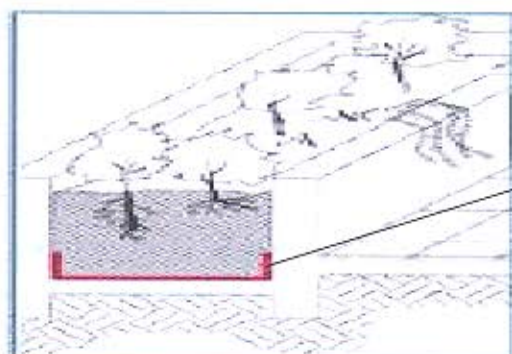
7.2.2.1 Aplicaciones del drenaje horizontal

Instalado en la posición horizontal por debajo de pisos, jardines, campos deportivos etc., ofrece un eficiente drenaje del exceso de agua acumulada, aliviando subpresiones para asegurar la integridad de la obra. Entre las diferentes aplicaciones podemos nombrar:

a) Jardineras y Tejados Verdes

El buen desarrollo de la vegetación no solo depende de escoger bien las especies y del tipo de suelo sino también de un excelente drenaje que elimine el exceso de agua en el suelo. Ver figura 65.

CÓDIGO:	GUIA:	VERSIÓN	 ALCALDIA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Desarrollo Urbano
GU-GE-007	PARA EL BUEN USO DE LOS GEOSINTETICOS	1.0	
PROCESO	ACTO ADMINISTRATIVO:		
ESTRATÉGICO	4218		



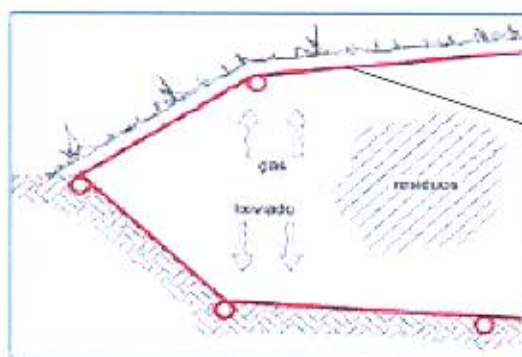
Geocompuesto para Drenaje

Figura 65 – Drenaje Horizontal en Jardines
Fuente: Cortesía Comité Técnico de Geosintéticos

b) Rellenos Sanitarios

El geocompuesto disipa la presión de los gases generados sobre el sistema de impermeabilización, y direcciona los gases producidos por la descomposición de los residuos. Así mismo, el geocompuesto permite el drenaje de los lixiviados producidos por los residuos.

Externamente al sistema de impermeabilización el geocompuesto ayuda a drenar las aguas de infiltración disminuyendo el empuje hidrostático del relleno.

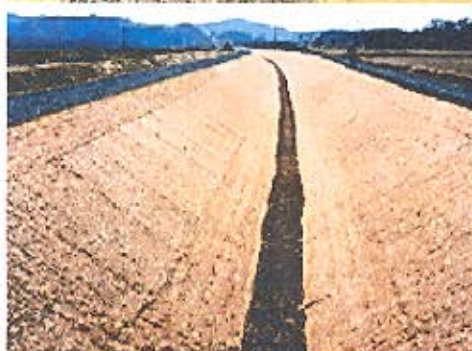


Geocompuesto para Drenaje

Figura 66 – Drenaje en Rellenos Sanitarios
Fuente: Cortesía Comité Técnico de Geosintéticos

7.3 Instalación y Almacenamiento

- a) Se recomienda que las paredes de la excavación para instalar el geocompuesto estén libres de objetos que puedan comprometer su integridad.
- b) La preparación del terreno deberá tener en cuenta la pendiente necesaria para el correcto funcionamiento de la solución. Se recomienda en el fondo de la excavación extender una cama de arena de 10 a 15 cm.
- c) La instalación es realizada en contra pendiente, sólo desenrollando el material sobre el área a ser drenada.
- d) La continuidad en el trabajo de drenaje es garantizada por la conexión mecánica entre tubos, y mediante el simple contacto entre núcleos.
- e) El suelo a ser colocado en contacto con el geocompuesto de drenaje deberá tener permeabilidad suficiente para que el agua pueda ingresar hasta el sistema de manera eficiente.
- f) El agua captada por el geocompuesto deberá ser conducida de manera controlada a un punto de alivio o descole.



CAPITULO 8 Productos Enrollados para Control de Erosión – (PECE)

“LOS PRODUCTOS ENROLLADOS PARA CONTROL DE EROSION (PECE) PROVEEN UN CUIDADO ESPECIAL REQUERIDO PARA EVITAR EL DESPRENDIMIENTO DE PARTICULAS DE SUELO Y REPRESENTAN EL SISTEMA DE MAYOR CRECIMIENTO DENTRO DE LA INDUSTRIA DE CONTROL DE EROSION, LOGRANDO INVOLUCRAR UNA GRAN GAMA DE SOLUCIONES TEMPORALES Y/O PERMANENTES”

INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO - IDU
BOGOTA, JUNIO DE 2010

CAPITULO 8

PRODUCTOS ENROLLADOS PARA CONTROL DE EROSION

En todas las áreas de la construcción tenemos constantemente la necesidad de trabajar con suelos debido a movimientos de tierras por cortes o rellenos; en todos los casos, los encargados de la mitigación de impacto ambiental deben buscar la forma de controlar la erosión y generar la capa vegetal para garantizar la estabilidad a largo plazo.

Los procesos de erosión se presentan cuando el suelo pierde su protección natural (vegetación) y quedan expuestos a los agentes erosivos presentes en la naturaleza: (agua y viento).

El proceso de erosión por agua, como se observa en las figuras 67 y 68, se inicia con la caída de gotas de lluvia, la energía que se desarrolla al contacto con el suelo descubierto genera el desprendimiento de partículas de suelo que son luego transportadas por el agua de escorrentía; este proceso de erosión se conoce como erosión laminar, y es el inicio para la formación de la erosión en surcos producida por la concentración del flujo en una micro red de drenaje, que a su paso profundiza los canales generando surcos en la superficie. En la figura 69 se puede observar este tipo de erosión; con el tiempo, los surcos se van uniendo y profundizando hasta convertirse en cárcavas. Este efecto termina por generar problemas de estabilidad superficial que se reflejarán en procesos de desprendimiento y deslizamiento de masas de suelo y material hacia cuerpos de agua, produciendo grandes cargas de sedimentos que pueden obstruir los sistemas de drenaje y que en el caso de las vías pueden afectar de forma importante las estructuras de pavimento.

CÓDIGO:	GU-GE-007	GUIA:	PARA EL BUEN USO DE LOS GEOSINTETICOS	VERSIÓN	1.0	 ALCALDIA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Desarrollo Urbano
PROCESO		ACTO ADMINISTRATIVO: 4218				
ESTRATÉGICO						



Figura 67. Proceso de Erosión por Agua
Fuente: Cortesía Comité Técnico de Geosintéticos



Figura 68. Desprendimiento de material por caída de gotas de lluvia
Fuente: Cortesía Comité Técnico de Geosintéticos



Figura 69. Erosión por surcos
Fuente: Cortesía Comité Técnico de Geosintéticos

8.1 Clasificación

Los Productos Enrollados para control de Erosión-PECE (Rolled Erosion Control Products-RECP, por su sigla en inglés), proveen el cuidado especial requerido para evitar el desprendimiento y pérdida de suelos y representan el sistema de mayor crecimiento dentro de la industria de control de erosión logrando involucrar una gran gama de soluciones temporales y permanentes. Es importante, tener en cuenta que la aplicación de estas soluciones está enfocada a prevenir los efectos de la erosión, pero en todos los casos deberá trabajarse en taludes que sean geotécnicamente estables.

8.1.1 Mantos para control de erosión temporales

Los Productos Enrollados para control de Erosión-PECE degradables, están compuestos de fibras naturales o poliméricas procesadas mecánica, estructural o químicamente para mantenerse unidas, con el fin de formar una matriz continua para proveer control de erosión y facilitar el crecimiento de vegetación.

Entre sus aplicaciones Estos productos temporales son para aplicaciones en las cuales la vegetación al establecerse brindará una protección permanente al suelo, controlando los efectos de la erosión por escorrentía superficial, caída de gotas de lluvia y viento. En este tipo de situaciones, los productos enrollados

CÓDIGO:	GUIA:	VERSIÓN	 ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Desarrollo Urbano
GU-GE-007	PARA EL BUEN USO DE LOS GEOSINTETICOS	1.0	
PROCESO		ACTO ADMINISTRATIVO:	
ESTRATÉGICO		4218	

para control de erosión pueden ser utilizados con el fin de brindar protección inicial a los suelos mientras se establece la vegetación; estos productos también brindarán protección a las semillas durante su germinación, mejorando la densidad y establecimiento de la vegetación.

Las fibras orgánicas utilizadas normalmente para las matrices de los PECE temporales son derivadas del cultivo de diferentes tipos de paja, yute o fibras procesadas de coco o madera (Figura 70). La selección del sistema a utilizar debe ser acorde con las condiciones del sitio, tanto en longevidad como en características mecánicas.



Figura 70. Instalación de PECE
Fuente: Cortesía Comité Técnico de Geosintéticos

Los PECE temporales se dividen a su vez en productos 100% compuestos por materiales orgánicos (matriz y redes) que se conocen también con el nombre de biomantos, y los que están compuestos sólo por fibras sintéticas fotodegradables o tienen una combinación de una matriz orgánica con redes sintéticas; así mismo, se pueden clasificar también de acuerdo a su longevidad siendo considerados productos de corto plazo aquellos que tienen una vida útil menor a

12 meses, productos de mediano plazo los que tienen una longevidad entre 12 y 24 meses; y los que se degradan en un periodo mayor a 24 meses.

8.1.2 Mantos permanentes

Conocidos como TRM (Turf Reinforcement Mat, por su sigla en inglés) son PECE permanentes considerados así por su estabilidad a los rayos UV superior a 80% según ensayo ASTM D4355 (500 horas de exposición); estos productos no son degradables, están compuestos por fibras sintéticas, filamentos, redes o mallas independientes, que deben tener una estabilidad adecuada a los rayos UV, están conformados por una matriz sintética u orgánica reforzada con una red tridimensional diseñada para aplicaciones hidráulicas críticas en donde las descargas proyectadas excedan las velocidades y esfuerzos cortantes soportados por la vegetación natural.

Los mantos permanentes o TRM deben tener un espesor, resistencia y espacios vacíos suficientes para lograr retener partículas de suelo y permitir el desarrollo de la vegetación a través de la matriz. Así mismo, deben cumplir con ciertos criterios de cobertura para evitar la pérdida de suelo a través de sus aperturas.

Los TRM con matriz orgánica se conocen como C-TRM o TRM Compuesto y para cumplir con los requerimientos establecidos en las diferentes normativas nacionales e internacionales, la porción permanente del producto debe cumplir con los mínimos valores de desempeño exigidos (Figura 71).

Las soluciones permanentes se utilizan para aplicaciones en donde la vegetación por sí misma no soporta las condiciones de flujo esperadas o cuando no se espera que la vegetación se establezca. Los mantos permanentes refuerzan la vegetación para permitirle un mayor desempeño y garantizar la estabilidad a largo plazo del sistema para control de erosión.

CÓDIGO: GU-GE-007	GUIA: PARA EL BUEN USO DE LOS GEOSINTETICOS	VERSIÓN 1.0	 ALCALDIA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Desarrollo Urbano
PROCESO ESTRATÉGICO	ACTO ADMINISTRATIVO: 4218		

Las fibras orgánicas utilizadas para la matriz de los C-TRM son también derivadas del cultivo de diferentes tipos de paja, yute o fibras procesadas de coco.



Figura 70. Colocación PECE permanente
Fuente: Cortesía Comité Técnico de Geosintéticos

8.2 Aplicaciones

En situaciones especiales, se pueden aplicar soluciones mixtas en donde se involucre el uso de sistemas de retención de rocas o elementos naturales que se desprendan del talud como un complemento al PECE. Esta solución es muy utilizada cuando se tienen suelos con fragmentos de rocas o estratos rocosos intercalados.

Los mantos para control de erosión es un sistema flexible, tienen atributos especiales que los hacen más amigables al medio ambiente que los sistemas rígidos; entre estos atributos destacamos:

- Reduce la erosión del suelo.
- Retiene una mayor humedad en el suelo, favoreciendo el establecimiento de la vegetación.
- Protegen las semillas durante fuertes lluvias y viento.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.

Instituto
Desarrollo Urbano

- Son sistemas abiertos que permiten el paso del agua evitando presiones en la cara del talud que afecten la estabilidad superficial.

Hoy en día se encuentran muchas soluciones a partir de PECE para el control de erosión, por lo que la selección de cada una se basa en algunos factores los cuáles se presentan a continuación:

- Longevidad funcional requerida (corto plazo, mediano plazo, largo plazo o permanente).
- Tipo de suelo en la cara del talud.
- Costo relativamente bajo, incluyendo instalación y mantenimiento.
- Impacto visual (arquitectónico, paisajismo).
- Geometría del talud (longitud inclinada y pendiente del talud).
- Para aplicaciones en canales, se debe tener en cuenta la velocidad y esfuerzos cortantes inducidos por el flujo.
- En taludes con afloramiento de roca o estratos rocosos, se recomienda evaluar una alternativa mixta con algún sistema de retención que permita controlar la caída de piedras o rocas de la cara del talud.

Las funciones más conocidas de los PECE son:

- Control de erosión en taludes y laderas
- Como revestimiento flexible para canales, cunetas y descole de tuberías (en aplicación de canales, se debe tener en cuenta que el flujo debe ser intermitente, no permanente)



CÓDIGO: GU-GE-007	GUIA: PARA EL BUEN USO DE LOS GEOSINTETICOS	VERSIÓN 1.0	 ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Desarrollo Urbano
PROCESO ESTRATÉGICO	ACTO ADMINISTRATIVO: 4218		

- Protección de riberas, y bordes de lagunas y lagos.

En la Tabla No.3 se presentan las aplicaciones principales de los productos PECE tanto temporales como permanentes:

Aplicaciones			Tipo de Producto
Taludes/Laderas Inclinación hasta	Canales con flujo	Lagos/Lagunas	
3H:1V	-	-	Temporal corto plazo
1,5H:1V	Moderado	-	Temporal mediano plazo
1H:1V	Intermedio	-	Temporal Largo plazo
Mayor a 1H:1V	Alto	Si	Permanente TRM/C-TRM

Tabla No.3. Aplicaciones del producto PECE temporal y permanente

Fuente: Cortesía Comité Técnico de Geosintéticos

Para la aplicación de taludes y laderas, se debe tener en cuenta que estas deben ser geotécnicamente estables, pues el beneficio que brindan los productos PECE es a nivel superficial por su aplicación en el control de erosión; para su uso en canales se debe verificar que el flujo sea intermitente. En la figura 71 observamos esquemáticamente las aplicaciones de los productos PECE temporales y permanentes:



Figura 71. Aplicación de los productos PECE temporales y permanentes

Fuente: Cortesía Comité Técnico de Geosintéticos

8.3 Instalación y Mantenimiento

8.3.1 Instalación

Lo primero que se debe tener en cuenta antes de presentar una alternativa de control de erosión con productos PECE, es verificar que el talud o ladera a proteger sea geotécnicamente estable; una vez garantizada esta situación, la protección de los taludes se debe realizar lo antes posible, después de ejecutado el movimiento de tierras (cortes o rellenos).

La superficie a proteger debe ser uniforme, de no ser así, es necesario realizar trabajos para perfilar los taludes, retirar todo el material suelto y rellenar las cárcavas que persistan con el fin de obtener las condiciones mínimas para el buen desempeño del sistema. Así mismo, el alistamiento de los taludes a proteger debe garantizar el adecuado manejo de aguas superficiales con cunetas de coronación y demás trabajos considerados por el diseñador.

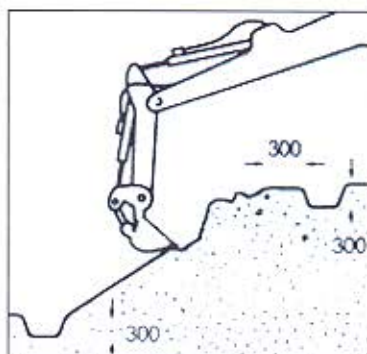


Figura 72. Preparación del terreno para instalación del producto PECE

Fuente: Cortesía Comité Técnico de Geosintéticos

En todos los casos, se requiere de un sistema complementario que estará compuesto por semillas, fertilizantes y agua entre otros; este complemento puede ser por hidro-siembra (figura 73) o colocación manual a través de una mezcla o lodo fertilizado como se conoce comúnmente.

CÓDIGO:	GUIA:	VERSIÓN	 ALCALDIA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Desarrollo Urbano
GU-GE-007	PARA EL BUEN USO DE LOS GEOSINTETICOS	1.0	
PROCESO		ACTO ADMINISTRATIVO:	
ESTRATÉGICO		4218	



Figura 73. Instalación de Hidro-siembra en un talud
Fuente: Cortesía Comité Técnico de Geosintéticos

La selección de especies a utilizar deberá realizarse con el apoyo de un Ingeniero Agrónomo, forestal o especialista idóneo en el tema con el fin de garantizar que la vegetación tenga las características adecuadas de acuerdo a las condiciones específicas del proyecto.

Luego de la fase de preparación, se debe esparcir en forma uniforme la hidrosiembra o el suelo vegetal produciendo una cobertura de espesor adecuado de acuerdo a cada caso particular, sobre el talud a proteger.

Una vez colocado el sistema seleccionado con semillas, se pondrá el producto PECE antes de la ocurrencia de algún evento de lluvia que lavaría el sistema de semillas reduciendo las posibilidades de éxito.

El producto PECE se anclará al suelo con dispositivos de fijación según recomendación del diseñador; dicha fijación al talud deberá llevarse a cabo de acuerdo al siguiente procedimiento:

- Desenrollar el material en sentido vertical desde la parte superior del talud. El manto debe acomodarse a la topografía del terreno; por ningún motivo pueden quedar vacíos entre el suelo y el manto. Ver figuras 74, 75 y 76.

- Traslapo vertical y horizontal, con un ancho mínimo de 7 cm. Se pondrá una hilera de dispositivos de fijación separados entre sí una distancia no mayor a 30 cm. Se pondrán ganchos de fijación sobre el producto PECE de acuerdo a recomendaciones del diseñador y/o fabricante.

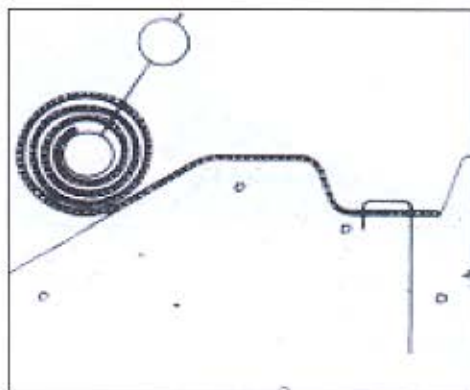


Figura 74. Proceso de Instalación producto PECE
 Fuente: Cortesía Comité Técnico de Geosintéticos

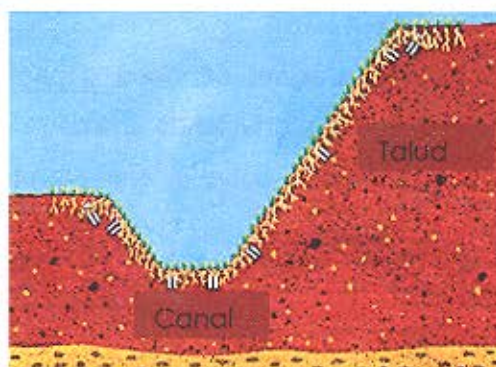


Figura 75. Producto PECE adaptado a la topografía del terreno
 Fuente: Cortesía Comité Técnico de Geosintéticos

- Es recomendable utilizar la cantidad y longitud de anclajes especificados y recomendados por el diseñador. Como referencia, en la tabla No.4 se indica la distancia entre anclajes a utilizar dependiendo de la inclinación del talud que se esté trabajando.

CÓDIGO: GU-GE-007	GUIA: PARA EL BUEN USO DE LOS GEOSINTETICOS	VERSIÓN 1.0	 ALCALDIA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Desarrollo Urbano
PROCESO ESTRATÉGICO	ACTO ADMINISTRATIVO: 4218		

PENDIENTE DEL TALUD	FRECUENCIA DE ANCLAJES
Hasta 3H:1V	1.35 anclajes / metro cuadrado
3H:1V a 2H:1V	2 anclajes / metro cuadrado
2H:1V a 1H:1V	2 a 4.1 anclajes / metro cuadrado
Mayor a 1H:1V	4.1 anclajes / metro cuadrado

Tabla No.4. Espaciamiento entre anclajes según la inclinación del talud
Fuente: Cortesía Comité Técnico de Geosintéticos

Con el fin de evitar infiltración de agua de escorrentía entre el suelo del talud y el manto para control de erosión, el extremo superior del rollo del manto se deberá enterrar en una zanja. Ver figura 76 (Detalle 2).

En los casos en los que se requiera de riego, este se realizará exclusivamente por el método de aspersión u otro similar, siempre que el flujo no genere presiones que puedan inducir a pérdida de suelo.

La frecuencia del riego dependerá tanto de las condiciones climáticas, como del sistema de protección utilizado y del estado de la cubierta vegetal y deberá ser suficiente para asegurar que durante todo el proceso se presenten los niveles adecuados de germinación y desarrollo de las plantas.

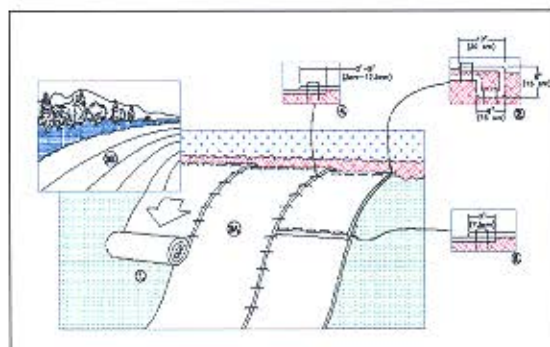


Figura 76. Colocación producto PECE en taludes
Fuente: Cortesía Comité Técnico de Geosintéticos

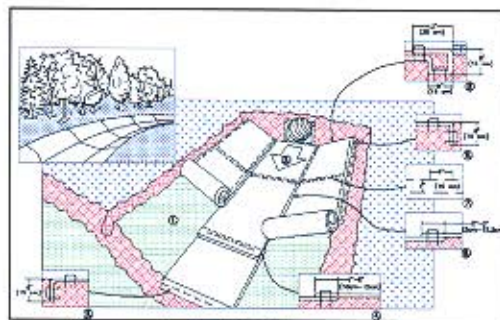


Figura 77. Colocación producto PECE en canales, cunetas y descoles
 Fuente: Cortesía Comité Técnico de Geosintéticos

8.4 Almacenamiento

A continuación se presentan las recomendaciones para el almacenamiento de los PECE con el fin de garantizar el buen estado del material, y sea apto para su utilización:

- El lugar de almacenaje deberá estar cubierto para evitar los rayos solares directos sobre los productos.
- Este lugar deberá estar libre de corrientes de agua o cualquier otro líquido que pueda llegar a estar en contacto con los productos, bien sea por escorrentía, inundaciones o simplemente por goteo.
- El lugar deberá contar con un ambiente fresco, en el cual no se presente una humedad elevada.
- El material no se debe almacenar con productos químicos que puedan afectar su estructura.
- El material no debe ser almacenado con productos inflamables.
- El material no debe ser almacenado en zonas en las que se encuentren materiales cortopunzantes que puedan deteriorar la estructura de los mismos.

CÓDIGO: GU-GE-007	GUIA: PARA EL BUEN USO DE LOS GEOSINTETICOS	VERSIÓN 1.0	 ALCALDIA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Desarrollo Urbano
PROCESO ESTRATÉGICO	ACTO ADMINISTRATIVO: 4218		

- En lo posible, se debe prevenir el contacto de roedores con el material, ya que podrían afectar su estructura.
- Se debe tener especial atención en la manipulación de las estibas con monta cargas, se debe prevenir el contacto directo con el producto para evitar posible daños de la estructura por rasgados.





CAPITULO 9 Geoceldas

"LAS GEOCELDA ES UN GEOSINTÉTICO TRIDIMENSIONAL CONOCIDO COMO SISTEMA DE CONFINAMIENTO CELULAR (CCS POR SUS SIGLAS EN INGLÉS) UTILIZADOS EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS BLANDOS, MUROS EN SUELO REFORZADO, CONTROL DE EROSIÓN EN TALUDES Y CANALES"

INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO - IDU
BOGOTÁ, JUNIO DE 2010

CÓDIGO: GU-GE-007	GUIA: PARA EL BUEN USO DE LOS GEOSINTETICOS	VERSIÓN 1.0	 ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Desarrollo Urbano
PROCESO ESTRATÉGICO		ACTO ADMINISTRATIVO: 4218	

CAPITULO 9

GEOCELDA

Es un geosintético tridimensional conocido como sistema de confinamiento celular (CCS por su sigla en inglés), utilizados en la industria de la construcción para estabilización de suelos blandos, muros en suelo reforzado, control de erosión en taludes y canales.

La geocelda o sistema típico de confinamiento celular, se fabrican con bandas sintéticas unidas entre si que se expanden en el lugar formando una estructura en forma de panel, que puede ser llenado con arena, material granular, piedra triturada o concreto, entre otros, de acuerdo a la aplicación.

Este producto trabaja por confinamiento, contrarrestando los esfuerzos causados en todas las direcciones. Cada geocelda conforma un panel y están unidas entre sí para lograr una alta resistencia a la delaminación y garantizar una eficiente estabilidad dimensional, dando como resultado un buen desempeño bajo condiciones de carga.

Las paredes de la geocelda deben garantizar una correcta interacción entre las celdas y el material de relleno; así mismo, la geocelda contribuye a evitar la pérdida de partículas de materiales susceptibles a la erosión permitiendo un buen manejo y evacuación del agua.

Su principal componente es un polímero sintético derivado del petróleo como el Polietileno de Alta Densidad (PEAD) que la hacen resistente a la degradación biológica, química, al agua y a la radiación solar. Una de sus propiedades es tener un gradiente de expansión térmico muy bajo que permite mantener sus propiedades mecánicas en el tiempo.



9.1 Mecanismos de Trabajo

Al instalar los paneles de geoceldas y rellenarlos con material granular compactado, se crea una capa estructural por confinamiento celular lo que permite una mejor distribución de esfuerzos.

El confinamiento desarrollado por la geocelda retiene y protege el material de relleno. Cuando la estructura reforzada es sometida a carga, la geocelda desarrolla un alto confinamiento lateral, donde la interacción por fricción del suelo y las paredes de la geocelda reducen los desplazamientos verticales y horizontales. La redistribución de esfuerzos incrementa la resistencia al corte del suelo brindando una cohesión aparente y formando una plataforma estabilizada de gran resistencia y rigidez. Esta plataforma de trabajo redistribuye cargas sobre una mayor área, disminuyendo sustancialmente los asentamientos diferenciales y aumentando la capacidad portante.

La geocelda permite incrementar la estabilidad a largo plazo de la estructura de pavimento aumentando la capacidad de resistir cargas dinámicas causadas por el tráfico.

Conforme al diseño, aplicación y a la necesidad de soporte de carga, las geoceldas pueden tener longitudes y alturas variables con mayor o menor número de paneles por unidad de área.

9.2 Aplicaciones Viales

9.2.1 Soporte de Carga

La geocelda combinada con el material de relleno compactado conforma una superficie con alta resistencia a la flexión, que actúa como losa semirígida, la cual distribuye lateralmente las cargas y reduce las presiones de contacto. Para aplicaciones en vías permanentes la geocelda permite reducción de espesores de la estructura de pavimento. En afirmados o vías temporales el sistema permite la

CÓDIGO: GU-GE-007	GUIA: PARA EL BUEN USO DE LOS GEOSINTETICOS	VERSIÓN 1.0	 ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Desarrollo Urbano
PROCESO ESTRATÉGICO	ACTO ADMINISTRATIVO: 4218		

utilización de materiales granulares seleccionados, algo permeables y gradados como crudo de río, recebo compactado, etc.



Figura 78. Geocelda como soporte de carga
Fuente: Cortesía Comité Técnico de Geosintéticos

9.2.2 Muros en suelo mecánicamente estabilizado

Al poner la geocelda en una capa sobre-puesta, se transforma en un sistema de contención de tierras, que satisface todos los requisitos estructurales y provee alta flexibilidad en la instalación.



Figura 79. Geocelda en muros de suelo estabilizado
Fuente: Cortesía Comité Técnico de Geosintéticos

El sistema de muros en suelo mecánicamente estabilizado con geocelda se puede construir con pendiente casi vertical generando estabilidad estructural por gravedad, contrarrestando las cargas internas externas aplicadas.

9.2.3 Sistemas de control de erosión en canales y taludes revegetados

La geocelda para protección de taludes y canales, confinan, refuerzan y retienen suelo granular, concreto e incluso cobertura vegetal, controlando el movimiento y esfuerzo cortante causado por el flujo. Al llenar las celdas con concreto, el sistema se transforma en una placa de hormigón flexible con juntas de expansión integradas



Figura 80. Geocelda para protección de canales
Fuente: Cortesía Comité Técnico de Geosintéticos

9.3 Proceso de Instalación para Estabilización de Subrasantes ó Refuerzo de Granulares en vías

- Realizar el descapote y limpieza de la superficie retirando raíces, material suelto, y/o material orgánico.
- En caso de que no se especifique en los diseños, se realiza la excavación a la profundidad requerida.

CÓDIGO: GU-GE-007	GUIA: PARA EL BUEN USO DE LOS GEOSINTETICOS	VERSIÓN 1.0	 ALCALDIA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Desarrollo Urbano
PROCESO ESTRATÉGICO	ACTO ADMINISTRATIVO: 4218		

- En caso de que se requiera poner las geoceldas sobre la subrasante se debe instalar antes un geotextil de separación que este de acuerdo a las recomendaciones del numeral 3.4.1 de este documento.
- Se debe tener en cuenta el ancho de los paneles desplegados de geocelda para instalar previamente en los laterales, lineamientos de estacas que permitan mantener abiertas las geoceldas durante la colocación del material de relleno.

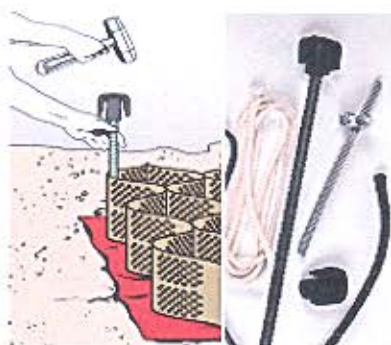


Figura 81. Accesorios para instalación
Fuente: Cortesía Comité Técnico de Geosintéticos

- Poner sobre los paneles el material de relleno cubriendo las geoceldas y un espesor suficiente para garantizar el mínimo espesor recomendado en los diseños sobre la geoceldas cuando el material haya sido compactado. Se recomienda no transitar sobre la geocelda con ningún tipo de vehículo hasta no poner el material de relleno y tener las geoceldas cubiertas.
- Compactar con equipo adecuado utilizado convencionalmente en la construcción de vías hasta alcanzar la densidad especificada por el diseñador

9.4 Almacenamiento

Por la naturaleza del polímero con el cual se fabrican las geoceldas, no requieren de ningún tipo de cuidado especial. Puede almacenarse a la intemperie y



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.

Instituto

Desarrollo Urbano

estar expuesta a los rayos UV y al agua. En el lugar de acopio se recomienda poner señalización para evitar que cualquier vehículo de oruga pueda pisar la geocelda y causar daños al material.



CÓDIGO: GU-GE-007	GUIA: PARA EL BUEN USO DE LOS GEOSINTETICOS	VERSIÓN 1.0	 ALCALDIA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Desarrollo Urbano
PROCESO ESTRATÉGICO	ACTO ADMINISTRATIVO: 4218		



CAPITULO 10 Geobloque

“EL GEOBLOQUE O POLIESTIRENO EXPANDIDO (EPS POR SUS SIGLAS EN INGLÉS) ES UN GEOSINTÉTICO HECHO A PARTIR DE UN POLÍMERO ESPUMADO (POLIESTIRENO) FABRICADO EN TABLETAS O BLOQUES Y USADO PRINCIPALMENTE POR SER UN MATERIAL MUY LIGERO, DE ALTA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, GRAN DURABILIDAD, IMPERMEABLE, CON PROPIEDADES AISLANTES, RESISTENCIA AL CONGELAMIENTO Y A LAS ALTAS TEMPERATURAS SIN PRESENTAR CAMBIOS”

CAPITULO 10

GEOBLOQUE

CAPITULO X

GEOBLOQUE

La utilización de los geobloques en Ingeniería nace del requerimiento de reducir esfuerzos sobre estructuras de contención, cargas sobre suelos blandos susceptibles a fallas por capacidad de soporte o grandes asentamientos. El geobloque permite construir rellenos livianos con tan solo del 1 al 3% del peso de los materiales convencionales.

El geobloque aumenta la eficiencia de instalación de rellenos para diferentes estructuras ya que el material se dispone en formas volumétricas, llega a la obra figurado y disponible para ser instalado, permite premoldearse e incluso fabricarse en el sitio conforme a la aplicación y geometría del proyecto, se puede acomodar y trasladar manualmente. El material al no deformarse significativamente permite calcular con gran exactitud cantidades de relleno ahorrando desperdicios y tiempos de instalación.

El poliestireno expandido ha sido usado en diversas aplicaciones en todo el mundo por más de 40 años. Es fabricado mediante las normas estandarizadas. Los controles de calidad en el proceso de fabricación permiten obtener un material con propiedades mecánicas uniformes que garantizan su desempeño mecánico en obra y durante el periodo de vida útil del proyecto.

10.1 Presentación

Los geobloques se fabrican en diferentes presentaciones; la sección típica es de 1.25 mts de ancho, 0.5 mts a 1.0 mts de alto por 2.0 a 3.0 mts de largo. Por lo general la restricción en la presentación del bloque es definida por el volumen más no

CÓDIGO: GU-GE-007	GUIA: PARA EL BUEN USO DE LOS GEOSINTETICOS	VERSIÓN 1.0	 ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Desarrollo Urbano
PROCESO ESTRATÉGICO	ACTO ADMINISTRATIVO: 4218		

por el peso. Un geobloque de 1.25 x 0.5 x 2.5 mts con una densidad típica de 15kg/m³ pesa 23 kg. La conexión entre paneles puede hacerse mediante platinas barbadadas conectoras en acero galvanizado, que permitan la fácil penetración entre bloques adyacentes y que estén en la capacidad de restringir el movimiento horizontal durante la construcción.

10.2 Ventajas

Los geobloques presentan las siguientes ventajas:

- Relleno aligerado muy liviano, comparado con rellenos en suelo convencionales.
- Material con comportamiento mecánico predecible.
- El proceso de fabricación está normalizado.
- El material presenta diferentes resistencias y propiedades mecánicas de acuerdo a la aplicación y requerimientos particulares del proyecto.
- Material Inerte incluso en contacto a largo plazo con diferentes compuestos orgánicos y químicos del suelo.
- Permite remoldar los bloques en el lugar del proyecto conforme a la geometría requerida.
- Solución con la mayor relación costo / beneficio frente a rellenos convencionales.
- Larga duración conservando su resistencia a la compresión y a las variaciones climáticas.

10.3 Aplicaciones

10.3.1 Rellenos Aligerados



El geobloque tienen una densidad significativamente menor que otros materiales para rellenos aligerados usados convencionalmente en vías como: escorias de alto horno, concreto espumado, agregados con arcillas expandibles o materiales reciclables como neumáticos molidos. Por esta razón son llamados materiales súper livianos o ultralivianos enfatizando su estado único con respecto a los demás materiales.

Junto con la baja densidad, el geobloque aporta una resistencia suficiente para soportar las cargas presentes en varias aplicaciones en geotecnia, incluidas las cargas de vehículos a motor, aviones y trenes. Una baja densidad y una alta resistencia permiten que haya una reducción considerable en los esfuerzos transmitidos al suelo.

A continuación observamos ejemplos de aligeramiento del material utilizando geobloque:

- Terraplenes aligerados sobre suelos blandos

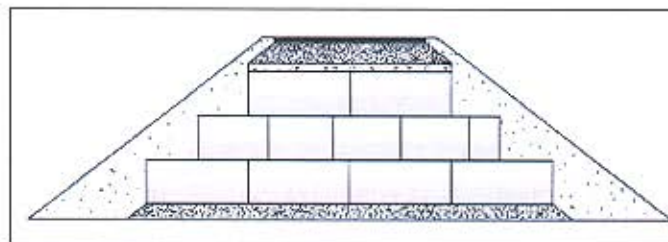


Figura 82. Geobloques en suelos blandos
Fuente: Cortesía Comité Técnico de Geosintéticos

- Muros de contención aligerados

CÓDIGO: GU-GE-007	GUIA: PARA EL BUEN USO DE LOS GEOSINTETICOS	VERSIÓN 1.0	 ALCALDIA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Desarrollo Urbano
PROCESO ESTRATÉGICO	ACTO ADMINISTRATIVO: 4218		

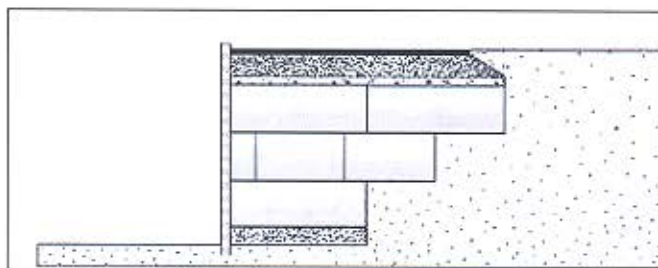


Figura 83. Geobloques en muros de contención
Fuente: Cortesía Comité Técnico de Geosintéticos

- Muros para soporte de puentes

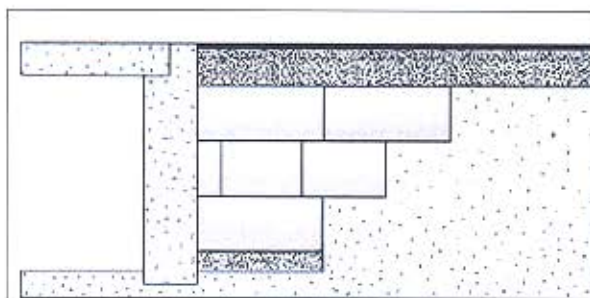


Figura 84. Geobloques en muros para soporte
Fuente: Cortesía Comité Técnico de Geosintéticos

- Rellenos para banquetas en vías con talud superior

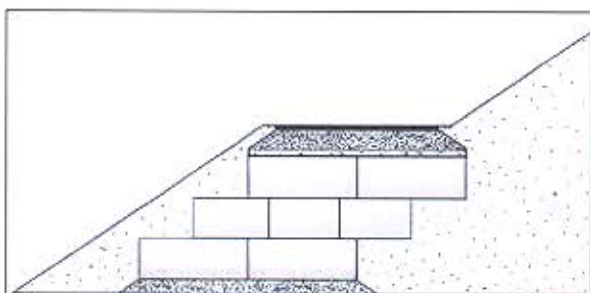


Figura 85. Geobloques en rellenos en banquetas
Fuente: Cortesía Comité Técnico de Geosintéticos

- Rellenos aligerados sobre instalaciones hidráulicas

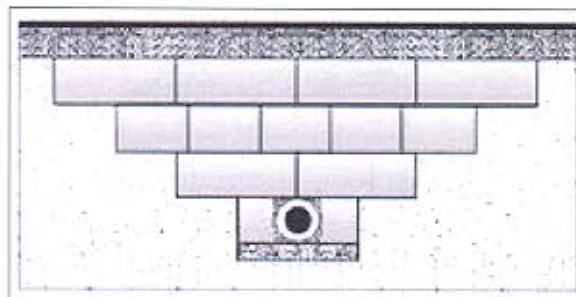


Figura 86. Geobloques en rellenos en instalación de tuberías
 Fuente: Cortesía Comité Técnico de Geosintéticos

10.4 Instalación

A continuación se describe el proceso de instalación en aplicaciones convencionales para vías.

10.4.1 Preparación previa de la subrasante o suelo de fundación

- Realice el descapote y limpie la superficie retirando raíces, material suelto, material orgánico.
- En caso de que se especifique, realice la excavación a la profundidad requerida en el diseño. En condiciones de nivel freático alto se recomienda la instalación de una capa de material drenante protegida con geotextil a manera de manto drenante que debe corresponder a un diseño previo.
- A discreción del Ingeniero especialista se recomienda la colocación de un geotextil y/o geomalla sobre la superficie del suelo para garantizar homogeneidad en las cargas en caso de tratarse de un suelo blando.
- Evacue cualquier presencia de agua o empozamiento.

CÓDIGO:	GUIA:	VERSIÓN	 ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Desarrollo Urbano
GU-GE-007	PARA EL BUEN USO DE LOS GEOSINTETICOS	1.0	
PROCESO	ACTO ADMINISTRATIVO:		
ESTRATÉGICO	4218		

- Coloque una capa de nivelación sobre la subrasante preparada, por lo menos de 2" (50 mm). La capa de nivelación debe encontrarse siempre por encima del nivel freático en el momento de instalar el geobloque.

10.4.2 Colocación del geobloque sobre el suelo de fundación

- En el momento de recibir el material, verifique la referencia del producto en las etiquetas colocadas en el costado. Solamente use el material que se especifica para el proyecto. En caso de requerirse la implementación de ensayos de campo con el Geobloque deben realizarse según lo especifique el ingeniero a cargo del proyecto. La densidad y resistencia a la compresión deben verificarse conforme a la especificación.
- El material debe ubicarse como lo requiera el Ingeniero a cargo del proyecto y como se muestra en los planos de diseño.
- La primera hilera de geobloques deben instalarse sobre la capa de nivelación. En caso que el proyecto requiera varias líneas de la orientación de la capa inmediatamente superior debe estar orientada a 90 grados (perpendicularmente) y las uniones paralelas entre sí en la misma hilera.
- Para facilitar la construcción durante eventos de lluvia, se puede restringir el movimiento entre geobloques usando platinas dentadas colocadas entre las capas horizontales. Consulte la especificación particular para el uso de platinas y su colocación.

10.5 Disminución del Impacto Ambiental

Los geobloques son ambientalmente seguros, no contiene CFC's, HCFC 's, HFC's, o formaldehído contribuyentes de la destrucción de la capa de ozono. Estos gases no se encuentra presentes incluso ni en el proceso de fabricación. Es un material





ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.

Instituto
Desarrollo Urbano

inerte, y altamente estable. No se descompone o libera gases ni lixiviados contaminantes.

Los desperdicios generados en el proceso de fabricación son molidos y nuevamente utilizados como materia prima, el volumen de material reciclado puede constituir hasta un 5% o más del contenido de los geobloques de acuerdo a la aplicación o especificación del producto. El proceso de reciclaje no involucra ningún proceso químico.

Los rellenos o terraplenes con materiales pétreos requieren la compactación de capas delgadas de material, el geobloque no requiere compactación y cada bloque es equivalente a cuatro o más capas en altura, por consiguiente existe una reducción sustancial en el uso de equipos de transporte, nivelación, compactación y emisiones de CO₂.

El geobloque a diferencia de los materiales pétreos no se erosiona, ni libera partículas suspendidas al aire, no contamina los cuerpos de agua con sedimentos. Su uso reduce la explotación de recursos no renovables remplazando el uso de materiales pétreos.

10.6 Almacenamiento

El geobloque permite almacenarse verticalmente y resiste las condiciones climáticas normales del intemperismo en un periodo no prolongado de tiempo. Largas exposiciones a la luz solar pueden causar amarilleo y cristalización superficial causados por los rayos ultravioleta. Este fenómeno causa un efecto mínimo en las propiedades mecánicas. Si es almacenado a la intemperie, se recomienda cubrirse con una capa de polietileno opaca, lona o material similar.



CÓDIGO: GU-GE-007	GUIA: PARA EL BUEN USO DE LOS GEOSINTETICOS	VERSIÓN 1.0	 ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Desarrollo Urbano
PROCESO ESTRATÉGICO		ACTO ADMINISTRATIVO: 4218	

10.6.1 Exposición al agua y al vapor de agua

Las propiedades físicas y químicas del geobloque no son afectadas por la presencia de humedad. La exposición al agua o al vapor del agua no causa abolladuras o deformaciones.

10.6.2 Exposición del geobloque a variaciones de temperatura

El geobloque es capaz de soportar los rigores de los gradientes térmicos del día y la noche, garantizando un desempeño uniforme a largo plazo. Los retardantes de llama usados en la fabricación del geobloque proporcionan un importante grado de seguridad ya que su materia prima se considera combustible. La temperatura de exposición a largo plazo máxima es de 165°F (74°C).

10.6.3 Exposición adhesivos, imprimantes y químicos

Los solventes agresivos para el geobloque son los ésteres, ketones, éteres, aromáticos e hidrocarburos alopáticos y sus emulsiones, entre otros. Si el geobloque es colocado sobre una sustancia desconocida (o sus vapores) se debe realizar ensayos previos de compatibilidad a la temperatura máxima de exposición.

10.6.4 Resistencia a las termitas y moho

Las espumas plásticas pueden estar expuestas a infestación de termitas. El EPS cuenta con aditivos que ofrece resistencia a la infestación de termitas. El EPS no se descompone y no favorece la formación de moho. Es un material totalmente inerte, por lo que no se considera fuente de nutrientes para ningún ser vivo.



GLOSARIO

- **Black Topping** : Mantenimiento de pavimento rígido mediante la colocación de capas asfálticas.
- **C-TRM** : TRM Compuesto, es un TRM que contiene fibras orgánicas que conforman su matriz. Están diseñados para brindar protección inmediata contra la erosión y mejorar el establecimiento de la vegetación, así como proveer un refuerzo a largo plazo gracias a sus redes permanentes.
- **Degradable (temporal)** : Un PECE compuesto de materiales biodegradables, fotodegradables o degradables por otros efectos, que reduce temporalmente la erosión del suelo y mejorará el establecimiento de la vegetación.
- **Flujo intermitente** : Corriente que fluye sólo en respuesta directa a la precipitación o al flujo de una fuente intermitente.
- **Fresado** : Operación mediante la cual se retira la parte superior de la capa asfáltica existente utilizando equipos de cilindro rotador de puntas (fresadora).
- **Geomalla** : Material geosintético formado por un conjunto de nervaduras o costillas de tensión, paralelas y conectadas, con aberturas de suficiente tamaño para permitir la trabazón del suelo, piedra, u otro material geotécnico circundante.

CÓDIGO: GU-GE-007	GUIA: PARA EL BUEN USO DE LOS GEOSINTETICOS	VERSIÓN 1.0	 ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Desarrollo Urbano
PROCESO ESTRATÉGICO		ACTO ADMINISTRATIVO: 4218	

- **Geomallas Unixiales** : También conocidas como mono-orientadas ó unidireccionales, se emplea en aplicaciones donde se conoce la dirección del esfuerzo principal mayor.
- **Geomallas Biaxiales** : También conocidas como bi-orientadas ó bidireccionales, se emplea en aplicaciones donde los esfuerzos movilizados son esencialmente aleatorios.
- **Geotextil** : Material textil plano, permeable polimérico (sintético o natural) que puede ser No Tejido, Tejido o tricotado y que se utiliza en contacto con el suelo (tierra, piedras, etc.) u otros materiales en ingeniería civil para aplicaciones geotécnicas
- **Geosintético** : producto fabricado con materiales poliméricos y utilizado con suelo, roca, tierra u otros materiales geotécnicos como una parte integral de un proyecto, estructura o sistema desarrollado por el hombre
- **Hidrosiembra** : es una técnica que consiste en la colocación por bombeo a presión una capa de slurry o mezcla acuosa. Esta cobertura o manto temporal inyectado, generalmente está compuesto de agua, semillas, fertilizantes, hidroteenedores, acondicionadores de suelo y mulch.
- **Lixiviado** : Es el líquido producido cuando el agua percola a través de cualquier material permeable. Puede contener tanto materia en suspensión como disuelta,



generalmente se da en ambos casos. Este líquido es más comúnmente hallado o asociado a rellenos sanitarios, en donde, como resultado de las lluvias percolando a través de los desechos sólidos y reaccionando con los productos de descomposición, químicos, y otros compuestos, es producido el lixiviado.

- **Mulch** : Está conformado por fibras naturales como madera, algodón, paja celulosa y aglutinantes que ayudan a mantener la mezcla adherida al suelo y ofrecer las condiciones de sustrato, humedad y alimento para la germinación y posterior establecimiento de las plantas.
- **Nudos/Juntas** : Se encuentran donde se conectan las costillas, fibras y/o correas longitudinales y transversales. La resistencia de los nudos/juntas es importante ya que el suelo penetra a través de las aberturas transmitiendo carga de los nervios transversales a los longitudinales por medio de las uniones.
- **Permitividad** : es el caudal de agua, en condiciones laminares, a través de una sección transversal unitaria, bajo una cabeza unitaria, en dirección normal al geotextil.
- **Polímero** : Los polímeros se producen por la unión de cientos de miles de monómeros que forman enormes cadenas de las formas más diversas. Si el polímero es rigurosamente uniforme en peso molecular y estructura molecular, su grado de polimerización es indicado por un numeral griego, según el número de unidades de

CÓDIGO: GU-GE-007	GUIA: PARA EL BUEN USO DE LOS GEOSINTETICOS	VERSIÓN 1.0	 ALCALDIA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Desarrollo Urbano
PROCESO ESTRATÉGICO	ACTO ADMINISTRATIVO: 4218		

monómero que contiene; así, hablamos de dímeros, trímeros, tetrámero, pentámero y sucesivos. El término polímero designa una combinación de un número no especificado de unidades. La mayor parte de los polímeros que usamos en nuestra vida diaria son materiales sintéticos con propiedades y aplicaciones variadas.

- **Poliéster** : Es una categoría de polímeros que contiene el grupo funcional éster en su cadena principal. Los poliésteres que existen en la naturaleza son conocidos desde 1830, pero el término poliéster generalmente se refiere a los poliésteres sintéticos (plásticos), provenientes de fracciones pesadas del petróleo.
- **Poliéster de alta Tenacidad:** Es un polímero sintético, obtenido de la destilación del petróleo en industrias petroquímicas.

El poliéster en especial, por el hecho de desempeñar la función de refuerzo en las geomallas, es cuidadosamente sometido a pruebas, calificaciones y certificaciones referentes al Peso Molecular ($M_n > 25.000$ g/mol) y Grupo Carboxilo final ($CEG < 30$ mmol/kg). Además, no son utilizados en cualquier hipótesis, hilos reciclados.

- **Punzonamiento** : Materiales punzonantes, piedras angulares, ramas de árboles, desechos de construcción y otro tipo de objetos que se encuentren sobre el suelo (subyacente)



que quede en contacto con el geotextil, pueden romperlo y desgastarlo cuando se coloque la capa granular y se apliquen las cargas de tráfico sobre la estructura. Se debe calcular la fuerza vertical que actuará sobre el geotextil bajo estas condiciones, y verificar que el geotextil que se coloque resista el punzonamiento que se genere. El ensayo de resistencia al punzonamiento ASTM D4833, INV E-902 simula esta condición en laboratorio y permite calcular la máxima resistencia que tiene un geotextil bajo la acción del punzonamiento.

- **RECP** : Rolled Erosion Control Product (PECE); material degradable (temporal) o no degradable (permanente) fabricado en rollos y cuyo aplicación reduce la erosión en el suelo y asiste en el crecimiento y establecimiento de la vegetación.
- **Rigidez Flexural** : Se define como el momento requerido para doblar una estructura sólida por unidad de curvatura. La rigidez flexural tiene unidades en SI, Pa·m⁴ que equivale a N·m².
- **Termosoldados** : Hace referencia a un proceso de fabricación de geotextiles no tejidos en la cual la unión de las fibras y consolidación del geotextil se logra por fusión de las fibras y soldadura en los puntos de intersección mediante un calandrado a temperatura elevada. Su espesor y su elongación son sensiblemente inferiores a la de los punzonados por agujas, por lo cual su

CÓDIGO: GU-GE-007	GUIA: PARA EL BUEN USO DE LOS GEOSINTETICOS	VERSIÓN 1.0	 ALCALDIA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Desarrollo Urbano
PROCESO ESTRATÉGICO	ACTO ADMINISTRATIVO: 4218		

transmisividad y permeabilidad son menores, tienen buenas propiedades mecánicas y poca flexibilidad (son algo rígidos).

- **TRM** : Turf Reinforcement Mat; un PECE compuesto de fibras, filamentos, redes u otros elementos sintéticos, procesados en una matriz permanente y tridimensional con suficiente espesor. Los TRMs son usados típicamente en aplicaciones hidráulicas como canales de alto flujo y taludes con pendientes muy fuertes en donde las fuerzas erosivas exceden la capacidad de la vegetación sin refuerzo.
- **Trama** : Se refiere a las cintas que van en el sentido transversal, la dirección del ancho del rollo (la dirección "corta").
- **Urdimbre** : Se refiere a las cintas que van en el sentido longitudinal (la dirección en que se fabrica el tejido, la "larga").



REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. KOERNER R.M., Designing With Geosynthetics, 3 ED. U.S.A., 1994.
2. FEDERAL HIGHWAY ADMINISTRATION, Geosynthetics Design And Construction Guidelines, Publication No. HI – 95 038, 11995.
3. HOLTZ R., CHRISTOPHER B., BERG. R. Geosynthetic Engineering. Bitech Publishers Ltd.
4. AASHTO-M 288, 2005.
5. IGS BRASIL: Recomendações IGSR GM 01 – 2003;
6. INTERNATIONAL ASSOCIATION OF GEOSYNTHETIC INSTALLERS – IAGI, HDPE Geomembrane Installation Specification – Revision, February 2000;
7. GEOSYNTHETIC RESEARCH INSTITUTE – GRI: GM 19;
8. LEISTER PROCESS TECHNOLOGIES: Instruções de funcionamento
9. MACCAFERRI , Manual de Refuerzo
10. Yuu, J., Han, J., A. Rosen, R.L. Parsons, and D. Leshchinsky. Technical review of geocell-reinforced base courses over weak subgrade.
11. Gourves, R., Reffsteck, P. and Vignon, J.F. Study of confinement effect in geocells. Geosynthetics: Applications, Design and Construction, 1996.
12. Horvath, J. S., "The Case for an Additional Function". IGS News, International Geotextile Society, Vol. 7, No. 3 (1991) pp. 17-18.
13. Horvath, J. S., "'Lite' Products Come of Age; New Developments in Geosynthetics".
14. Standardization News, American Society for Testing and Materials, Philadelphia, Pa., U.S.A., Vol. 20, No. 9 (1992) pp. 50-53.

CÓDIGO:	GUIA:	VERSIÓN	 ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Desarrollo Urbano
GU-GE-007	PARA EL BUEN USO DE LOS GEOSINTETICOS	1.0	
PROCESO		ACTO ADMINISTRATIVO:	
ESTRATÉGICO		4218	

15. KOERNER R.M., Designing With Geosynthetics, 4 ED. U.S.A., 1997.
16. U.S. ARMY CORPS OF ENGINEERS, USE OF GEOGRID IN PAVEMENT CONSTRUCTION, Technical Letter No. 1110-1-1899, 2003
17. HOLTZ R., CHRISTOPHER B., BERG. R. Geosynthetic Engineering. Bitech Publishers Ltd.
18. Carmo Joe, Nelsen Roy, Design of Erosion Control on Slopes and Channels A Workbook, North American Green, 2005
19. Especificaciones generales de construcción de carreteras y normas de ensayo para materiales de carreteras, Instituto Nacional de vías, INVIAS,
20. Hydraulical Engineering Circular No. 15, Third Edition: Design of Roadside Channels with Flexible Linings, Federal Highway Administration, 2005
21. Standard Specification for Rolled Erosion Control Products, ECTC, Erosion Control Technology Council, 2004
22. Standard Specifications For Construction of Roads and Bridges on Federal Highway Projects, FP03, USDOT - FHWA Federal Highway Administration, USA, 2003 sección 629
23. I.N.V. E – 905 – 07. Guía de Uso e Instalación de Geomallas en Pavimentación y Rehabilitación de Capas Asfálticas “Aplicación de Geomallas Fortgrid” GEOMATRIX S.A.
24. www.ieca.org: Internacional Erosion Control Association
25. www.ectc.org: Erosion Control Technology Council
26. www.epa.gov: Environmental Protection Agency
27. <http://es.wikipedia.org/wiki/Lixiviado>





ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.

Instituto
Desarrollo Urbano

28. Manual de Diseño Capítulo 6 "Refuerzo en Vías con Geomallas" PAVCO S.A.
29. Descripción General del Sistema GlasGrid "Sistema de Refuerzo de Pavimento" TENSAR.
30. Especificación Técnica para Geomallas en Capas Asfálticas ET-GE-001, Instituto de Desarrollo Urbano (IDU).
31. Guía de diseño e instalación de control de erosión y revitalización de taludes, Geomatrix S.A.
32. Manual de Diseño de Geosintéticos-8va Edición, Geosistemas PAVCO S.A. 2009.
33. Especificaciones Generales de Construcción con Geosintéticos, Geosistemas PAVCO S.A. 2009.



AGRADECIMIENTOS



**ALCALDIA MAYOR
BOGOTA D.C.**

**Instituto
DESARROLLO URBANO**

