

7 Geosintéticos

7.1. Introducción. Breve historia. Definición. Funciones principales de los geosintéticos. Principales tipos de geosintéticos. 7.2. Tipos de geosintéticos. Consideraciones generales. Geotextiles. Geomallas. Geomembranas. Geoceldas. Geogrillas. Geomantas. 7.3. Funciones de los geosintéticos. Introducción. Función de separación. Función de separación control de erosión. Función de filtración. Función de drenaje. Función de impermeabilización. Función de protección. Función de refuerzo.

7.1 INTRODUCCIÓN

7.1.1 Breve historia

En la Figura 7.1. muestra una parte de la muralla china que fue construida con elementos que se parecen a los geosintéticos actuales.

En la década de los 70' comenzaron a utilizarse en forma más creciente, así en la Figura 7.2 se puede observar una impermeabilización realizada en un relleno sanitario.



Figura 7.1. Parte de la muralla china construida hace 200 años con “geosintéticos”.

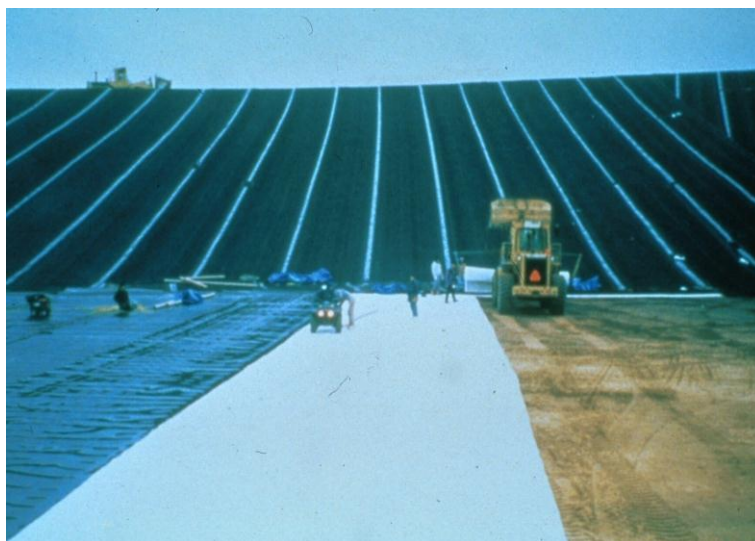


Figura 7.2. Recinto para depósito de basura (relleno sanitario) construido en la década del 70'

7.1.2 Definición

La Norma IRAM 78001 define a los Geosintéticos “como el producto elaborado con materiales poliméricos, utilizados en los suelos, rocas u otros materiales relacionados con la ingeniería geotécnica, como una parte-integrante de un proyecto, una estructura o un sistema”. De igual forma, la ASTM D 4439 los define como “Productos planos fabricados de material polimérico, usados con suelos, rocas u otros materiales de ingeniería geotécnica como parte integrante de un proyecto hecho por el hombre, estructura o sistema.

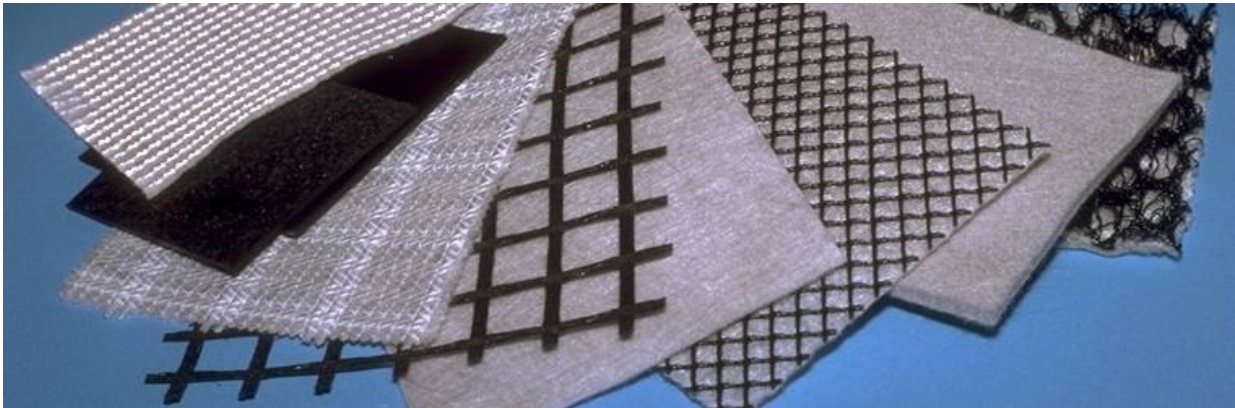


Figura 7.3. Muestra de algunos geosintéticos.

7.1.3 Funciones principales de los geosintéticos

Los geosintéticos pueden cumplir las siguientes funciones principales:

- Filtración
- Separación
- Refuerzo
- Impermeabilización
- Drenaje planar
- Protección
- Control de erosión

En la Figura 7.4 se presentan esquemáticamente estas funciones u objetivos.

7.2 TIPOS DE GEOSINTÉTICOS

7.2.1 Consideraciones generales

En la tabla 1 se presenta los principales geosintéticos que dispone el ingeniero para el diseño de obras de ingeniería. En los apartados posteriores se hace un estudio y análisis de las características principales de estos materiales.

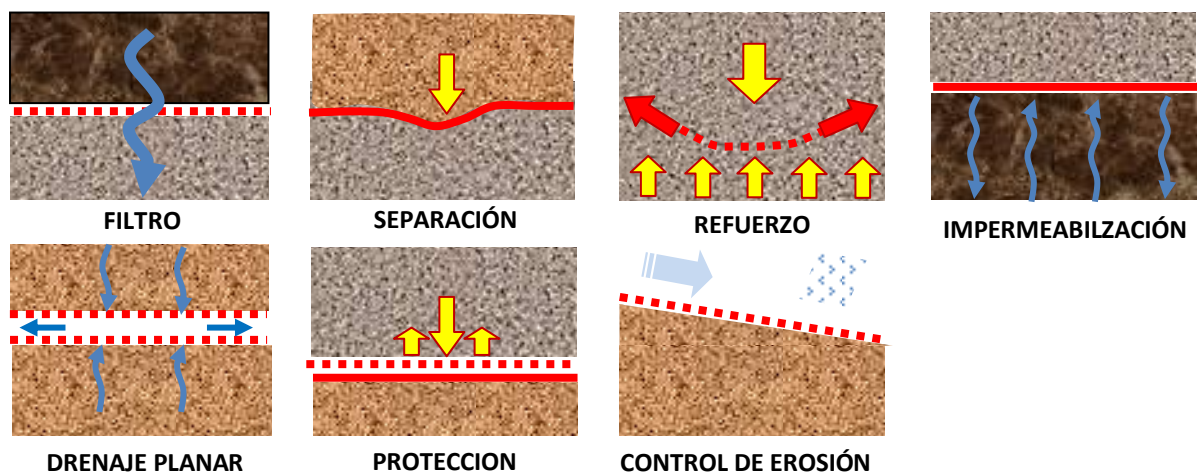


Figura7.4. Principales funciones que cumplen los geosintéticos

Tabla 1. Principales geosintéticos

<i>Tipo</i>	<i>Definición</i>	<i>Función principal</i>
<i>Geotextil</i>	Los geotextiles son productos planos y permeables de origen textil que por sus propiedades pueden ser utilizados en obras de geotecnia en particular, y de ingeniería en general	<i>Separación</i> <i>Filtración/Drenaje</i>
<i>Geomallas o geogrillas</i>	Las geomallas están formadas por una red regular de elementos integralmente conectados, con aberturas que permitan el intertrabado con los materiales	<i>Refuerzo</i>
<i>Geomembranas</i>	Membrana esencialmente impermeable usada como barrera de líquido o vapor, para controlar la migración de ellos	<i>Impermeabilización</i>
<i>Geodren o geocompuestos drenantes</i>	Geosintéticos, que por su forma facilita el drenaje en el plano de líquidos y gases.	<i>Drenaje planar</i>
<i>Geoceldas</i>	Geosintéticos que conforma una matriz de celdas huecas aptas para confinar suelo, piedra, hormigón u otros materiales.	<i>Confinamiento</i>
<i>Geomantas o Biomantas</i>	Geosintéticos de fibras sintéticas o naturales biodegradables, simple y compuesta, plana, cuya función principal es la protección contra la erosión de superficies, ya sea facilitando el enraizamiento de la vegetación como por medio de la fijación de la capa de suelo superficial. Las mantas de materiales naturales se conocen también como "biomantas".	<i>Control contra la erosión</i>

7.2.2 Geotextiles

Los geotextiles son geosintéticos permeables compuestos únicamente de materiales textiles. Las hojas son flexibles y permeables y generalmente tienen el aspecto de un tejido. Pueden ser mantas continuas de fibras tejidas y no tejidas.

Se utilizan en obras de ingeniería, especialmente cuando se trata de construcciones donde intervienen diferentes tipos de suelos, cumpliendo diversas funciones, como son:

- **Separación**

La separación impide el contacto entre dos superficies de distintas propiedades físicas, lo cual evita su mezcla y contaminación aunque permite el flujo libre de líquidos filtrándolos a través del geotextil, puede ser entre dos capas diferentes: por ejemplo, del suelo aportado o entre suelo natural y el de aporte.

- **Filtración**

La filtración es la propiedad de retención de un material de ciertas partículas sometidas a fuerzas hidrodinámicas al tiempo que permite el pasaje de fluidos. Actúan como un filtro de arena permitiendo que el agua pueda migrar a través del suelo, pero evitando el movimiento de las partículas del mismo.

- **Drenaje**

El drenaje es el proceso mediante el cual se realiza el pasaje de un lugar a otro de un fluido (líquido o gas), evacuándolo. De esta manera se efectúa la eliminación por evacuación en el espesor del geotextil sin producir el lavado de finos.

- **Refuerzo**

El refuerzo del geotextil se consigue por las propiedades que poseen ciertos geotextiles, mejorando las propiedades mecánicas y disminuyendo el nivel de cargas sobre el terreno porque realiza un trabajo de homogeneizar la distribución de las cargas sobre una superficie extensa.

- **Protección**

La función de protección permite que el sistema geotécnico no se deteriore. El geotextil actúa protegiendo geomembranas impermeables; de modo que impide que se produzcan daños mecánicos de abrasión o punzonamiento.

Hay dos tipos de geotextiles:

- **Geotextil NO Tejido:**

Geotextil obtenido por ligado mecánico y/o químico y/o térmico de filamento o fibras cortadas sin orientación determinada. Los polímeros habituales con los cuales se fabrican son: a) PP: polipropileno; b) PET: poliéster.

Según la distribución de las fibras estos pueden ser de fibras cortadas o de filamentos continuos.

Y según el modo de unión pueden subdividirse en:

- Agujados, punzonados o agujeteados: los filamentos del geotextil no tejido se unen mediante unión mecánica a través de agujas dispuestas en la parte inferior y superior de la napa de filamentos y que entran y salen a gran velocidad de la napa cohesionando y entrelazando los filamentos.
- Termosoldados: los filamentos están unidos mediante calor a través de un proceso de termofusión.

- **Geotextil Tejido:**

Geotextil tejido con urdimbre o trama (Malla plana, permeable ortogonal, cerrada). Los polímeros habituales con los cuales se fabrican son: a) PP polipropileno; b) PET poliéster; c) PE polietileno; d) PVA polivinil alcohol.

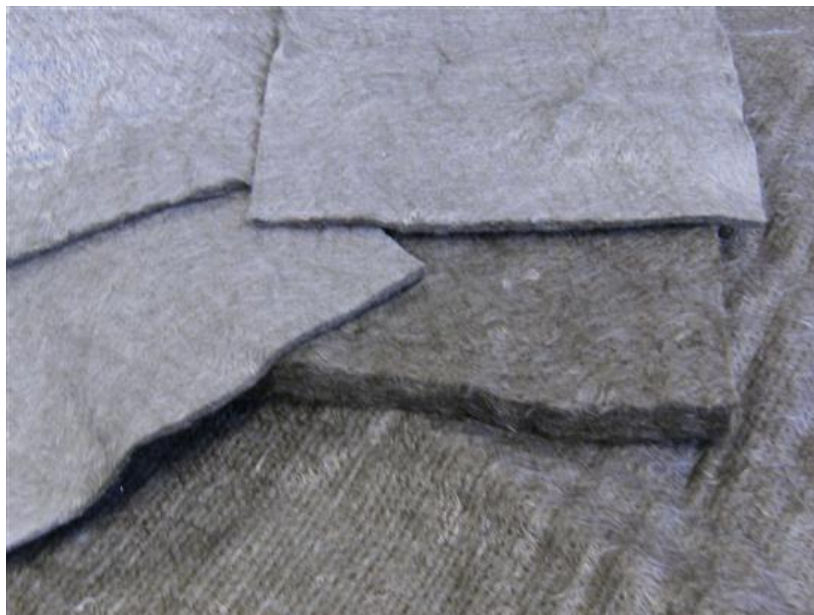


Figura 7.5. Geotextiles no tejidos



Figura 7.6. Geotextiles tejidos

7.2.3 Geomalla o geogrilla

Materiales geosintéticos que tienen una apariencia de una red. Las geomallas se distinguen por una red regular de elementos de resistencia de tracción que forman aberturas que son lo suficientemente grandes como para formar una trabazón con la matriz de suelo circundante. Estos materiales pueden ser:

- **Geogrillas tejidas:**
Pueden ser de: a) de filamentos continuos entrecruzados (Generalmente PET o PP) (Actualmente también AR, PVA y PET de alto peso molecular), o B) revestidos (PVC o elastómero para refuerzo) (con asfalto para repavimentación)
- **Geogrillas de láminas perforadas:**
De láminas de PEAD (polietileno de alta densidad) uni o bidireccionalmente traccionadas.

Sus aplicaciones más habituales son para reforzar terraplenes, para refuerzo de pavimentos asfálticos y anclaje en muros de sostenimiento.



Figura 7.7. Geomallas o geogrillas

7.2.4 Geomembranas

Las geomembranas son hojas continuas y flexibles, usadas esencialmente como barreras impermeables de líquido o vapor en construcciones de suelo, de roca u otro material geotécnico ingenieril, como parte integral de un proyecto, estructura o sistema. La norma ASTM D 4833 la define como una lámina sintética que actúa como barrera de bajísima permeabilidad, usada con cualquier material geotécnico para controlar la migración de fluidos.

Desde el punto de vista del proceso de fabricación pueden ser por: soplado, laminación, extrusión o por recubrimiento.

Los polímeros habituales utilizados para su construcción, son:

- **Termoplásticos:** PVC (Policloruro de vinilo) y PEAD (Polímero de Alta densidad)
- **Termoestables:** EPDM, EVA (Neoprene)
- **Combinados:** PECS (Polímero clorosulfurado o hypalon); PVC modificado (Alta resistencia a los hidrocarburos y al intemperismo)

Pueden fabricarse mono o multicapa de forma de minimizar los riesgos de perforaciones de fabricación. Pueden ser de superficie lisa o rugosa, de forma de ofrecer una mayor fricción en el contacto con el suelo.

Se utiliza ampliamente en obras de ingeniería hidráulica y sanitaria, como en rellenos sanitarios o industriales. También en obras de protección al medio ambiente.

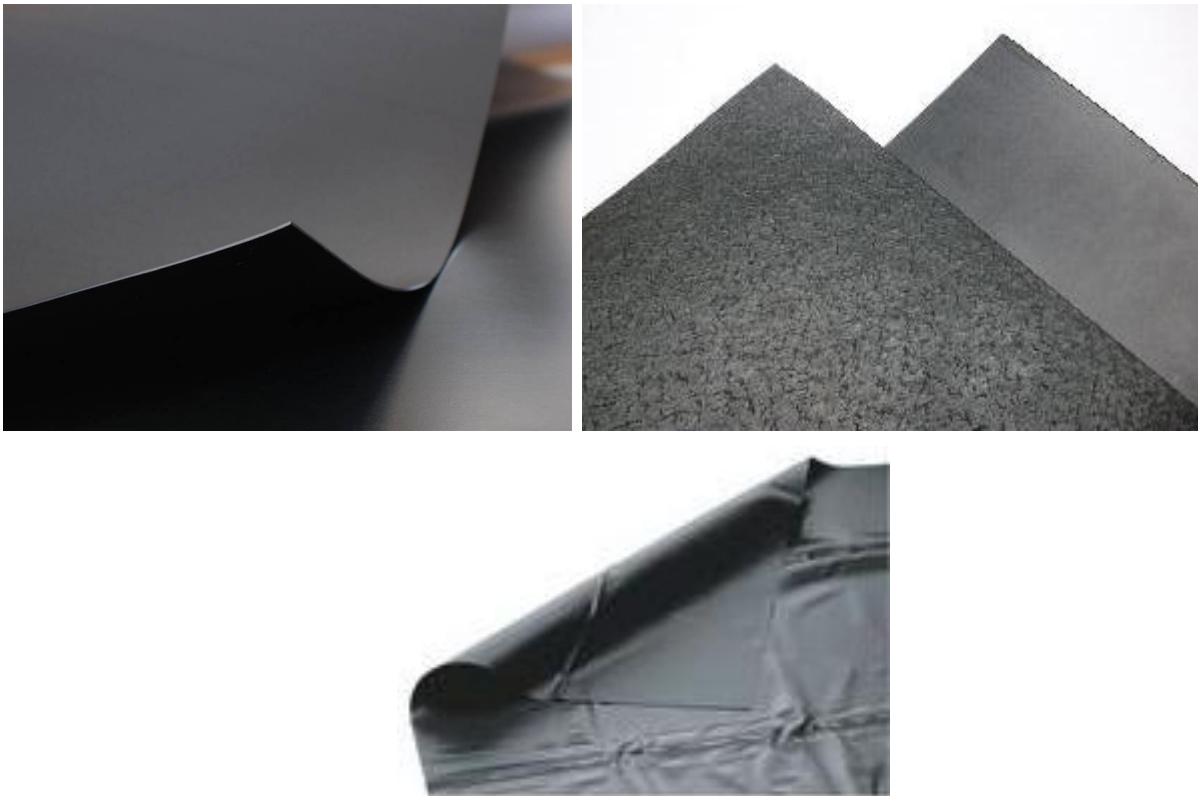


Fig.7.8. Geomembranas.

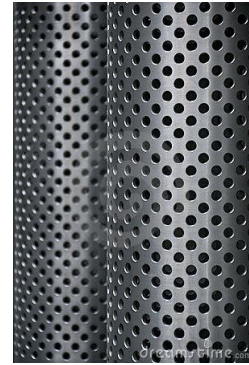
7.2.5 Geodren o Geocompuestos drenantes

La norma ASTM D4439 lo define como un geosintético que consta de sistemas de costillas paralelas integralmente conectadas dispuestos encima de otros sistemas de costillas similares en diferentes ángulos para facilitar el drenaje en el plano de líquidos o gases. O sea, son productos (tubos, tiras o planchas) que por, sus formas tridimensionales poseen secciones con una elevada cantidad de canales o vacíos (capacidad de conducción) con vinculaciones al exterior de la pieza (capacidad de captación), que pueden resistir los esfuerzos del medio donde se instalan (resistencia a la compresión).

Hay de distintos tipos:

- **Tubos ranurados o perforados:** Generalmente utilizados en trincheras drenantes.

- **Mallas o geodren o geonet** : Listones superpuestos de PEAD dispuestos romboidalmente (geonet o geored), para drenaje de grandes superficies.
- **Placas**: Para drenaje de superficies firmes (detrás de estructuras o debajo de pisos)
- **Drenes verticales o tiras**: Drenes verticales para consolidación de suelos blandos saturados.



a) Tubos ranurados

b) Tubos perforados



c) Geodren o Geonet

d) Placa de drenaje



e) Dren vertical

Fig. 7.9. Tipos de Geocompuestos drenantes.

7.2.6 Geoceldas

Geosintético que conforma una matriz de celdas huecas aptas para confinar suelo, piedra, hormigón u otros materiales" (IRAM 78001).

Paneles de tiras texturizadas y perforadas de polietileno de alta densidad soldadas entre sí por ultrasonido, con las que se conforma un sistema de confinamiento celular de arena, suelo vegetal piedra u hormigón, para obras de refuerzo, contención, defensa de costas y control de erosión.

Su aptitud para confinar está dada por su capacidad de:

- Retener el relleno (por lo que las tiras suelen ser perforadas y/o rugosas).
- Resistir esfuerzos de confinamiento (por la resistencia de las tiras y la soldadura entre ellas.)

Son utilizadas en refuerzo de sub-bases viales, en revestimientos de canales, puentes o alcantarillas para controlar la erosión, y también para confinamiento de coberturas vegetales.



Fig. 7.10. Geoceldas

7.2.7 Geomantas o Biomantas

Manta de fibras sintéticas o naturales biodegradables, simple y compuesta, plana, cuya función principal es la protección contra la erosión de superficies, ya sea facilitando el enraizamiento de la vegetación como por medio de la fijación de la capa de suelo superficial (IRAM 78001). Las mantas de materiales naturales se conocen también como "biomantas".



7.11. Geomantas o biomantas

7.3 Funciones de los geosintéticos

7.3.1 Introducción

Aplicaciones de geosintéticos se pueden clasificar según sus funciones primarias. Sin embargo, es importante tener en cuenta que los geosintéticos también pueden tener una o más funciones secundarias.

Así, los métodos de diseño de los geosintéticos pueden ser: por experiencia, por especificación y por función.

El diseño por función debe contemplar:

1. Evaluar la importancia de la aplicación;
2. Determinar las funciones de los geosintéticos.
3. Determinar el valor requerido de la propiedad para la función (o funciones).
4. Ensayar u obtener de alguna forma el valor permisible de la propiedad de los geosintéticos candidatos.
5. Calcular el factor de seguridad (FS).
6. Evaluar el factor de seguridad.
7. Preparar especificaciones y documentos de construcción.
8. Observar construcción y rebajar el desempeño.

7.3.2 Función de separación

Geosintéticos actúan para separar dos capas de suelo que tienen distribuciones de tamaño de partículas diferentes.

Por ejemplo, geotextiles utilizados para prevenir que materiales de la base de carreteras penetren en el subsuelo blando subyacente, manteniendo así la integridad del espesor de diseño y la integridad de la carretera.

Estos separadores son usados, también, para prevenir que suelos finos del subsuelo sean bombeados dentro de la capa de base (permeable y granular) de la carretera.

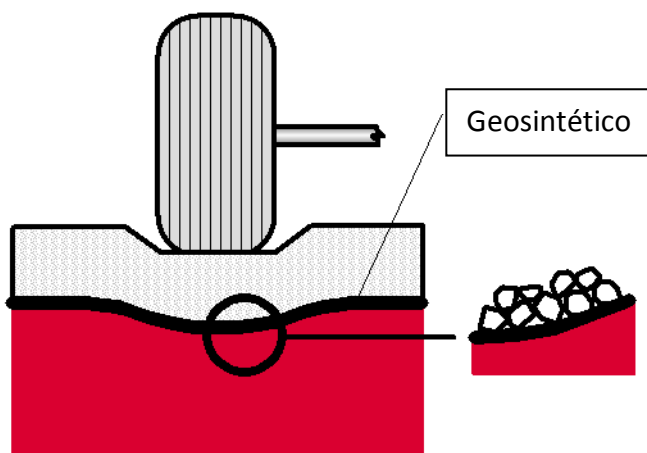
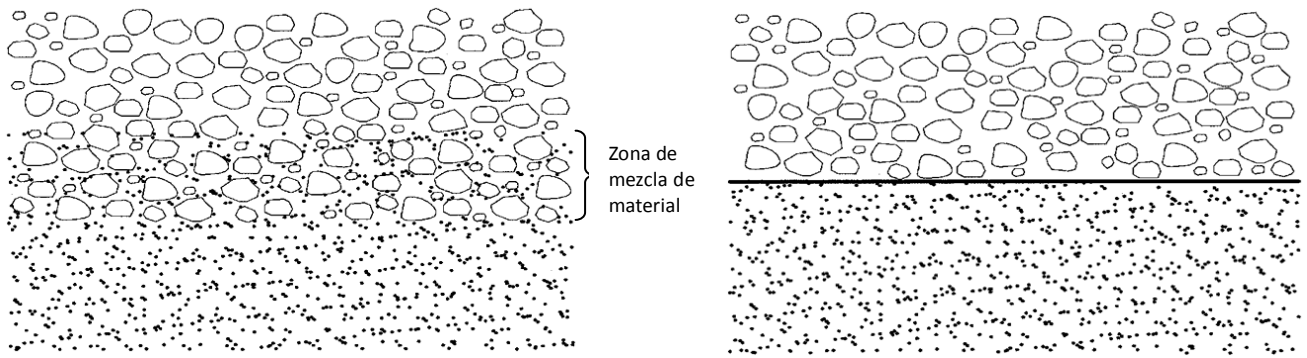


Figura 7.12: Función de separación de un suelo granular de la base de un camino con el suelo natural



Sin geotextil

Con geotextil

Figura 7.13: Función de separación de los geosintéticos

7.3.3 Separación: Control de erosión

Los geosintéticos también pueden reducir la erosión causada por el impacto de lluvias y por las tensiones de corte inducidas por el flujo de agua. Por ejemplo, mantas geosintéticas temporarias y esteras geosintéticas permanente sobre la superficie del suelo en laderas naturales o en cortes de carreteras.

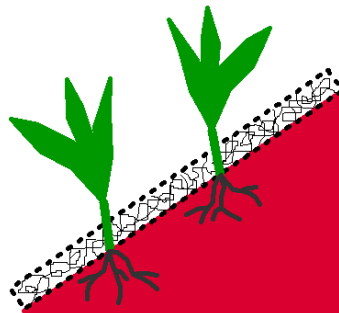


Figura 7.14: Control de erosión



Figura 7.15: Geomantas colocadas sobre un talud para prevenir efectos de erosión.

7.3.4 Función de Filtración

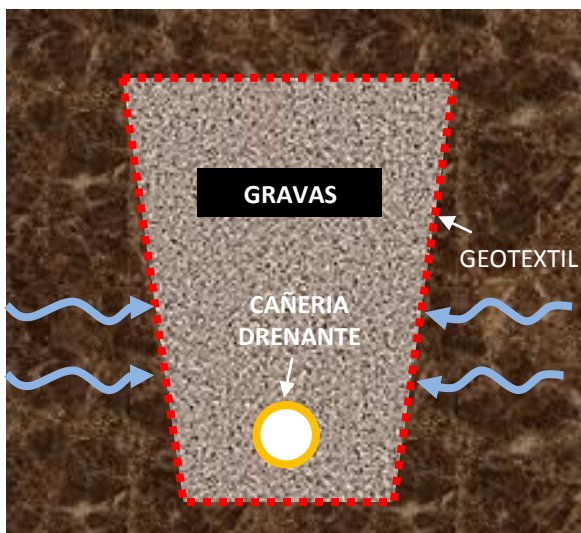
La filtración es la propiedad de retención de un material de ciertas partículas sometidas a fuerzas hidrodinámicas al tiempo que permite el pasaje de fluidos. La función de filtro debe garantizar su estabilidad hidráulica.

Los geosintéticos actúan como un “filtro de arena” permitiendo que el agua pueda migrar a través del suelo, pero evitando el movimiento de las partículas del suelo. Por ejemplo, geotextiles utilizados para prevenir la migración de suelos finos dentro de los materiales granulares o tuberías, manteniendo el flujo a través del sistema.

En esta función de filtración deben tenerse en cuenta los siguientes parámetros:

- Permeabilidad de ambos suelos.
- Abertura eficaz de los poros.
- Espesor del geotextil.

En la Figura 7.16. se observa un cañería drenante colocada en una zanja rodeada de material granular (gravas). El geotextil separa este material del suelo natural de modo que la filtración de agua del terreno no arrastre material fino hacia las gravas y las colmate. De esta forma se asegura un comportamiento adecuado del dren y del material granular como elemento drenante.



a) Esquema



b) Foto

Figura 7.16: Función de filtración

7.3.5 Función de drenaje

El drenaje es el proceso mediante el cual se realiza el pasaje de un lugar a otro de un fluido (líquido o gas), evacuándolo. De esta manera se efectúa la eliminación por evacuación en el espesor del geotextil sin producir el lavado de finos.

Los geosintéticos actúan como un dren para llevar líquidos a través de suelos menos permeables (medios de transmisión de fluidos en el plano). Por ejemplo, los geotextiles utilizados para disipar las presiones de agua de poros en la base de terraplenes de carreteras, geocompuestos drenantes utilizados en el borde de pavimento y drenes verticales prefabricados utilizados para acelerar el proceso de consolidación de arcillas.

En esta función de Drenaje deben tenerse en cuenta los siguientes parámetros:

- Permeabilidad en el plano del geotextil.
- Espesor del geotextil.

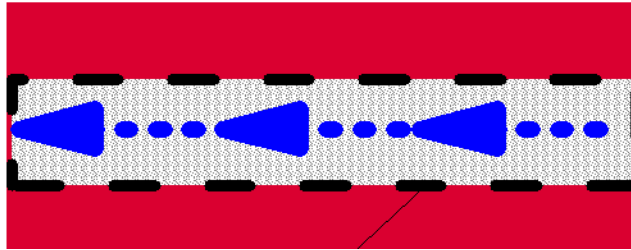


Figura 7.17. Función drenante en el plano del geotextil

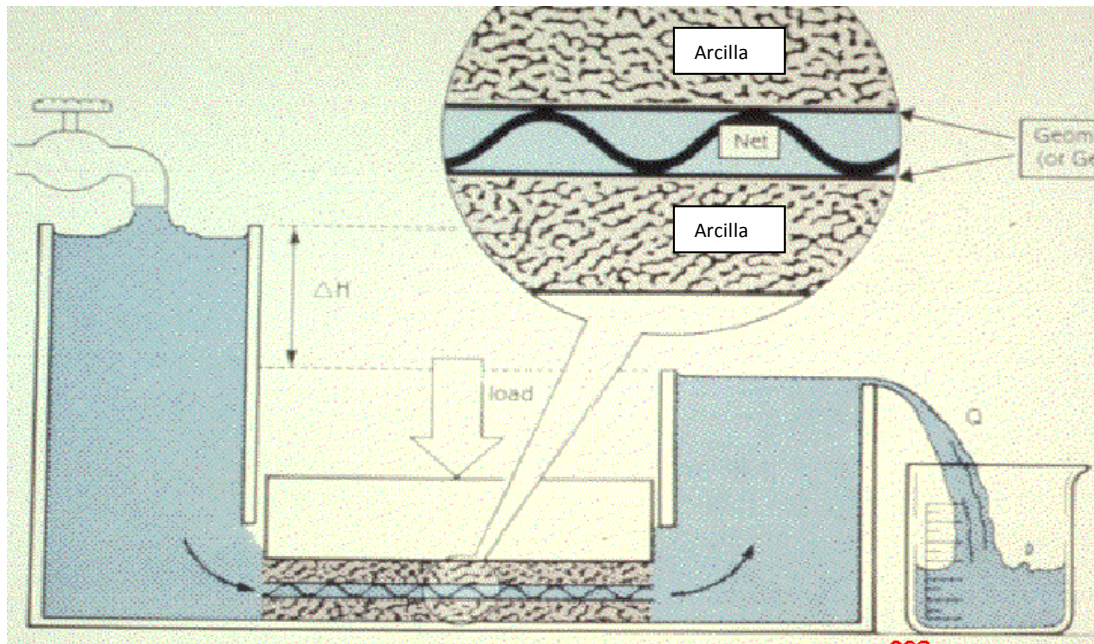


Figura 7.18: Ensayo de permeabilidad de un dren horizontal

7.3.6 Función de barrera de impermeabilización

Los geosintéticos actúan como una barrera esencialmente impermeable a los líquidos o gases. Por ejemplo, geomembranas y GCLs utilizados como barreras para impedir el flujo de líquidos o gas en rellenos sanitarios, diques de relave, etc.

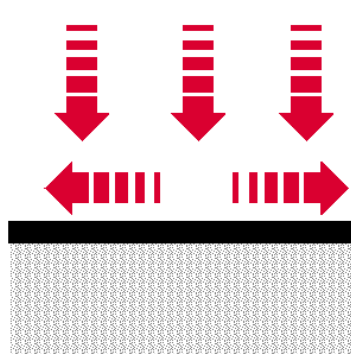


Figura: 7.19: Función de impermeabilización



Figura 7.20: Geomembrana colocada sobre el talud de una presa de material suelto, antes de colocar el rip rap.

7.3.7 Función de protección

Los geosintéticos pueden actuar para proteger otros geosintéticos. Por ejemplo, geotextiles no tejidos son utilizados para prevenir los defectos en geomembranas (reduciendo tensiones de contacto) de piedras en el suelo adyacente, residuos o material de drenaje durante la instalación y en servicio.

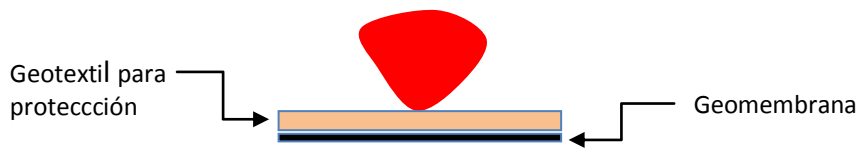


Figura 7.21: Función de protección.

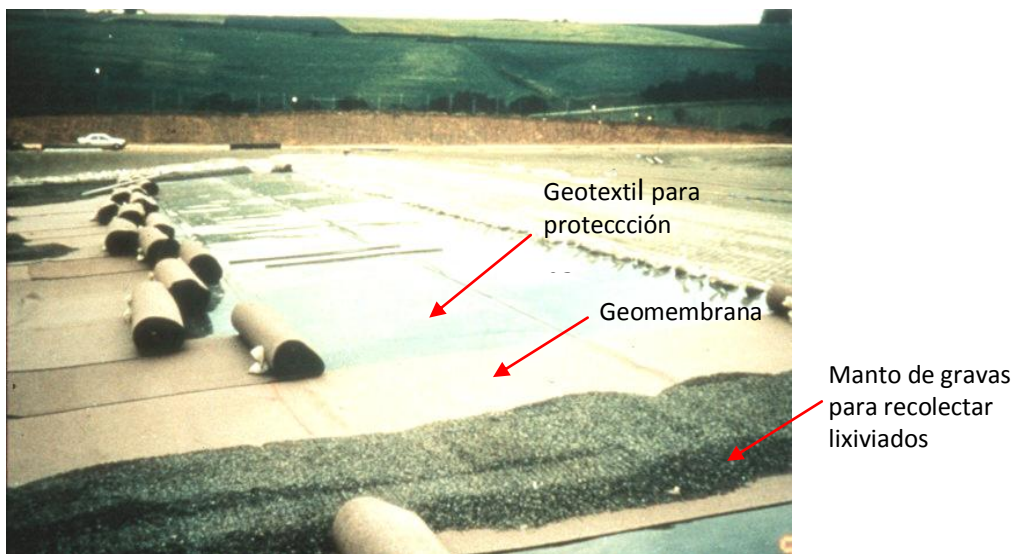


Figura 7.22: Instalación de un geotextil de protección debajo de una geomembrana. Función de refuerzo

7.3.8 Función de refuerzo

Los geosintéticos actúan como elementos de refuerzo dentro de una masa de suelo o en combinación con el suelo para producir un compuesto que mejora las propiedades de resistencia y deformación en relación a las de suelo sin refuerzo. Por ejemplo, geotextiles y geomallas utilizados como inclusiones en muros de contención y los refuerzos utilizados para construir terraplenes sobre suelos blandos.

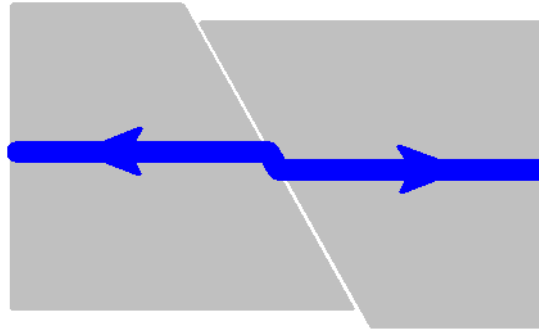
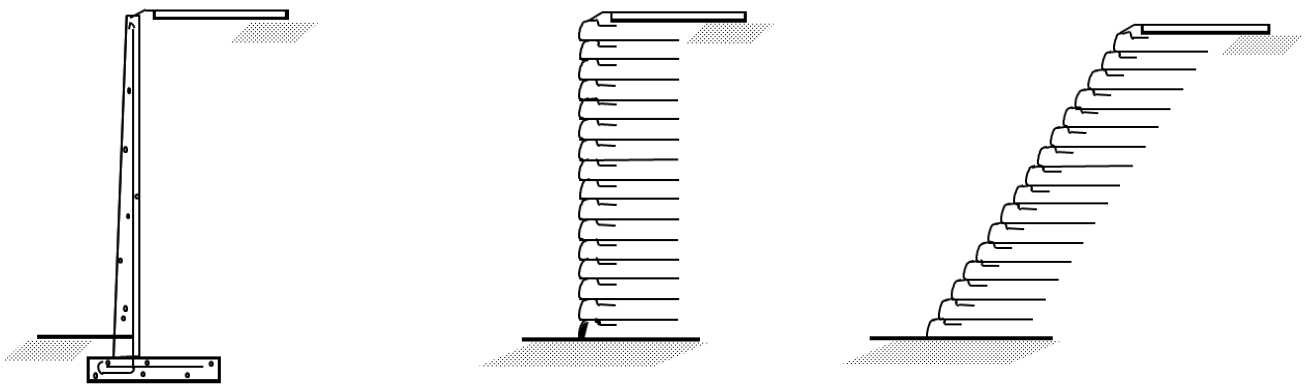


Figura 7.23: Función de refuerzo



a) Muro de sostenimiento b) Muro con refuerzo con geotextiles c) Talud reforzado con geotextiles

Figura 7.24: Estructuras geotécnicas con refuerzo con geotextiles



Figura 7.25: Ejemplos de muros de sostenimientos reforzados