

Definición, función y clasificación de los geotextiles

El área de construcción del Departamento de Transportes y Tecnología de Proyectos y Procesos de la Universidad de Cantabria está a punto de finalizar, en colaboración con la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento, la elaboración de un 'Manual de Geotextiles en Carreteras', cuya esencia se recoge en este reportaje.

La utilización de los geotextiles en diversos campos de la ingeniería se ha visto incrementada de una forma considerable en los últimos años. Recientemente, la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento ha publicado dos artículos sobre geotextiles para incluirlos al PG3, en la Orden Circular 326/00 “Sobre geotecnia vial en lo referente a materiales para la construcción de explanaciones y drenajes. Se trata, en concreto, del artículo 290 “Geotextiles” y del artículo 422 “Geotextiles como elemento de filtro y drenaje”.

El primero recoge varios aspectos generales que se deben de tener en cuenta sobre geotextiles mientras que el segundo incluye, básicamente, los valores mínimos requeridos a estos materiales cuando se van a utilizar en obras de carreteras, cuya función sea la de separar capas de diferentes granulometría o la de filtro en sistemas de drenaje.

También cabe destacar la colaboración entre la citada Dirección General y la Universidad de Cantabria en la elaboración de un Manual de Geotextiles en Carreteras, base de esta publicación.

Qué son los geotextiles

Los geotextiles se pueden definir como un material textil plano, permeable y polimérico, que se emplea en contacto con suelos y otros materiales para aplicaciones geotécnicas en ingeniería civil. Los polímeros utilizados en la fabricación de geotextiles suelen ser de origen sintético debido a su mayor

durabilidad frente a los naturales. Los principales son las poliamidas, poliésteres y las poliolefinas (polietileno y polipropileno).

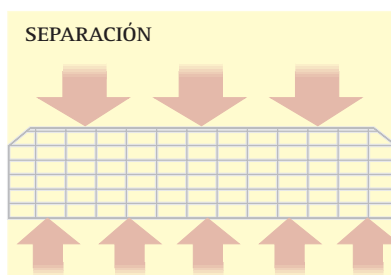
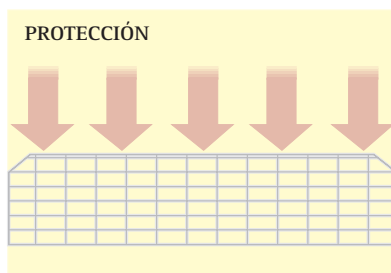
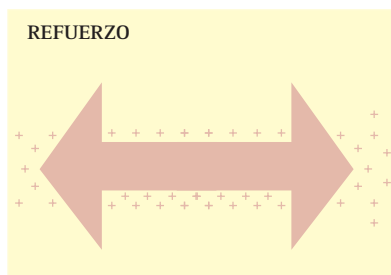
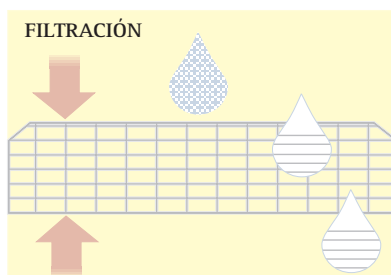
Las primeras referencias de la utilización moderna de geotextiles datan de los años 60 y se refieren a la construcción de obras marítimas en Holanda. Comenzaron a emplearse en funciones de drenaje y filtración. A partir de ese momento, la tecnología de diseño y aplicación se va desarrollando tanto en Europa como en Estados Unidos y se consiguen nuevas funciones para otros campos de la obra civil, como son el refuerzo y separación del terreno.

Un momento clave en la historia de estos materiales fue la aparición de la palabra “geotextil” en el año 1977. En un Simposio Internacional sobre el empleo de textiles en la Geotecnia celebrado en París, J.P. Giroud bautizó a estos productos con ese nombre. A partir de entonces, se organizan conferencias y congresos para avanzar en el desarrollo tecnológico y la normativa a aplicar sobre estos materiales.

Funciones

Los geotextiles se caracterizan por desarrollar varias funciones simultáneas una vez colocados en el terreno. Esta propiedad les garantiza una posición ventajosa frente a otros sistemas o productos que existen en el mercado:

- Filtración: El geotextil retiene las partículas de grano fino al fluir el agua de la capa de grano fino a la capa de grano grueso.
- Separación: Separa dos capas de



suelo de diferentes propiedades físicas (granulometría, plasticidad, consistencia) y así evita la mezcla de materiales.

- Drenaje: El geotextil conduce y evacua líquidos (agua) e incluso gases en su mismo plano.



Geotextil empleado en obra hidráulica.

- Refuerzo: Aumenta la capacidad portante (resistencia al corte) del suelo y la estabilidad en la construcción.
- Protección: El geotextil protege a membranas y otros productos relacionados contra ataques físicos (perforaciones y desgaste). Además de estas funciones, los geotextiles presentan una serie de ventajas que son la causa del espectacular aumento del empleo de estos productos en todo el mundo a lo largo de los últimos 15 años; entre las más importantes destacan:
 - facilidad de puesta en obra;
 - son económicos;
 - permiten ahorros de tiempos de ejecución;

- posibilitan soluciones medioambientales correctas;
- ofrecen muchas variantes y posibilidades de uso.

En España la cantidad de geotextil colocado en el año 1996 fue de 20 millones de metros cuadrados, de los cuales 15 millones fueron empleados en obra civil y el resto en edificación y otros campos. Si se compara con las cifras del año 1988 -12 millones en total- se llega a la conclusión de que es un producto en alza con un crecimiento muy importante.

Otras alternativas existentes

Además de los geotextiles, desde hace unos años han aparecido en

el mercado las geomallas que se definen como una estructura polimérica plana consistente en una estructura regular abierta de elementos de tracción integralmente conectados, que pueden ser unidos por extrusión, ligado o entrelazado, cuyas aberturas son mayores que sus constituyentes.

Se distinguen perfectamente de los geotextiles por la discontinuidad que le dan sus aberturas de más de 3-4 cm. Se caracterizan por sus buenas propiedades mecánicas, por lo que se utilizan principalmente en funciones de refuerzo. Dado su actual consumo y previsible crecimiento, se ha convertido en un producto muy interesante.

Asimismo, existen en el mercado español otros productos relacionados con los geotextiles que también se emplean, cada vez más, en obra civil. Son materiales de tipo polimérico y entre ellos destacan las geomallas, georredes, geoesteras, geocélulas, geocompuestos y las geomembranas. Los geocompuestos están formados por un geotextil más otro producto relacionado, usualmente una georred.

Con frecuencia, se utiliza el vocablo geotextil para referirse a un grupo de materiales de diversa naturaleza y tipologías que tomaron ese nombre de su origen textil;

sin embargo, actualmente se han diversificado mucho. Como se verá más adelante, estos materiales se pueden englobar dentro de un concepto más general que es el de geosintéticos. De hecho, existe una sociedad internacional que se dedica al desarrollo científico y tecnológico de estos productos IGS "International Geosynthetic Society" que ya toma en su nombre el vocablo geosintético.

Clasificación y composición de los diferentes tipos de geotextiles

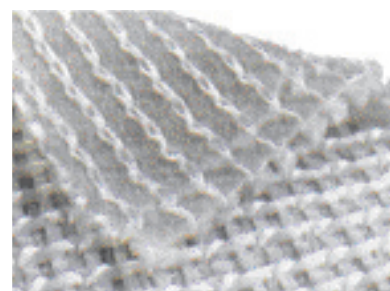
Los geotextiles forman parte del grupo de los geosintéticos. Estos se pueden definir como productos en los que, al menos, uno de sus componentes está formado por un polímero sintético o natural. De forma plana, como cinta o en estructura tridimensional, son usados en contacto con suelos o/y otros materiales para aplicaciones geotécnicas y de ingeniería civil.

Se pueden dividir en cuatro grandes grupos: geotextiles, productos relacionados con geotextiles, geocompuestos y geomembranas.

Los productos relacionados con los geotextiles se caracterizan por funcionar de forma análoga a los geotextiles y por cierta resistencia a tracción; además, están fabricados

mediante entrelazado y ligadura de fibras y filamentos. Los más usados son los siguientes: geomallas, georredes, geoesteras (geomat) y geocélulas.

Por otro lado, se llama geocompuesto al producto en el que al menos uno de sus componentes es un geotextil o un producto relacionado y se emplea, como los geotextiles, en aplicaciones geotécnicas en ingeniería civil. El más utilizado es el



Geotextil tejido.

'geotextil + geomalla', sobre todo en sistemas de drenaje.

Las geomembranas, por su parte, son materiales planos de naturaleza polimérica que se diferencian de los geotextiles en su capacidad impermeable. También se utilizan en aplicaciones geotécnicas de ingeniería civil, generalmente en túneles.

En cuanto a los geotextiles, se pueden establecer tres tipos de clasificaciones que se enumeran a continuación, en función de su importancia:

- según el método de fabricación;
- según la naturaleza del polímero;
- según la presentación del polímero.

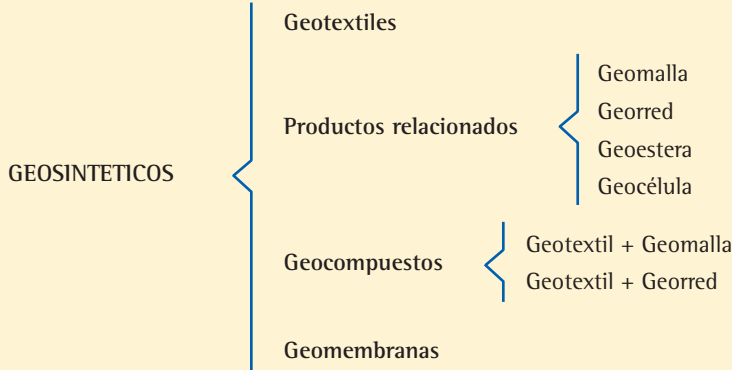
Clasificación según el método de fabricación

Los geotextiles y productos relacionados con geotextiles se fabrican utilizando diferentes procesos. Todos están fabricados con polímeros estirados en forma de fibras o hilos, formados por un determinado número de fibras. Los diferentes

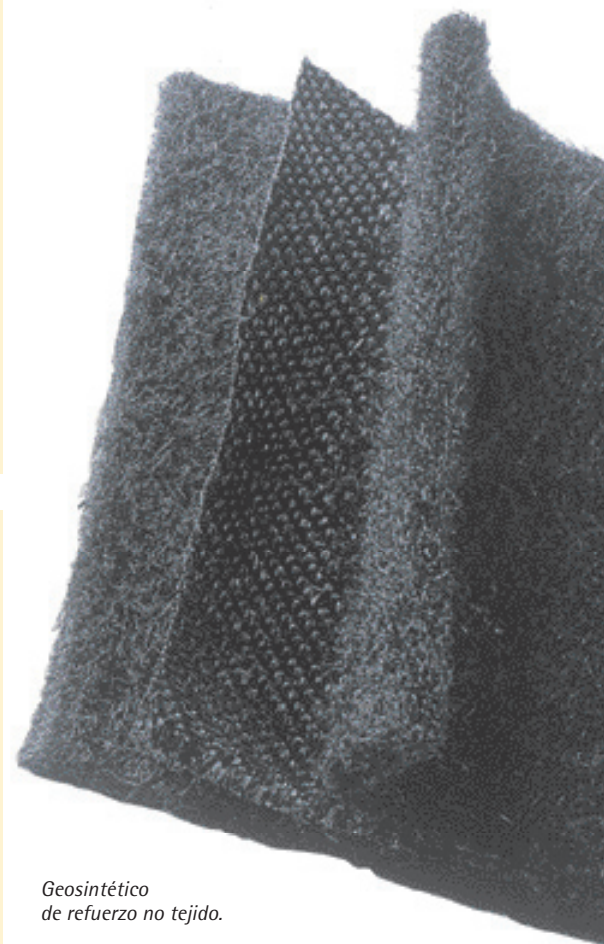


La función filtro y flexibilidad son criterios decisivos en el diseño en aplicaciones como dren.

Clasificación y composición de los diferentes tipos de geotextiles



Clasificación según el método de fabricación



Geosintético de refuerzo no tejido.

procesos de fabricación conducen a la obtención de productos geotextiles que poseen una amplia gama de propiedades.

Para la producción de geotextiles no tejidos se utilizan filamentos continuos o fibras (cortadas). Los geotextiles se fabrican utilizando diferentes tipos de hilos tales como hilados, filamentos y cintas de película, o hilos y cintas fibrilados.

Las cintas de película e hilos fibrilados se producen normalmente sólo a base de polipropileno y polietileno. Estos productos se fabrican mediante extrusión de una película; se corta la película en cintas individuales y se procede al posterior estirado mediante un proceso uniaxial. Las cintas de película gruesa son demasiado rígidas para la manipulación en el urdido y en la tejeduría, y, por consiguiente,

son fibriladas después del proceso de estirado y antes del bobinado y torcido. Estos tipos de hilo se denominan después hilos de película fibrilados.

Llegado este punto conviene recalcar que el proceso de estirado es muy importante en la producción de los diferentes tipos de fibras poliméricas, de filamentos y de cintas. Durante este proceso, las cadenas poliméricas resultan alineadas a lo largo del filamento o de la longitud de la cinta y su cristalinidad, propiedades mecánicas y durabilidad aumentan. Y es que las propiedades mecánicas del producto dependen de los detalles del proceso de fabricación.

Los tipos de fibras, filamentos y cintas utilizados en la fabricación de tales geotextiles son producidos principalmente por un proceso

de hilatura por fusión. Para producir fibras y filamentos, el polímero fundido es extruido a través de los orificios de una hilera, enfriado, estirado por extensión y de acuerdo con el uso final:

- depositado sobre una pantalla para formar una estructura plana (filamento continuo o no tejido);
- convertido en fibras cortadas mediante rizado y corte a una longitud determinada;
- convertido en multi o monofilamentos y enrollado de los filamentos después del estirado directamente sobre carretes. En el caso de la producción de multifilamentos esta técnica es conocida como hilatura-estirado.

● **Geotextiles no tejidos:** Se define como un geotextil plano con fibras, filamentos u otros ele-



Geotextil aplicado en la renovación de carreteras deterioradas.

mentos orientados aleatoriamente, unidos química o mecánicamente, por medio de calor, o por combinación de ellos. La orientación aleatoria de sus componentes le confiere un carácter isotropo.

Este tipo son los geotextiles más utilizados en España. Son aplicados en funciones de drenaje, filtración y separación. Se caracterizan por ofrecer una resistencia a tracción no muy elevada y una gran deformabilidad. Además, poseen, generalmente, buenas características hidráulicas.

Pueden ser de fibra cortada o filamento continuo. A los primeros, si no son mayores de 15 cm, se les conoce como geotextiles no tejidos de “vía seca”. En cambio, se denominan geotextiles no tejidos de “vía húmeda” a los que se obtienen por hilado directo de un polímero y posterior formación de la estructura plana.

Los segundos, es decir, los geotextiles de telas no tejidas de filamentos continuos, están fabricados en un proceso en continuo que empieza por la fabricación del polímero y continúa con la producción del filamento, la formación del geotextil y el ligado de los filamentos. El proceso concluye con la confección del rollo de la tela.

Por su parte, los geotextiles de telas no tejidas de fibra cortada son fabricadas en un proceso que consta de dos etapas: la primera consiste en la producción de fibra (extrusión y cortado) y la segunda consta de la formación del geotextil, ligado y producción del rollo acabado.

El ligado de los geotextiles no tejidos, formados bien sea a base de filamentos continuos o de fibras cortadas, es efectuado mecánicamente por punzonado mediante agujas, por ligadura térmica (cohesiva) –utilizando calor con o sin presión (calandrado)–, por ligadura química (adhesiva) o por una combinación de estos procesos.

En cuanto a la estructura física y las propiedades de los productos no tejidos, hay que matizar que están a menudo relacionados con el sistema

de ligado. Más específicamente, los tejidos ligados por calor y los no tejidos son productos delgados en los que las fibras están orientadas en una estructura bidimensional. Los no tejidos punzonados con agujas tienen una estructura tridimensional cuya configuración puede fijarse por una etapa de ligado térmico final. Según la técnica empleada en la unión de los filamentos, pueden ser:

- Ligados mecánicamente o agujeteados: la unión es mecánica de forma que un gran número de agujas provistas de espigas atraviesan la estructura en un movimiento alterno rápido;
- Ligados térmicamente o termosoldados: la unión entre filamentos se consigue por calandrado, es decir, acción conjunta de calor y presión.
- Ligados químicamente: la unión entre filamentos se consigue mediante una resina; se desconoce su utilización en España.

● **Geotextiles tejidos:** Se define como un geotextil fabricado al entrelazar, generalmente en ángulo recto, dos o más conjuntos de hilos, fibras, filamentos, cintas u otros elementos.

Se utilizan, principalmente, en aplicaciones de refuerzo del terreno, en terraplenes, taludes y muros. Se caracterizan por ofrecer una resistencia a tracción muy elevada y poca deformabilidad.

Este tipo de geotextiles presenta una gran anisotropía, ya que po-



Estribo de puente reforzado.

seen dos direcciones preferentes, perpendiculares entre sí: el sentido de fabricación (dirección de la máquina) y el perpendicular al sentido de fabricación. Se debe tener presente esta propiedad a la hora de colocar el geotextil en la obra. Existen varios tipos:

- De filamento sencillo (monofilamento): Se obtiene a partir de la trama de una sola fibra textil de gran longitud.
- De filamento múltiples (multifilamentos): Se consigue a partir de la trama de varias fibras de gran longitud.
- De hilos de fibra corta: Se logra a partir de la trama de fibras cortadas en determinadas longitudes (hasta 15 cm).
- **Geotextiles tricotados:** Se puede definir, aunque no queda muy clara la diferencia con los tejidos, como un geotextil fabricado por el entrelazado de hilos, fibras, filamentos u otros elementos.

No hay constancia de su aplicación en España. Es un tipo de geotextil que los fabricantes no ofrecen en sus catálogos ya que se está imponiendo la clasificación dual de tejidos y no tejidos.

Clasificación según la naturaleza del polímero

Todas las fibras, filamentos y cintas que forman los geotextiles son polímeros. Estos últimos se definen como sustancias orgánicas macromoleculares de grandes pesos moleculares (10.000 g/mol). Los polímeros utilizados en la fabricación de los geotextiles son de origen sintético, es decir, producidos por vía química a partir de sustancias de bajo peso molecular.

Cualquier polímero consta de largas cadenas moleculares, cada una de las cuales está compuesta de muchas unidades químicas idénticas. Cada unidad puede estar integrada por uno o varios monómeros, cuyo número determina la longitud de la cadena polimérica y el peso molecular resultante. El peso mole-

cular puede afectar a las propiedades físicas (resistencia a la tracción y el módulo de elasticidad, resistencia al impacto y al calor así como a la durabilidad). Las propiedades físicas y mecánicas de los plásticos están también afectadas por los enlaces dentro y entre cadenas, la ramificación de la cadena y el grado de cristalinidad.

La orientación de los polímeros por estiramiento mecánico para formar fibras y filamentos trae como resultado unas propiedades de tracción más altas y una durabilidad aumentada. Cuando las moléculas se vuelven más orientadas, las fibras resultan más fuertes.

No se suelen utilizar polímeros naturales porque se degradan más fácilmente frente a ataques químicos que los sintéticos; además, los sintéticos se producen de forma más barata que los naturales.

A los polímeros se les suele añadir algún aditivo para mejorar determinadas características. Los más utilizados, en lo referente a la fabricación de geotextiles, son los protectores de la radiación ultravioleta,

debido a que los rayos UV provocan la degradación del geotextil.

- **Polioléfinas (polietileno y polipropileno):** Son los polímeros más utilizados en la fabricación de geotextiles, principalmente el polipropileno (PP) y el polietileno (PE).

El primero es un polímero termoplástico de cadena larga. Se utiliza normalmente en forma isotáctica estereorregular en la que los monómeros de propileno están unidos en la modalidad de cabeza y cola y los grupos metilo están alineados en el mismo lado del núcleo del polímero. El PP tiene una estructura semicristalina que le proporciona una alta rigidez, buenas propiedades a la tracción y resistencia a los ácidos, a los álcalis y a la mayoría de disolventes.

La posibilidad de que el carbón terciario pueda reaccionar con radicales libres, obliga a añadir estabilizadores para evitar la oxidación durante la fabricación y mejorar, generalmente, la durabilidad a largo plazo, incluyendo la estabilidad a los agentes climáticos.



Operación de refuerzo de terraplén en un vertedero.

El polietileno es uno de los polímeros orgánicos más sencillos. Se utiliza en su forma de baja densidad (PEBD), que es conocida por su excelente flexibilidad, facilidad de manipulación y buenas propiedades físicas, o como polietileno de alta densidad (PEAD), que es más rígido y resistente químicamente. El PE puede estabilizarse para aumentar su resistencia a los agentes climáticos.

Sus características más importantes son las siguientes:

- Son fácilmente inflamables, produciendo humo negro y olor a cera.
- Poca resistencia a fluencia.
- Gran deformación en rotura.
- **Poliamidas:** Las poliamidas (PA) o nilones son termoplásticos procesables fundidos que contienen un grupo amida como parte repetitiva de la cadena. Las poliamidas ofrecen una combinación de propiedades que incluyen una alta resistencia a temperaturas elevadas, ductilidad,

Tabla 1 - Propiedades físicas de los polímeros utilizados en geotextiles

	PP	PEAD	PA	PET
Densidad (g/cm ³)	0,91	0,95	1,12	1,38
Temperatura de fusión (° C)	165	130	220 a 250	260
Temperatura de transición vítrea (° C)	-20 a -12	-100 a -70	40 a 60	70 a 80

una buena resistencia a la abrasión y al desgaste, bajas propiedades friccionales, una baja permeabilidad a los gases e hidrocarburos y una buena resistencia química.

Sus limitaciones incluyen una tendencia a absorber humedad, con el resultado de la producción de cambios en las propiedades mecánicas y dimensionales y una resistencia limitada a los ácidos y a los agentes climáticos.

Sus características más importantes son las siguientes:

- Son hidrolizables, es decir, pierden hasta un 30% de resistencia

a tracción tras permanecer en agua.

- Presentan buen comportamiento a fluencia.
- **Poliésteres:** Son un grupo de polímeros. El tipo empleado con más frecuencia en geotextiles es el polietiléntereftalato (PET) que es un polímero de condensación de un ácido dibásico y un dialcohol. Puesto que se utiliza por debajo de la temperatura de transición vítrea (Tg), el PET ofrece buenas propiedades mecánicas, incluyendo una baja razón de deformación por fluencia y buena resistencia química a la mayoría

Glosario de términos

A continuación se definen, alfabéticamente, los principales términos y vocabulario básico que se maneja en el mundo de los geotextiles:

Calandrado: Operación que consiste en pasar la napa entre los rodillos aprisionadores calientes.

Cinta: Banda continua, estrecha, de poco espesor en relación a su anchura, obtenida por recorte de película o hilo directo de una materia química textil.

Fibrometría: Medida de las longitudes de los componentes de un geotextil y estudio de su reparto.

Fibra textil: Componente elemental de un producto textil caracterizado por una relación longitud a diámetro elevada.

Filamento o fibra continua: Fibra textil de una gran longitud, fabricada mediante un proceso continuo sin cortes.

Fibra discontinua: Fibra textil de pequeña longitud, generalmente de algunos centímetros (menor o igual a 12 cm).

Fibra corta: Fibra textil discontinua obtenida por corte de filamentos de pequeñas longitudes (menor o igual a 5 cm).

Fibra bicomponente: Fibra constituida por dos materias yuxtapuestas.

Hilado: Hilo compuesto de fibras discontinuas mantenidas juntas, generalmente, por torsión y, eventualmente, por otros procedimientos como encolado.

Hilo: Ensamblaje de gran longitud de fibras continuas o discontinuas.

Hilo monofilamento: Hilo constituido de un solo filamento.

Hilo multifilamento: Hilo constituido de varios filamentos.

Hilo simple: Hilo sin torsión o hilo con torsión en el que se puede

suprimir dicha torsión por una sola operación de desenrollado.

Hilo compuesto: Hilo fabricado por varios hilos simples.

Hilo enroscado: Hilo fabricado con varios hilos simples de aproximadamente la misma longitud, los cuales en una sola operación de desenrollado se sitúan en paralelo.

Hilo cableado: Hilo fabricado de varios hilos donde, al menos, uno está cableado mediante una o varias operaciones de torsión.

Hilo complementario: Hilo introducido en la estructura del material para modificar sus propiedades.

Masa lineal: Masa por unidad de longitud.

Masa superficial: Masa por unidad de superficie.

Masa volumétrica aparente: Cociente entre la masa superficial y el espesor del geotextil. Se expresa

de ácidos y a muchos disolventes. El grupo éster, importante enlace polimérico, puede ser hidrolizado muy lentamente en presencia de agua produciéndose un ataque más rápido bajo condiciones fuertemente alcalinas. Para las funciones de refuerzo se recomienda utilizar poliéster de alta tenacidad con pesos moleculares mayores de 30.000 gr/mol.

Se caracterizan por:

- ser fácilmente hidrolizables a pH muy altos;
- poco deformables.
- muy resistentes al ataque por rayos UV
- su buen comportamiento a fluencia;
- módulo de elasticidad elevado.

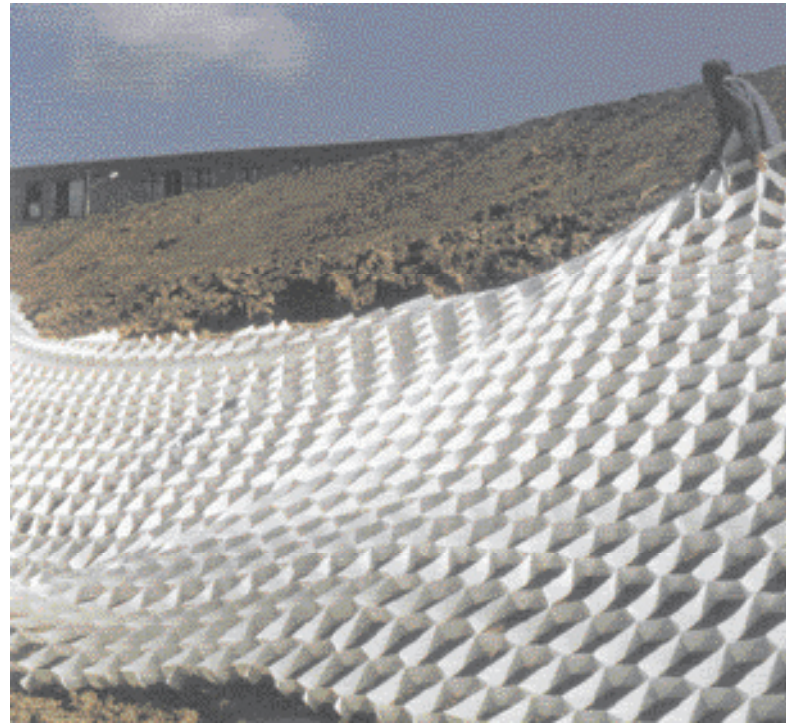
Las propiedades físicas de los polímeros utilizados en geotextiles se detallan en la Tabla 1.

Investigaciones para mejorar

Algunos fabricantes están desarrollando nuevas materias primas

para la fabricación de geosintéticos. Uno de estos compuestos es un 'polivinilalcohol', que dará lugar a

materiales más estables y resistentes a los agentes agresivos químicos. Otro producto que se está em-



Geocélula utilizada como sistema de protección contra la erosión.

en kg/m^3 y es una característica intrínseca del material.

Material textil: Término que engloba los materiales naturales o sintéticos destinados a la fabricación de productos textiles.

Napa: Conjuntos de fibras y/o filamento y/o láminas fibrilares y/o cintas de manera ordenada o no, de cohesión variable y de poco espesor con relación a otras dimensiones.

No tejido: Material obtenido por unión mecánica y/o química y/o térmica de fibras textiles dispuestas en napas, excluyendo el tejido, el punto o su combinación.

No tejido agujeteado: No tejido en el que la cohesión está asegurada por el encruzamiento de fibras con ayuda de agujas.

No tejido ligado químicamente: No tejido en el que la cohesión está asegurada por la adición de productos químicos.

No tejido termosoldado: No tejido en el que la cohesión está asegurada, resultante de la fusión parcial o total de un cierto número de fibras.

No tejido por hilado directo: No tejido obtenido a partir de filamentos estirados, napados o ligados por operación continua.

Pliegue: Diferencia entre longitud real de un hilo y la distancia entre los extremos para un material tejido. Se expresa en porcentaje de esta distancia.

Sentido longitudinal: Sentido de avance del tejido en el curso de producción. Expresión equivalente: "sentido de urdimbre".

Sentido de producción: Dirección de avance del tejido durante su producción. Expresión equivalente a la anterior.

Sentido transversal: Sentido perpendicular al avance del tejido en el curso de producción. Expresión equivalente: "sentido de la trama".

Tejido: Napa formada por dos o más conjuntos de hilo y/o cintas entrecruzadas en el curso de producción.

Tejido compuesto: Tejido de dos o más urdimbres o una o más tramas.

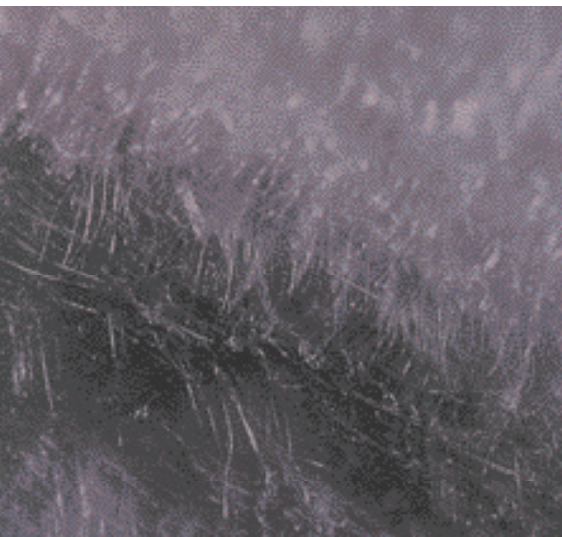
Tejido impregnado: Tejido que ha sido sumergido en un baño de impregnación, con el fin de consolidar el producto, protegerle contra agresiones exteriores y, en ciertos casos, garantizar la estanquidad.

Tejido laminado: Tejido al cual es asociado un film adherente, bien térmicamente o mediante ligantes.

Tejido tricotado: Napa formada por un material textil, dispuesta en mallas sucesivas.

Trama: Conjunto de hilos o cintas perpendiculares a la urdimbre.

Urdimbre: Conjunto de hilos o cintas paralelas al sentido de avance del tejido.



Detalle de un rollo de filamento continuo.

pezando a utilizar en aplicaciones especiales es la denominada 'aramida' que proporciona geosintéticos con unas características elasto-mecánicas muy altas y mantendrá la función de filtro.

Se debe tener en cuenta que en las cualidades del geotextil, no sólo influyen las propiedades de los distintos tipos de polímeros, sino que también tiene mucha importan-

cia el proceso de fabricación. Los principales campos donde la naturaleza del polímero tiene una gran importancia son las propiedades de durabilidad y el comportamiento a fluencia del geotextil.

Clasificación según la presentación del polímero

- **Geotextil de fibras cortas:** El polímero para fabricar el geotextil se presenta en forma de pequeñas fibras cortadas de una longitud entre 2 y 15 centímetros. Las técnicas de unión de las fibras son las ya comentadas anteriormente: mecánica (mediante agujado), térmica (mediante calor más presión) y química (mediante resina).

Ahora bien, es muy importante controlar el origen de las fibras utilizadas. El proceso ideal es el corte sistemático de rollos de polímero producido en una planta industrial; de esta forma, se puede asegurar tanto la composición como la naturaleza de las fibras.

Asimismo, otra forma de conseguir fibras es recoger y cortar los desechos y residuos de otros procesos textiles y utilizar ese subproducto industrial. El inconveniente, en este caso, es que no es tan fácil conocer la composición de las fibras y sus posibles desviaciones de calidad y naturaleza.

- **Geotextil de filamento continuo:** El polímero para fabricar el geotextil se presenta en forma de rollos de filamento continuo. Las técnicas de unión de los filamentos son, al igual que las fibras cortas, las siguientes: mecánica (mediante agujado), térmica (mediante calor más presión) y química (mediante resina).

El proceso de fabricación tiene tres fases bien diferenciadas:

- Fabricación del polímero. Se mezclan en un depósito las materias primas que componen el polímero con los distintos aditivos que se desea que incorpore el producto terminado. Esta mezcla se extruye para que tome una forma de hilo. Los hilos resultantes se conducen hasta los equipos de unión de filamentos.
- Unión de filamentos mediante las técnicas comentadas.

Los filamentos se unen como se ha explicado anteriormente, utilizando una o varias de las técnicas descritas.

- Formación de la estructura plana y empaquetamiento.

Tras unir los filamentos, se le proporciona una configuración plana mediante un estirado. El producto ya terminado se empaqueta en rollos de distintas anchuras y longitudes según el fabricante. ■

Referencias

I simposio nacional de geotextiles. Los geotextiles en las infraestructuras de las obras públicas. Marzo 1995. Aipcr (asociación técnica de carreteras). Designing with geosynthetics. Robert M. Koerner. 4ª edición (1998).

UTF Geosynthetic manual. Dr. P. R. Rankilor.

Geotextiles and geomembranes in civil engineering. Gerard P.T. Van Santvoort. A. A. Balkema. 1994.

Curso sobre técnicas de refuerzo del terreno y sus aplicaciones. Tierra reforzada con geotextil. Santiago Uriel. Abril 1997. CEDEX.

Manual para el proyecto y ejecución de estructuras de suelo reforzado. Dirección General de Carreteras. Ministerio de Fomento.

Soil reinforcement with geotextiles. Ciria special publication. 1996.

British standard 8006. Code of practice for strengthened/reinforced soils and other fills. 1995.

Anti-reflective cracking desifn of reinforced asphaltic overlays. Dr. A. H. De bondt. 1999.

Reflective cracking in pavements. Proceedings of the 3th international rilem conference.

Otras Referencias:

<http://www.polyfelt.com>
<http://www.huesker.com>
<http://www.fibertex.com>

Departamento de Transportes y Tecnología de Proyectos y Procesos (área de construcción) de la Universidad de Cantabria.

Francisco Ballester Muñoz
 Daniel Castro Fresno
 Miguel Gil Oveja