

Ingenería Civil

NAUE GEOSYNTHETICS



Ingeniería Civil



Los geosintéticos NAUE se pueden utilizar en diversas soluciones de sistemas, tales como en la construcción de carreteras para aumentar la capacidad de soporte y para reducir la formación de surcos por rodadura...

Los geosintéticos son utilizados en todos los campos de la ingeniería civil para aumentar el margen de seguridad y la vida útil de las estructuras, además de satisfacer las funciones necesarias.



... En pendientes pronunciadas para mejorar la estabilidad de taludes y control de erosión,...

Estos pueden incluir: separación, drenaje, filtración, refuerzo, protección, sellado y control de erosión. Los geosintéticos pueden reemplazar o mejorar los métodos de construcción convencionales.



... En la construcción de rutas de transporte para sellar el subrasante en las aéreas sensibles de protección de aguas subterráneas...

Los geosintéticos son utilizados en todos los campos de la ingeniería civil para aumentar el margen de seguridad y la vida útil de las estructuras, además de satisfacer las funciones necesarias. Estos pueden incluir: separación, drenaje, filtración, refuerzo, protección, sellado y control de erosión. Los geosintéticos pueden reemplazar o mejorar los métodos de construcción convencionales.



... En ingeniería estructural para drenar aéreas o superficies localizadas al mismo tiempo que ofrece protección para la impermeabilización existente.

En comparación con los materiales de construcción convencionales, el uso de geosintéticos se ha ido incrementando continuamente durante las últimas décadas. Por tanto, han sido incluidos en una serie de directrices como materiales de prácticas de punta. Su instalación eficiente se traduce en una construcción rápida y económica, y ayudan a preservar nuestros preciosos recursos naturales. Los diseños de geosintéticos específicos al proyecto también garantizan el desempeño a largo plazo de la estructura.

Los siguientes capítulos ilustrarán y explicarán los diferentes campos de aplicación de geosintéticos, así como los métodos utilizados para diseñar con los diversos productos geosintéticos disponibles de NAUE. ■

Función de los geosintéticos



Sellado

Actuando como barreras de líquido y gas, las geomembranas se han convertido en un componente fundamental en la ingeniería civil, debido al incremento en la necesidad de protección de las aguas subterráneas. Las que se utilizan con mayor frecuencia son las geomembranas de polietileno de alta densidad (HDPE), especialmente aquellas con una certificación de una agencia gubernamental reguladora y de espesores mayores a 1.5 mm. Personal de aquellas empresas que han sido aprobados por agencias certificadoras están siendo empleados tanto para instalar como para soldar las geomembranas en áreas que necesitan ser selladas. Para los propósitos de sellado en la construcción de carreteras y protección del medio ambiente, las geomembranas de polietileno de alta densidad y revestimientos geosintéticos de arcilla están ganando terreno usos debido a la importancia de un sellado de calidad.



Protección

A menudo las geomembranas, estructuras, materiales revestidos, así como elementos de construcción deben ser protegidos del daño mecánico potencial. Sin una protección adecuada se pueden producir daños por objetos afilados como piedras debido al desnivel del subsuelo, o incluso por el material de cubierta. Telas no tejidas con perforado aguja adheridas mecánicamente, así como materiales compuestos fabricados a partir del polipropileno (PP) o polietileno de alta densidad (HDPE) se utilizan comúnmente para las capas de protección. Hablando específicamente de geotextiles no tejidos, la función de protección está directamente relacionada con el grosor y la masa por unidad de área, ya que es más probable que un material no tejido más pesado y más grueso proporcione una mejor protección.



Drenaje

Se requieren materiales de drenaje para la captación superficial de la precipitación, captación del subsuelo y desvío de aguas subterráneas, captación general de fluidos y su descarga en un sistema de drenaje. Los sistemas de drenaje se diseñan típicamente con capas de material individuales o en combinación con otros componentes para crear elementos de drenaje compuestos preformados.

Los elementos de drenaje compuestos consisten de al menos una capa de filtración y una capa de captación. Se requiere la capa de percolación para el flujo y la descarga de los fluidos en un punto de captación, sin la acumulación de presión. Sistemas de drenaje de geosintéticos de componentes individuales y múltiples hechos de polietileno de alta densidad, así como polipropileno, a menudo sustituyen la capa de drenaje convencional de agregado grueso.



Control de erosión

Se pueden utilizar geotextiles o geosintéticos tridimensionales de estructura abierta para minimizar el movimiento de las partículas del suelo debido al flujo de agua. Impidiendo que las partículas de suelo sean arrastradas por pendientes o canales, se garantiza el crecimiento rápido de la vegetación cuando se utilizan esteras de control de la erosión.



Reforzamiento

Los geosintéticos se instalan debajo o entre las capas del suelo para mejorar las propiedades mecánicas de las capas del suelo mediante la absorción de las fuerzas de tracción y reduciendo al mínimo la deformación. Los geotextiles, geomallas y materiales sintéticos compuestos se utilizan en aplicaciones tales como estructuras de contención de acuerdo con los principios de "suelo reforzado", estabilización de taludes o para el refuerzo de los cimientos de presas de tierra, donde las exposiciones del subsuelo presentan mala capacidad de soporte. El uso de geosintéticos para aplicaciones de refuerzo reduce al mínimo costosas medidas de construcción y puede reducir el entremezclado del suelo eliminando la necesidad de capas de suelo adicionales.



Separación

Como una capa de separación, los geotextiles se utilizan para evitar capas de suelo adyacentes o materiales de relleno de entremezclados. Las telas sintéticas no tejidas que poseen una capacidad de elongación, son los materiales a elegir en la mayoría de las aplicaciones. La selección de un producto adecuado depende del tamaño del grano de la capa base y de las cargas operativas esperadas.

El principal uso de los materiales no tejidos de separación es la construcción de carreteras y vías férreas, ingeniería hidráulica y de vertederos y en la construcción en campo.



Filtración

En aplicaciones de filtración tales como las de ingeniería hidráulica y sistemas de drenaje, los geotextiles no tejidos se utilizan para retener las partículas de suelo mientras permiten el paso de líquidos a través del filtro. Hay dos aspectos de la filtración que deben ser evaluados durante el diseño. La eficiencia del filtro mecánico (la tela tiene suficiente capacidad de retención de suelo) y la eficiencia del filtro hidráulico (se descarga el agua sin acumulación de presión hidráulica). Al igual que con las capas de filtración de agregado, el grosor del geotextil beneficia directamente a la eficiencia hidráulica y mecánica del filtro a largo plazo. ■

1 Separación con Secutex®

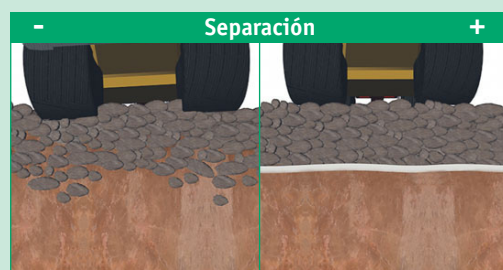
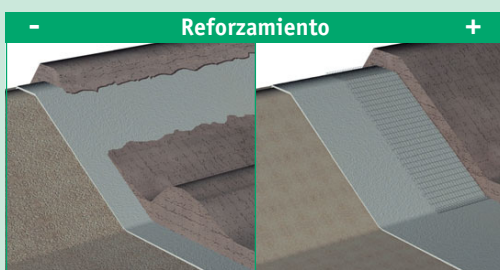
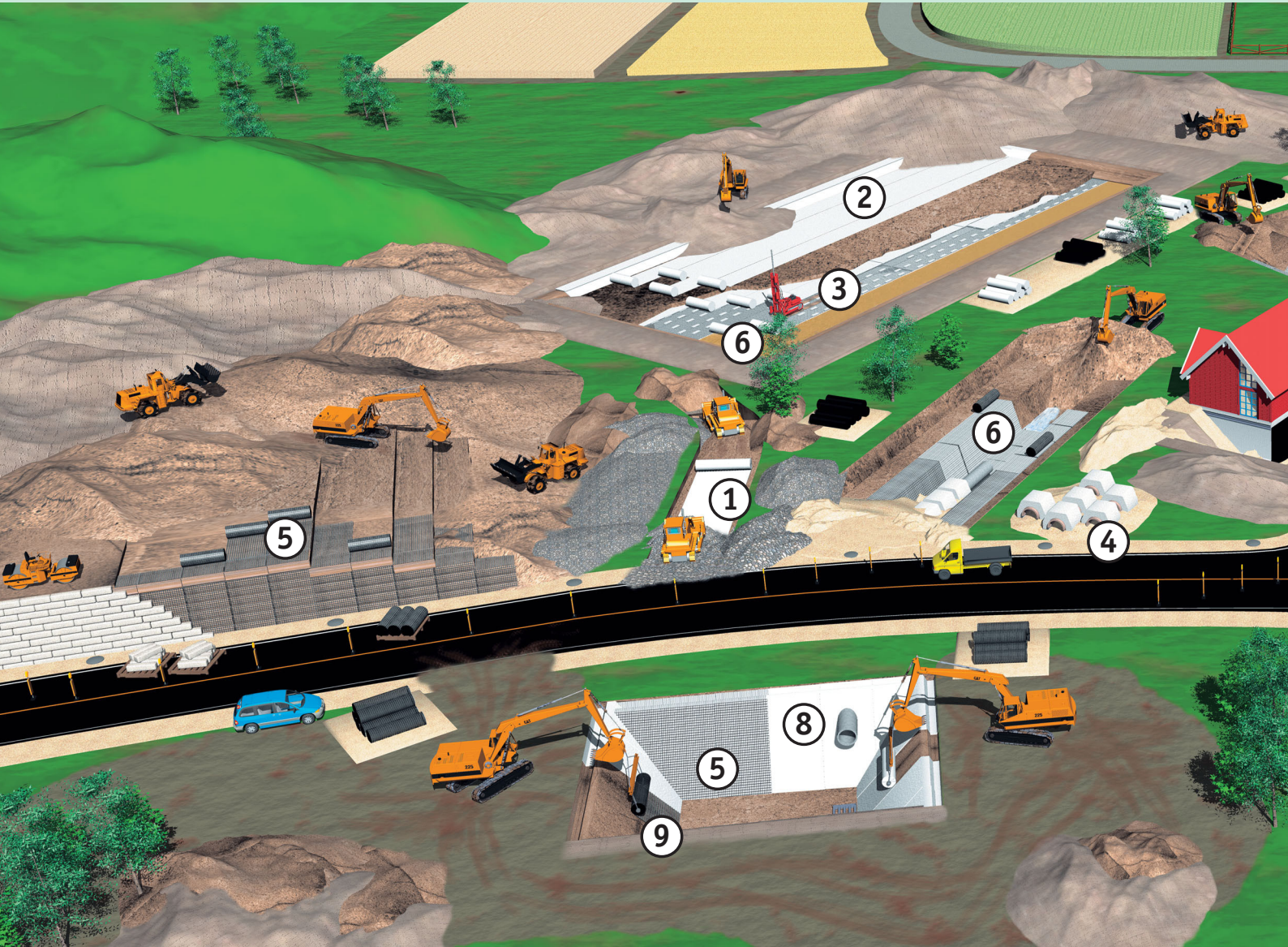
2 Filtración con Secutex®

3 Drenaje con Secudrain®

4 Protección con Secutex®

5 Reforzamiento con Secugrid®

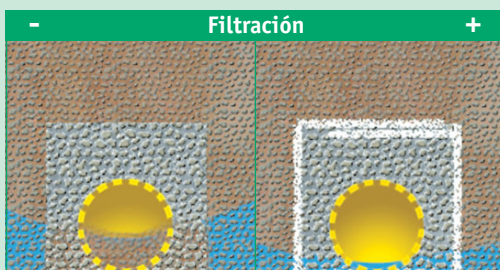
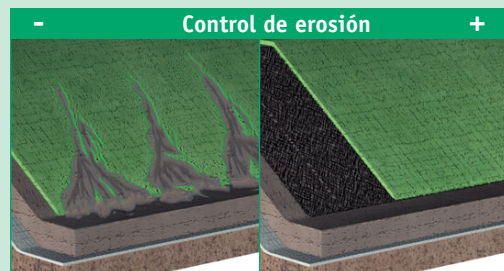
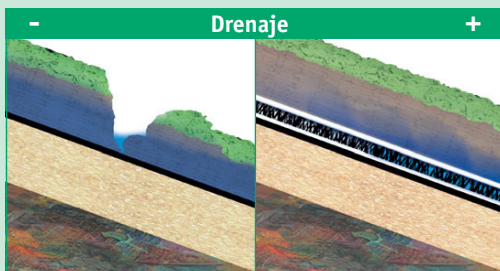
6 Reforzamiento con Combigrid®



7 Sellado con Carbofol®

8 Sellado con Bentofix®

9 Control de la erosión con Secumat®



Función de los geosintéticos

Los geotextiles no tejidos con perforación aguja Secutex® (algunos tipos son calandrados adicionalmente) se utilizan en aplicaciones de ingeniería civil para la separación de las capas de suelo con diferentes tamaños de grano. Cuando está correctamente dimensionado y especificado, Secutex® evita que las capas de suelo se entremezclen o sean penetrados si se instala una cubierta sobre un suelo con una mala capacidad portante.

Tipos de Geotextiles

Dependiendo de la formación esperada de surcos o baches, uno de los criterios más importantes a considerar cuando se selecciona una separación de geotextil no tejido es la carga mecánica causada por los granos o piedras individuales en el material de cubierta.

La selección de los tipos de geotextil debe estar basada en una clasificación del material de cubierta en las clases AS 1 a AS 5, y en la determinación de la carga de la instalación (caso de carga AB 1 a AB 5). Usando estos dos parámetros, el tipo de geotextil puede determinarse de acuerdo con la tabla 1.

Capacidad de elongación

Cuando se aplican capas de tierra adicionales sobre un suelo con mala capacidad de soporte, las características de elongación de Secutex® no tejido minimizará el daño a sí mismo durante el proceso de instalación.

La elevada capacidad de elongación de los geotextiles no tejidos Secutex® garantiza una excelente resistencia a los daños. Esta característica de los productos Secutex® permite acomodar fácilmente subrasantes irregulares o blandos. Especialmente cuando se cubren con material de roca, las fibras no tejidas del geotextil Secutex® se reorientan alrededor de las rocas, evitando daños en la estructura no tejida.

Se puede utilizar la prueba de caída de cono (EN 918) para simular el despliegue de las cargas de punción de la cubierta de roca en el geotextil no tejido de separación (véase la página 30). La alta capacidad de elongación de Secutex® garantiza una alta resistencia contra las fuerzas dinámicas.

Durabilidad

En general, la resistencia a químicos del geotextil no tejido Secutex® excederá la vida útil esperada de una estructura. El uso de resinas de polipropileno (PP) garantiza una resistencia suficiente a todos los suelos naturales y a microorganismos o químicos del agua.

Cubrir inmediatamente es la mejor protección contra la radiación UV para todos los productos geosintéticos. Para las condiciones típicas de Alemania o de Europa Central, los geotextiles no tejidos Secutex® no deben permanecer descubiertos durante más de dos semanas. Están disponibles productos Secutex® UV estabilizados para proporcionar resistencia al daño por radiación UV durante períodos de exposición más largos.

Efectividad del filtro mecánico

Cuando se utiliza en una función de separación, en la mayoría de los casos la capacidad de retención de suelo del geotextil (eficacia del filtro mecánico) desempeñará un papel importante para un desempeño exitoso.

Los geotextiles no tejidos Secutex® evitan el mezclado entre-capas de suelos disímiles que no son filtradores-estables y garantiza el desempeño a largo plazo de la capa de cubierta. El enfoque para la selección del producto se describe en mayor detalle en el capítulo titulado "Filtración con geotextiles".

Conclusión

Los ambientalmente duraderos geotextiles no tejidos PP Secutex® se utilizan en terraplenes, para prevenir el intercambio de suelos, debajo de los caminos, a lo largo de vías de circulación, en zonas de estacionamiento y donde se requiera un buen desempeño a largo plazo de la capa de cubierta.

Con la selección de productos específicos al proyecto, las robustas características de los geotextiles no tejidos Secutex® previenen el riesgo de entremezclado y crean la estabilidad de filtro necesaria entre las diferentes capas de suelo. ■

Diseño Secciones transversales Detalles



Figura 1: Secutex® utilizado como geotextil de separación entre el lecho de arena entre la tubería y el subsuelo limoso.



Figura 2: La elevada capacidad de elongación de Secutex® garantiza una excelente resistencia a los daños.

Tabla 1
Determinación del
tipo de geotextil

		Esfuerzo por condiciones de carga				
		AB 1: Colocación manual del suelo, sin efectos de compactación; sin tráfico.	AB 2: Colocación mecánica del suelo y compactación; <5 cm de formación de surcos por tráfico.	AB 3: Colocación mecánica del suelo y compactación; 5 cm a 15 cm de formación de surcos por tráfico.	AB 4: Colocación mecánica del suelo y compactación; 5cm a 30 cm de formación de surcos por tráfico, véase además (b).	AB 5: Colocación mecánica del suelo y compactación; > 30 cm de formación de surcos por tráfico, véase además (b).
Aplicación	AS 1: El método de instalación, la carga del suelo de cubierta y la utilización del geotextil no influye en su selección.	R 151 C				
	AS 2: Geotextil entre los suelos finos y gruesos /mezclados (DIN 18 196).	R 151 C	R 201 C	R 201 C	R 251 C	R 301 C
	AS 3: Geotextil entre los suelos finos y gruesos /mezclados con hasta 40% de guijarros o material triturado como se define en AS 2.	R 201 C	R 201 C	R 251 C	R 301 C	(a)
	AS 4: Geotextil entre los suelos finos y gruesos/mezclados con hasta 40% de guijarros o material triturado de canto rodado o bordes filosos como se define en AS 3.	R 251 C	R 251 C	R 301 C	(a)	(a)
	AS 5: Geotextil entre los suelos finos y gruesos /mezclados con hasta 40% de guijarros y piedras de bordes filosos.	R 301 C	R 301 C	(a)	(a)	(a)

a) Para reducir la formación de surcos el espesor de la capa de base se puede aumentar y/o se puede mejorar la resistencia al corte de la capa de base y/o se puede reforzar la capa de base. Se puede realizar ensayos de prueba para probar la eficiencia.

b) Para garantizar el desempeño de separación se recomiendan productos con alta capacidad de elongación (≥ 50%).

Diseño Secciones transversales Detalles



Figura 3: Los geotextiles no tejidos Secutex® pueden resistir altas fuerzas dinámicas de instalación.



Figura 4: Colocación de concreto sobre Secutex®, que actúa como un separador, filtro y capa de drenaje entre el subsuelo y el camino.

Filtración con geotextiles

Durante décadas los geotextiles Secutex® se han utilizado exitosamente como filtros tridimensionales en la construcción de carreteras y estructuras de tierra. Se utilizan suelos de grano fino, grueso o mixtos para proporcionar estabilidad en la filtración entre dos tamaños distintos de grano.

Efectividad del filtro mecánico

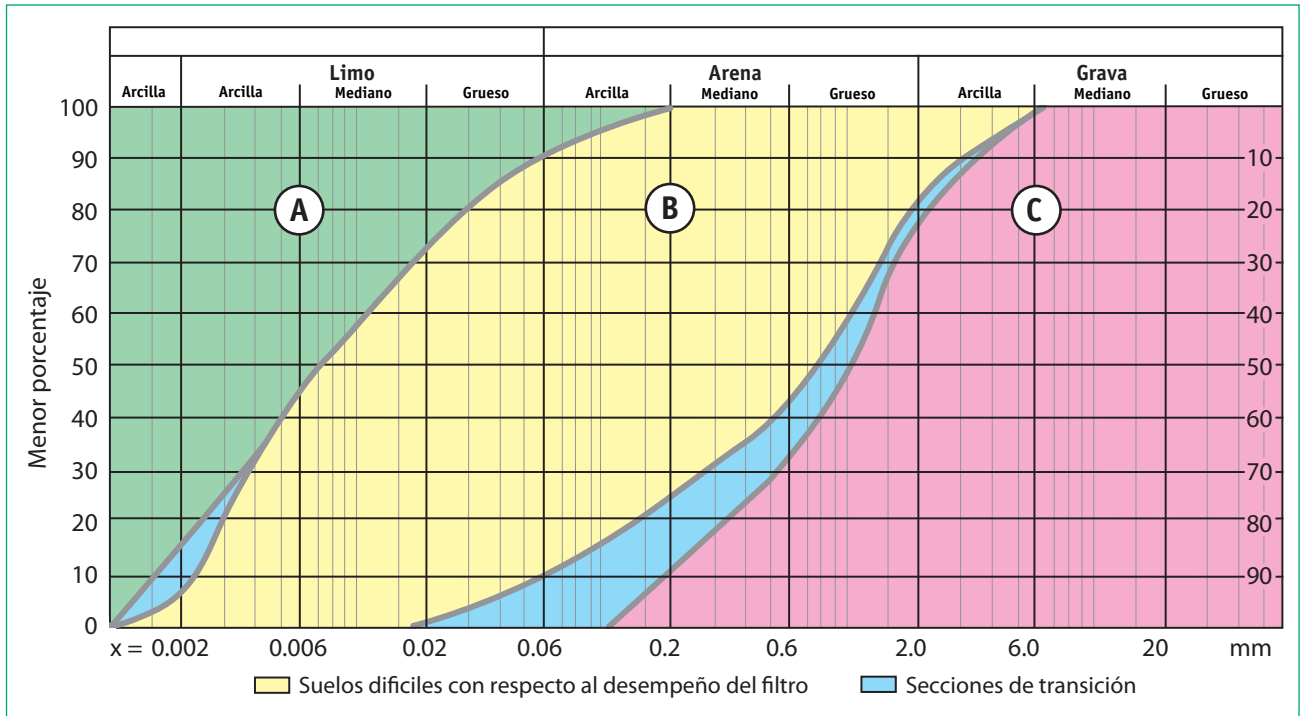
Al igual que con las capas de filtro mineral, la capacidad de retención de suelo también juega un papel importante cuando se utilizan los geotextiles no tejidos Secutex®. Los filtros de geotextiles se deben diseñar de tal manera que la efectividad de filtración mecánica, así como la hidráulica (descarga de agua sin pérdida de presión) se alcancen de igual manera.

En la determinación del tamaño de la abertura efectiva máxima permisible del geotextil no tejido O90, permisible, la selección del producto está diferenciada por tres

diferentes condiciones de seguridad hidráulica (I, II y III) para un cálculo sencillo del filtro.

Condición de Seguridad Hidráulica	Condición de filtración	$O_{90, \text{allow}}$
I	Cantidad de agua pequeña • Flujo de agua de un solo lado • Bajo gradiente hidráulico	$0.06\text{mm} \leq O_{90, \text{allow}} \leq 0.20\text{mm}$
II	Flujo de agua pequeño en direcciones cambiantes • Flujo de agua mediano en una sola dirección	Suelos cohesivos: $0.06\text{mm} \leq O_{90, \text{allow}} \leq 0.20\text{mm}$ Limo grueso - arena fina: $0.06\text{mm} \leq O_{90, \text{allow}} \leq 0.11\text{mm}$ Arena fina: $0.06\text{mm} \leq O_{90, \text{allow}} \leq 0.13\text{mm}$ Arena media: $0.08\text{mm} \leq O_{90, \text{allow}} \leq 0.30\text{mm}$ Arena gruesa: $0.12\text{mm} \leq O_{90, \text{allow}} \leq 0.60\text{mm}$
III	• Flujo de agua concentrado de un solo lado. • Flujo de agua grande en direcciones cambiantes. • La falla del filtro de geotextil pone en riesgo el diseño.	El análisis de las condiciones hidráulicas y el dimensionamiento del filtro son realizados por un experto.

Figura 5
Distribuciones del tamaño del grano para los tipos de suelos con distinto comportamiento hidráulico.



Diseño Secciones transversales Detalles



Figura 6: Secutex® como un filtro geotextil en un muro de contención para evitar el arrastre de finos en la cara frontal.



Figura 7: El filtro de geotextil Secutex® garantiza que los finos no serán arrastrados fuera del represo de filtración.

Basado en las características de filtración la distribución del tamaño de grano del área B de la figura 5 es considerada como un suelo técnicamente difícil de filtrar (riesgo de arrastre o lavado de suelo, falla de los filtros de grano o de geotextil y obstrucción de capas de drenaje). Para garantizar la utilización del enfoque de ingeniería correcto para calcular la eficacia del filtro mecánico, en primer lugar debemos determinar si está presente una carga hidrostática o hidrodinámica, y si es un suelo con alta movilidad de grano individual. Los criterios para tales suelos son:

1. Gran parte de limo grueso y arena fina,
2. $U = d_{60} / d_{10} < 5$, algunas recomendaciones también toman en cuenta los siguientes criterios:
3. Más del 50% del suelo existente está en el rango de 0.02 mm a 0.1 mm,
4. El índice de plasticidad IP para suelos de grano fino según DIN 18196 (40% de la masa es menor que 0.063 mm) es menor que 0.15 o la porción de arcilla porción/limo < 0.5 .

La capacidad de retención de suelo es suficiente si el tamaño de la abertura permisible del filtro de geotextil O₉₀, permisible se determina de la siguiente forma:

- a) Suelos de grano fino ($d_{40} \leq 0.06\text{mm}$)
 - $O_{90, \text{permisible}} \leq 10 \cdot d_{50}$
 - Restricción: para filtrar suelos técnicamente difíciles
 - $O_{90, \text{permisible}} < d_{90}$
- b) Suelos de grano grueso y mezclado ($d_{40} \geq 0.06\text{mm}$)
 - $O_{90, \text{permisible}} < 5 \cdot d_{10} \cdot \sqrt{U}$, o
 - $O_{90, \text{permisible}} < d_{90}$ (un valor más pequeño es decisivo)

Se logra la máxima eficiencia hidráulica posible del filtro de geotextil no tejido Secutex® cuando el tamaño de la abertura seleccionado O₉₀ es más cercano al valor más grande O₉₀, permisible (por ejemplo 0.8 a 1.0 · O₉₀). Bajo ninguna circunstancia este valor debe ser inferior a 0.2 · O₉₀, ya que se podría presentar depositación de partículas finas del suelo en la superficie del geotextil.

Solamente se podría aceptar un tamaño de abertura seleccionado O₉₀, sel en el rango bajo de $\geq 0.2 \cdot O_{90}$, permisible, si la deposición de la partículas finas antes mencionada, así como la sedimentación del suelo en el sistema de drenaje no afecta al desempeño del diseño.

Otra ventaja de los geotextiles no tejidos Secutex® es que el tamaño de la abertura efectiva cambiará solamente un poco-

cuando se someten a tensiones de elongación. En consecuencia, el dimensionamiento del filtro también es válido, incluso si un material de grano grueso provoca la deformación geotextil no tejido cuando se instala en un sobrasarte blando.

Efectividad del filtro hidráulico

En el largo plazo, los filtros de geotextil deben tener la misma conductividad hidráulica como el suelo a ser drenado o por lo menos de 1-10-4 m/s. El valor debe ser determinado bajo la tensión de confinamiento del sitio y con un gradiente hidráulico de $i = 1$.

En este caso se evita la acumulación de presión y se logra un drenaje libre. Para los geotextiles no tejidos Secutex® con un espesor de más de 2.0 mm, en el pasado el coeficiente de conductividad hidráulica de laboratorio se redujo con un factor de 50 ($\eta = 0.02$), si el suelo a ser drenado era arena o limo grueso.

En todos los demás casos, se recomienda un factor de reducción de 100 ($\eta = 0.01$). En estos casos se garantiza la conductividad hidráulica a largo plazo si la conductividad hidráulica del geotextil reducida en η , era más grande que la conductividad hidráulica del suelo a ser filtrado. Por lo tanto:

$$\eta \cdot k_{\text{geotextil}} \geq k_{\text{suelo}}$$

Clases de robustez del geotextil (GRK)

El desempeño a largo plazo sólo se puede garantizar si el filtro de geotextil no tejido no es dañado durante la instalación. Por lo tanto, las "Directrices para la Aplicación de Geotextiles y Geomallas en la Construcciones de Tierra para la Construcción de Carreteras (M Geok E), 2005" de Alemania recomienda una clase de robustez del geotextil de cuando menos GRK 3, y tan alta como GRK 5 para cargas de instalación más elevadas (véase el capítulo "Separación con geotextiles").

Requisitos adicionales

Para los geotextiles no tejidos Secutex® para aplicaciones de filtrado, son válidos los mismos requisitos de capacidad de elongación y resistencia a los ya descritos en el capítulo "Separación con geotextiles".

Conclusión

Las telas no tejidas para filtración Secutex® se utilizan en proyectos donde no existe estabilidad de filtración entre los suelos distintos. Este es el caso sobre todo en los sistemas de captación de aguas, sistemas de drenaje, elementos de contención de gavión y en la mayoría de las aplicaciones de separación. Los geotextiles no tejidos Secutex® correctamente seleccionados con una alta capacidad de elongación garantizan la eficacia del filtro mecánico e hidráulico entre dos suelos adyacentes donde hace falta estabilidad de filtración.

Diseño Secciones transversales Detalles



Figura 8: La tubería lateral de captación de aguas pluviales y de drenaje se envuelve con un geotextil Secutex® para prevenir que los finos obstruyan el desagüe.



Figura 9: Secutex® separa la capa de drenaje de grava del subsuelo limoso.

Drenaje con geotextiles

Secudrain® WD es un sistema de drenaje de geosintético tridimensional, que consiste en una capa estáticamente estable de drenaje (núcleo de monofilamento de onda estructurada) y al menos un geotextil Secutex® de separación/filtro no tejido. Los sistemas de drenaje Secudrain® WD, así como tipos especiales de geotextiles Secutex® se utilizan en aplicaciones de ingeniería civil donde se requiere la captación y drenaje eficiente del agua de precipitación o subterránea. Todas las capas Secudrain® están conectados físicamente lo que permite la transferencia efectiva de los esfuerzos de corte.

Cálculo de la capacidad de drenaje

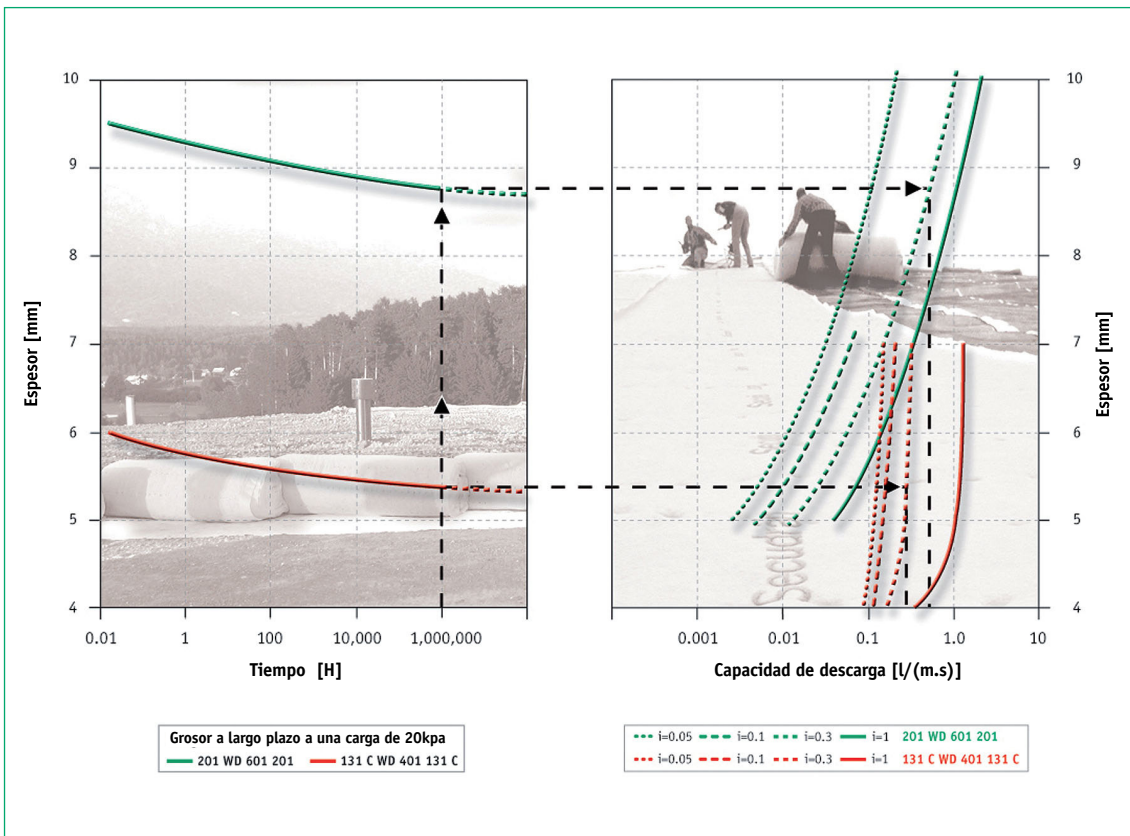
Para determinar la capacidad de drenaje previsto de un sistema de drenaje Secudrain®, la el flujo de salida total se compara con el flujo de entrada total.

El flujo de salida total de agua a largo plazo (Q_A) que se espera de Secudrain® se calcula a partir de la capacidad de drenaje determinada por el laboratorio $Q_{lab,i,\sigma}$ (que es dependiente del gradiente de drenaje i y la tensión normal σ), la inclinación de la pendiente (β) y una factor de reducción total (η_{total}):

$$Q_A = Q_{long-term} = Q_{lab,i=1,\sigma} \cdot \sin \beta / \eta_{total}$$

Numerosas excavaciones y ensayos de fluencia a escala de laboratorio han generado gran cantidad de datos sobre el comportamiento a largo plazo de Secudrain® bajo cargas constantes. Por lo tanto, es posible suponer un factor de reducción FSCR de 1.0 y utilizar capacidades de descarga-

Figura 10
Design chart to determine the water discharge capacity of Secudrain® WD as a function of the long-term thickness



Diseño Secciones transversales Detalles



Figura 11: Secudrain® en un estribo de puente garantizando drenaje a largo plazo.



Figura 12: Espesor medido in-situ de Secudrain® después de más de 12 años con una tensión de confinamiento del suelo de cubierta de 1.20 m.

determinadas en laboratorio bajo el grosor a largo plazo histórico al especificar productos (Fig. 10). El factor de reducción total puede calcularse como:

$$\eta_{\text{total}} = FS_{\text{IN}} \cdot FS_{\text{CR}} \cdot FS_{\text{CC}} \cdot FS_{\text{CB}} \cdot FS_{\text{SY}}$$

FS_{IN} = Factor de reducción de deformación localizada causada por cargas de instalación.

Recomendación: 1.0 a 1.5.

(Con material de cubierta más grueso, se recomienda un factor de reducción más alto).

FS_{CR} = Factor de reducción para deformación de fluencia del núcleo de drenaje.

(Están disponibles curvas de fluencia a largo plazo para sistemas de drenaje Secudrain®. Ya que se han determinado capacidades de descarga $Q_{\text{lab}, i, \sigma}$ para varios espesores de Secudrain®, y se han correlacionado con resultados de excavación, se puede asumir un factor de reducción FS_{CR} de 1.0).

FS_{CC} = Factor de reducción para disminución transversal de descarga causada por sedimentos químicos.

Recomendación: 1.0 a 1.2.

(Los resultados de excavación para sistemas de drenaje Secudrain® enterrados hasta 15 años ilustran, que los suelos típicos tienen un impacto insignificante de sedimentos químicos. Por lo tanto, se puede asumir un FS_{CC} de 1.05).

FS_{CB} = Factor de reducción para disminuciones inducidas biológicamente a la sección transversal del flujo.

Recomendación: 1.2 a 1.5.

(Al igual que con los sedimentos químicos, ninguna influencia bacteriana se pudo comprobar en las excavaciones. Aunque baja, se debe considerar la influencia potencial de las raíces, y se puede asumir que la FS_{CB} sea de 1.3).

Por lo tanto, por medio de las curvas de fluencia-presión de largo plazo, los factores de reducción y los datos de descarga para varios espesores (véase la Figura 10), el flujo de salida esperado de largo plazo (Q_A) de Secudrain® se puede determinar y comparar con la cantidad del flujo de entrada de agua (Q_E):

$$Q_A > Q_E, \text{ donde}$$

$$Q_E = q_E \cdot l_{\text{max}} \cdot FS_{\text{SY}}$$

l_{max} = Longitud máxima del sistema de drenaje Secudrain®.

FS_{SY} = Reducción para fallas de sistema típico.

Recomendación: 1.0 to 2.0.

(Si el diseño está basado en la cantidad máxima calculada de drenaje, se puede suponer que la FS_{SY} sea de 1.0).

q_E = Cantidad esperada de drenaje de agua.

Es necesario que el flujo de salida total de agua de Secudrain® sea mayor que el flujo de entrada de agua sobre toda la longitud.

Propiedades de filtración y separación

Para garantizar la capacidad de drenaje a largo plazo, los geotextiles no tejidos Secutex® utilizados para separación y filtración deben ser capaces de soportar los rigores de la instalación sin sufrir ningún daño, manteniendo así sus capacidades de filtrado a largo plazo.

Por esta razón se usan los enfoques descritos en los capítulos "Filtración con geotextiles" y "Separación con geotextiles". El geotextil no tejido para separación y filtración debe tener al menos una robustez de geotextil Clase 3.

Cálculo de la capacidad de drenaje

En la WAS 7, la Comisión Federal de Ingeniería Civil y Puentes (BMV Dep. StB) propuso una capacidad de descarga mínima de 0.3 l/sm bajo la presión de la tierra existente para el drenaje de superficies y estructuras rellenas. Por otra parte, WAS 7 exige que el sistema de drenaje:

Sea altamente resistente a las condiciones climáticas;

- Tenga al menos un espesor de 5 mm;
- Tenga una tela no tejida de separación y filtrado con un tamaño de abertura efectivo en el rango de 0.06 mm y 0.2 mm;
- Tenga una tela no tejida de separación y filtrado con una permeabilidad al agua que sea al menos 100 veces más alta que la permeabilidad al agua del suelo.

Nota: Con respecto a la capacidad de descarga necesaria, DIN 4095, así como RAS-Ew permiten enfoques más bajas que los de WAS 7, en casos especiales que dependen del tipo de suelo. Los productos Secudrain® cumplen todos estos requisitos.

Debido a su flexibilidad y baja masa por unidad de superficie, los productos Secudrain® son fáciles de instalar y pueden acomodar las estructuras más complejas.

Conclusión

Al crear sistemas de drenaje de geotextil, es importante tener en cuenta la robustez del geotextil no tejido, la capacidad de filtrado, así como las capacidades de separación, no solamente la capacidad de drenaje necesaria. La flexibilidad de los sistemas de drenaje Secudrain® así como su facilidad de manejo de los rollos de 1.9 m a 3.8 m de ancho permiten una instalación simple y económica. ■

Diseño Secciones transversales Detalles

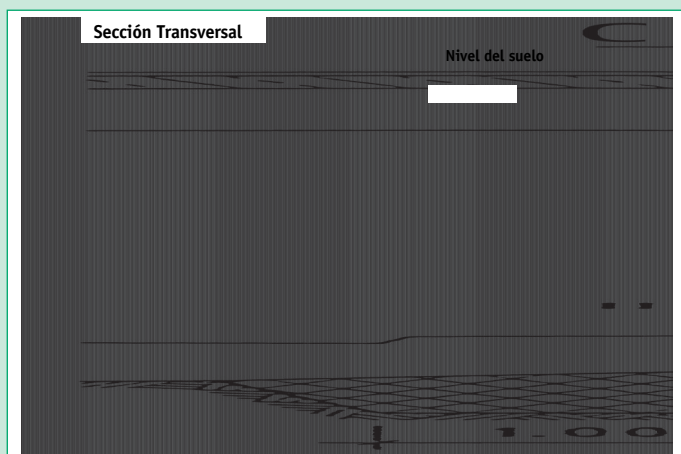


Figura 13: Sección transversal típica de un estribo de puente de acuerdo con la WAS 7 Alemana.

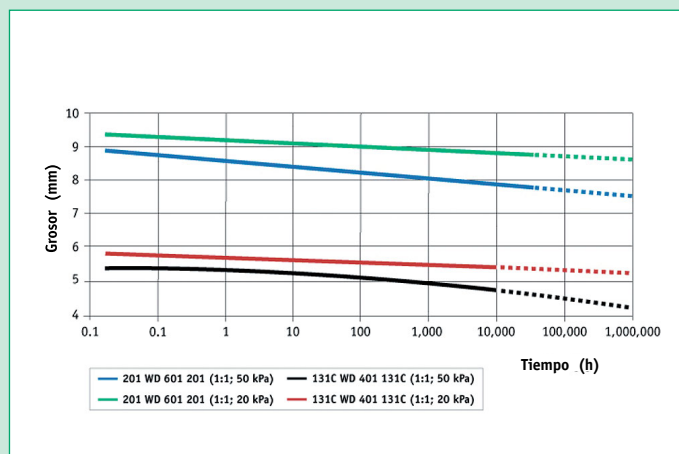


Figura 14: Tipos de Secudrain® WD – pruebas de corte fluencia a fluencia de acuerdo con la ENV 1897.

Geosintéticos en la construcción de caminos clasificados

Figura 15
Separación y filtración con Secutex® en una pista de pruebas para automóviles (Papenburg, Alemania).



En las "Directrices para la especificación de las áreas de tráfico", se ofrecen un conjunto de datos estándar de construcción para determinados tipos de carreteras en función de su uso previsto y vida útil. Al incluir los productos geosintéticos para separación y refuerzo en estos detalles de construcción estándar, se puede lograr un diseño técnicamente equivalente (o superior) reduciendo el grosor de la costosa capa base mineral. Si el subsuelo en el lugar de construcción del camino no tiene la suficiente capacidad de soporte de carga, también se puede utilizar el refuerzo con geosintéticos para la estabilización del subsuelo.

Separación

En la construcción de la mayoría de los tipos de carreteras que están cubiertas por los sistemas nacionales de clasificación, se colocan una capa de protección contra heladas y una capa base (normalmente grava o piedra triturada) y se compacta sobre un sobrasarte preparado. Las directrices nacionales también estipulan el requisito de capacidad de soporte, basado en el módulo de deformación a largo plazo (EV2). Para lograr y mantener el desempeño requerido del diseño, debe evitarse que se mezclen los diferentes tipos de suelo (protección contra heladas, capa base y subsuelo).

Los geotextiles no tejidos de polipropileno (PP) Secutex® son productos para usarse en la construcción de carreteras como componentes de separación especialmente diseñados. Son robustos, productos de filtración estable con alta resistencia a la punción, con alta resistencia a la tracción y altas propiedades de elongación. También están clasificados bajo el

sistema GRK (clasificación robustez de geotextil) para la punción y resistencia a los daños de instalación. Para más detalles sobre el uso de los geotextiles Secutex®, por favor, consulte los capítulos "Separación con geotextiles" y "Filtración con geotextiles". La alta capacidad de elongación de los geotextiles no tejidos Secutex® asegura una excelente resistencia a los daños. Esta característica de los productos Secutex® permite acomodar fácilmente subrasantes irregulares o blandos.

Cuando se cubren con piedra, las fibras no tejidas de los geotextiles Secutex® se orientan alrededor de las piedras, evitando daños en la estructura no tejida.

Reforzamiento

Las geomallas Secugrid® son productos geosintéticos de refuerzo fabricados a partir de barras planas de de polímero extruido monolíticas de alta resistencia a la tracción con uniones soldadas de alta resistencia. Secugrid® absorbe las fuerzas de tracción inducidas en el suelo y distribuye las tensiones a través de las barras de alta resistencia a la tracción. Esta transferencia de fuerzas tiene lugar de dos modos distintos: Por enclavamiento del suelo granular en las



Figura 16
Uso de Secugrid® para el reforzamiento de un respro (Loxstedt, Alemania).

aberturas de la rejilla que restringe físicamente el movimiento del material de la capa base granular y la transferencia de la fuerza de fricción entre el suelo y las barras planas anchas de la geomalla Secugrid®. Mediante la absorción de las fuerzas de tracción inducidas por la carga de tráfico en la superficie de la carretera, la carga se distribuye sobre un área de base más amplia, minimizando presiones localizadas en el subsuelo. Una característica importante de la geomalla Secugrid® es el módulo muy alto (es decir, que son capaces de funcionar a su carga de tracción del diseño con muy poca elongación). El alto módulo minimiza la deformación que puede producirse en la superficie de la carretera. Secugrid® también tiene muy baja susceptibilidad a la fluencia a largo plazo, garantizando la integridad de la superficie de la carretera frente a la deformación.

Diseño Secciones transversales Detalles



Figura 17: Aplicación de los geotextiles no tejidos Secutex® para separación.

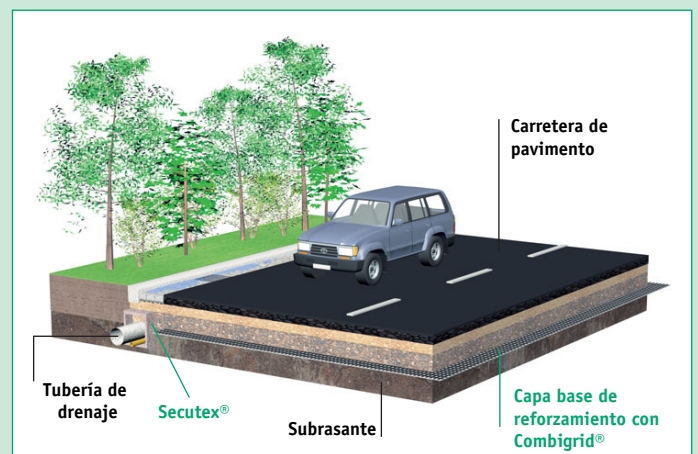


Figura 18: Mejoramiento de la capa base con el producto compuesto Combigrid® para separación y reforzamiento.

El reforzamiento de suelos con Secugrid® puede eliminar la necesidad de quitar y reemplazar o estabilizar químicamente subsuelos que no cuentan con suficiente capacidad de soporte para la carga prevista (pregunte por la herramienta de cálculo de Secugrid®). Se puede utilizar Combigrig® (un compuesto unido de geotextiles Secugrid® y Secutex®)

Figura 19
El Combigrig® aumenta la capacidad de soporte del suelo (Mersin, Turquía).



cuando se requiere el producto geosintético para proporcionar funciones de reforzamiento, así como la estabilidad de la filtración separación entre la capa de cubierta y el subsuelo. El componente Secugrid® del material compuesto proporciona el refuerzo mientras que el componente de geotextil no tejido Secutex® proporciona la

separación y la estabilidad de filtración (véanse los capítulos "Separación con geotextiles" y "Filtración con geotextiles").

Drenaje

En pavimentos de concreto, las grietas y daños en las juntas de sellado pueden permitir que el agua superficial penetre la losa de pavimento y arrastrar el subsuelo. El debilitamiento hidráulico de la losa de pavimento puede debilitar la estructura y provocar daños a la superficie pavimentada. Cuando además el subsuelo es de baja permeabilidad y no puede descargar el-

Figura 20
Geotextil Secutex® como separador en una construcción de carreteras (Weißenfels, Alemania).



agua que ha penetrado la losa, el agua puede acumularse en la interfaz entre la losa y el subsuelo preparado.

Entonces las cargas cíclicas del tráfico pueden someter esta agua a la alternancia de presiones altas y bajas. Esta acción de "bombeo" puede empujar el suelo de debajo de la losa, reduciendo la integridad estructural del pavimento. Cuando se instala entre la losa de pavimento y su subsuelo, los geotextiles no tejidos unidos mecánicamente Secutex® PP proporcionan una ruta de drenaje horizontal para que el agua se descargue antes de que pueda causar daños a la estructura de la carretera.

Ya que las capacidades de drenaje de los geotextiles Secutex® son considerablemente más altas que las de los suelos manipulados con ingeniería y, ya que no se ven afectadas por arrastre por agua o encharcamientos, estos geotextiles protegen la integridad del pavimento contra el daño hidráulico. Este grueso geotextil tridimensional también actúa como un amortiguador contra las vibraciones del tráfico, ayudando a prevenir la formación de grietas, mientras que la estructura porosa abierta de Secutex® ayuda al acomodamiento y curado de in situ de las losas de pavimento.

Típicamente, para esta aplicación se utiliza el producto de 500 g/m² (Secutex® tipo R 504).



Figura 21
Prevención de falla de subsuelo con Secugrid® 400/60 R 6 (A 31, Emden, Alemania)

Resistencia a largo plazo

Los componentes de las materias primas utilizadas para producir los geosintéticos Secugrid®, Combigrig® y Secutex® son seleccionados cuidadosamente para garantizar que todo su desempeño se mantenga durante toda la vida útil.

Conclusión

Para la construcción de carreteras clasificadas, los geosintéticos se utilizan para cumplir las funciones de separación, reforzamiento, filtración y drenaje. La separación y la estabilidad de la filtración del suelo se puede lograr utilizando los geotextiles Secutex®, y ya sea con o Secugrid® Combigrig® se puede aumentar la capacidad de soporte.

Otras ventajas que tiene el uso de los geotextiles no tejidos Secutex® para la construcción de pavimentos de concreto incluyen la prevención de grietas una vez colada de la losa de pavimentación, la amortiguación de la losa para prevenir daños por vibración durante el servicio, y protección contra la erosión del sobrasarte.

Una base sólida comienza con los productos de geotextiles no tejidos de NAUE. ■

Diseño Secciones transversales Detalles

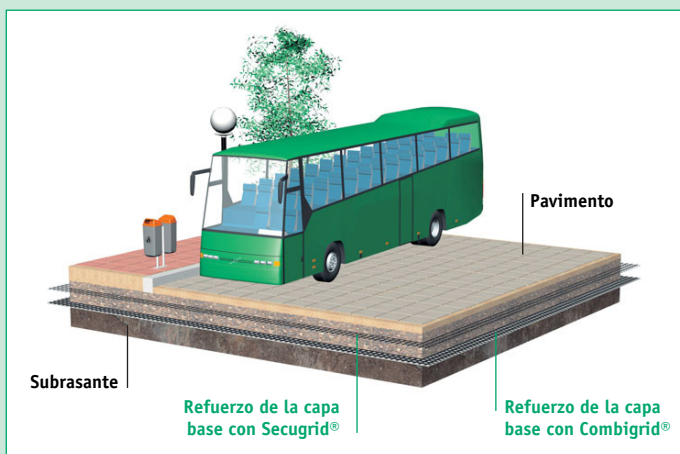


Figura 22: Reforzamiento de la capa base para las cargas grandes en suelos con baja capacidad portante.

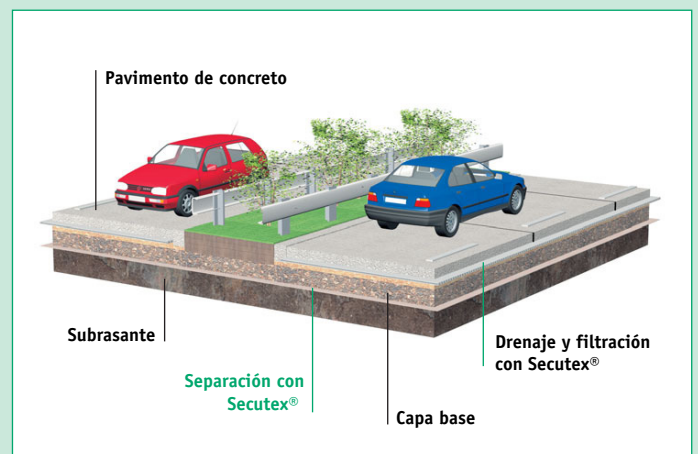


Figura 23: Drenaje por debajo del pavimento de concreto.

Geosintéticos para la construcción de carreteras y áreas de mucho tráfico

Figura 24
Geotextil Secutex®
como separación
entre suelos de
grano fino y grueso.



Las soluciones con sistemas de geosintéticos que se utilizan en la construcción de carreteras temporales y áreas de tráfico que no están clasificadas bajo las directrices nacionales, tales como la construcción de carreteras, estacionamientos, rutas forestales y caminos de acceso.

Mejoramiento de la capacidad portante

En la construcción de áreas de mucho tráfico, tales como estacionamientos, se requiere un subrasante estable con suficiente capacidad portante. Cuando se instala entre el subsuelo y la capa de base, las geomallas Secugrid® Q, fabricadas con barras planas monolíticas extruidas de alta resistencia, con uniones soldadas, son particularmente adecuadas para esta aplicación.

Figura 25
Instalación de Combigrig®
para aumentar la capacidad
portante del suelo
(Bremerhaven, Alemania).



La cubierta de suelo de grano grueso del suelo se enclava con la geomalla Secugrid® Q (con aberturas de rejilla ≥ 28 mm) creando una adherencia. Este enclavamiento inmediato proporciona una transferencia de fuerza horizontal que aumenta la capacidad portante del suelo debido a alta absorción de fuerza de Secugrid® - incluso en condiciones de baja elongación. La capacidad portante requerida se puede lograr sin el costoso intercambio adicional de suelo, y en algunos casos, se puede reducir el espesor de la capa de base.



Figura 26
Separación y filtración
con Secutex® en un camino
de entrada
(Gehlenbeck, Alemania).

Los geotextiles no tejidos de separación y filtración Secutex® se utilizan para evitar la migración de partículas finas a la capa de base. Los enfoques de diseño para esta tela no tejida se describen en más detalle en los capítulos "Filtración con geotextiles" y "Separación con geotextiles". Para facilitar la instalación y crear la transferencia de resistencia al corte, los componentes Secugrid® y Secutex® son prefabricado formando el producto de material compuesto Combigrig®. En subrasantes extremadamente blandos, se puede mejorar notablemente la capacidad portante utilizando múltiples capas de geomallas Secugrid®.

Reducción de la formación de surcos por rodadura

Cuando se construyen carreteras sin pavimentar (como rutas forestales y caminos de construcción temporales) sobre subsuelo blando, se debe evitar la formación de -

Diseño Secciones transversales Detalles

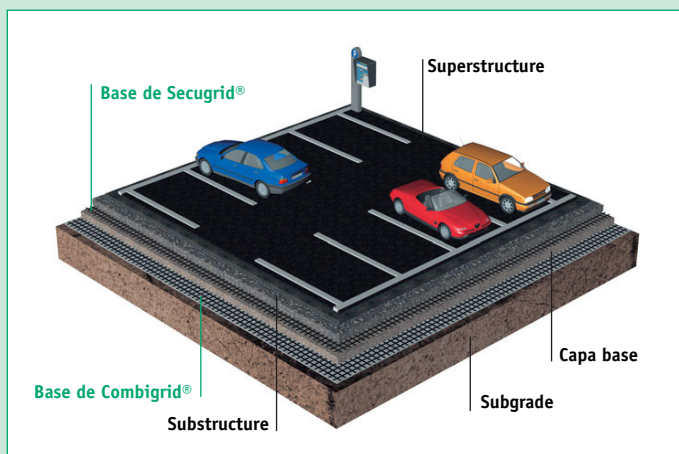


Figura 27: Reforzamiento de la capa base por debajo de estacionamientos.

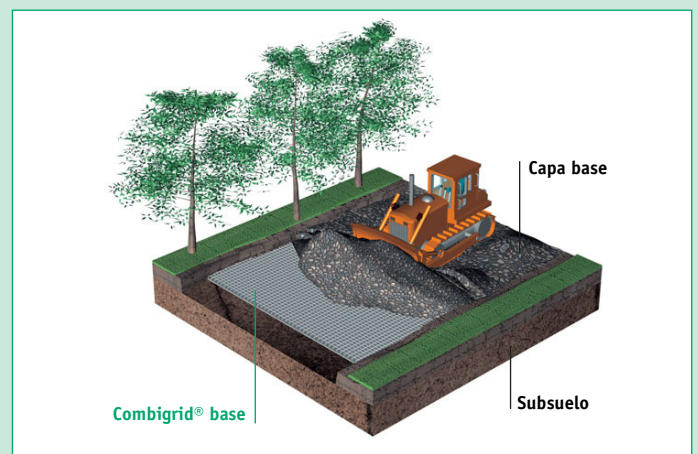


Figura 28: Reforzamiento de la capa de base de un camino de construcción.

Figura 29
Secugrid® pretensado
Secugrid® instalado bajo
una capa de base para
tráfico pesado
(Lübeck, Alemania).



surcos y el entremezclado del material de la cubierta hacia el subsuelo. Las geomallas Combigrid® o Secugrid® pueden mejorar significativamente la distribución de la carga, lo que minimiza la formación de surcos y el entremezclado del suelo. La selección de las geomalla Secugrid® se hace sobre la base específica del proyecto de acuerdo con las directrices estándar y los requerimientos específicos del sitio (pida la herramienta de cálculo Secugrid®).

Comportamiento-fuerza-elongación

A diferencia de la función de separación de los geotextiles, la función de reforzamiento requiere un producto con características de baja elongación. Las geomallas Secugrid® no tienen elongación de producto fabricado. Con las uniones rígidas de las barras de refuerzo soldadas, Secugrid® tiene menos del 8% de elongación a la ruptura. Para los temas de comparación del producto y temas de diseño, se utiliza con frecuencia la absorción de fuerza al 2% y 5% de elongación.

Robustez de la instalación

Cuando se instalan y se compactan suelos de cubierta de grano grueso y materiales de la capa base el reforzamiento puede ser sometido a altas tensiones dinámicas. Debido a las gruesas y robustas barras monolíticas de refuerzo, las geomallas Secugrid® y Combigrid® tienen alta resistencia a las cargas de instalación.

Conclusión

En la construcción de caminos no pavimentados y áreas de mucho tráfico, las soluciones de los sistemas geosintéticos basados en geomalla son de uso general, sobre todo en subsuelos blandos. Las geomallas Secugrid® se instalan para mejorar la capacidad portante del suelo, para evitar la costosa excavación del suelo y volver a-

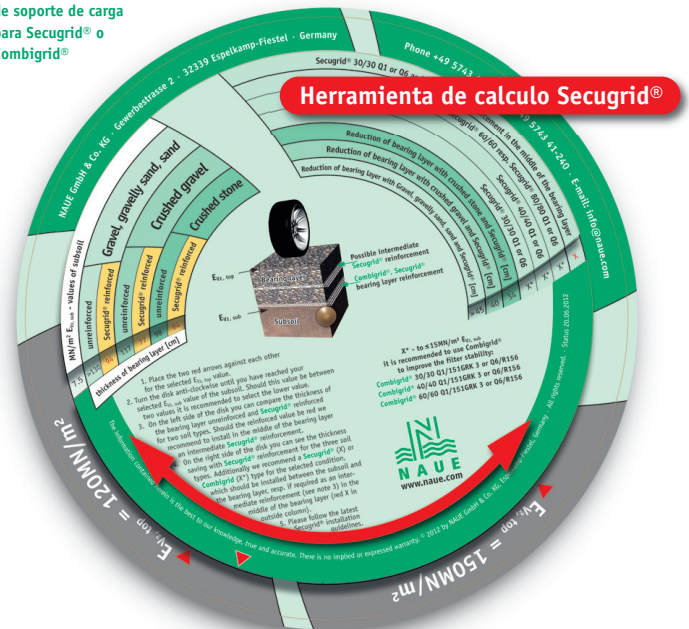


Figura 30
Cobertura del suelo con
refuerzo de Secugrid®
en una capa de base
(Arizona, EE.UU.).

compactar, así como para reducir el espesor de la capa de base en algunos casos.

Combigrid® puede prevenir con eficacia la migración de partículas finas a la capa de base. Comparado con los métodos de construcción convencionales, el uso de geosintéticos es una alternativa económica y eficaz. ■

Con un giro este disco-herramienta de diseño
realiza cálculos para el diseño de las capas
de soporte de carga
para Secugrid® o
Combigrid®



Diseño Secciones transversales Detalles

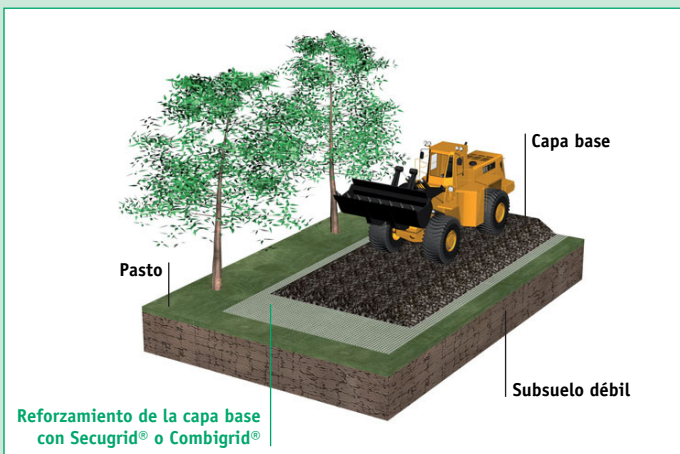


Figura 31: Reforzamiento de la capa base de un camino de acceso.



Figura 32: Reforzamiento de la capa base para un camino de acceso de un parque eólico sobre subsuelos blandos.

Protección de aguas subterráneas en infraestructura de transporte

Figura 33
Instalación de Bentofix®
con una barra de tensión
en una cuneta de carretera
(Muenster, Alemania).



Varias directrices nacionales para la construcción de carreteras en áreas ambientalmente sensibles requieren el sellado del subsuelo y la utilización de medidas de construcción eficaces para proteger las aguas subterráneas en la infraestructura de transporte, cerca de áreas de captación de agua. En numerosos proyectos, los revestimientos geosintéticos de arcilla Bentofix® y las geomembranas Carbofol® han demostrado ser eficaces, y económicos sistemas de sellado. Se utilizan bajo carreteras, vías férreas y para estanques de captación.

Sellado

Como una alternativa al suelo cohesivo compactado de 60 cm de espesor, se utiliza el revestimiento geosintético de arcilla Bentofix®, que tiene aproximadamente 10 mm de espesor y está fabricado con bentonita de sodio natural de alta capacidad de expansión. Las robustas cubiertas y portadores de los geotextiles utilizados en la fabricación de Bentofix® están diseñadas para soportar las cargas de instalación. Bentofix® está fabricado de manera uniforme con perforación de aguja independiente de la dirección (refuerzo de fibra) en toda su superficie, con más de 2 millones de fibras por metro cuadrado. Dependiendo de las condiciones existentes del suelo y las longitudes de las pendientes, son posibles inclinaciones de pendiente de hasta 2.5h:1v o mayores, debido a la estructura de la superficie de cubierta con perforación de aguja y los geotextiles portadores y al gran ángulo de fricción interno. En condiciones del suelo malas o en las pendientes más pronunciadas, se puede utilizar la geomalla Secugrid® para garantizar aún más la estabilidad del talud.

Debido a su perfil delgado, los revestimientos geosintéticos de arcilla Bentofix® consumen menos espacio de aire que la arcilla compactada y pueden requerir menos excavación y remoción de suelo. La Bentofix® BFG 5000 cuenta con una cubierta de geotextil impregnada uniformemente con polvo de bentonita sobre toda su superficie. Este tratamiento de bentonita en la cubierta de geotextil puede hacer la instalación más eficiente ya que no se requiere la aplicación en campo de pasta de bentonita en los traslapes. Los geotextiles encapsuladores Bentofix® normalmente son fabricados de resina de polipropileno (PP) y por lo tanto son suficientemente resistentes a una amplia gama de productos químicos convencionales, tales como combustible diesel, petróleo y benceno.

Alternativamente, se pueden instalar geomembranas Carbofol® HDPE de espesor 2.0 mm. Las geomembranas Carbofol® HDPE son más apropiadas para condiciones agresivas debido a su amplia gama de resistencia a elementos químicos y naturales (es decir, a la radiación UV, roedores, productos químicos). Las geomembranas de HDPE Carbofol® no solamente son fáciles de colocar, también son fáciles de soldar debido a su favorable Índice de Flujo de Fusión de la resina de base.



Figura 34
Instalación de
Bentofix® GCL como
protección para aguas
subterráneas debajo de
la autopista B 82n
(Langelsheim, Alemania).

Las geomembranas estructuradas y de fricción Carbofol® están disponibles para transferir efectivamente las fuerzas de corte en los más difíciles lugares con pendiente. En cualquier caso, se deben realizar pruebas de corte directo específicas al proyecto para comprobar que los parámetros de resistencia al corte requeridos están siendo satisfechos por los componentes seleccionados para uso.

Diseño Secciones transversales Detalles

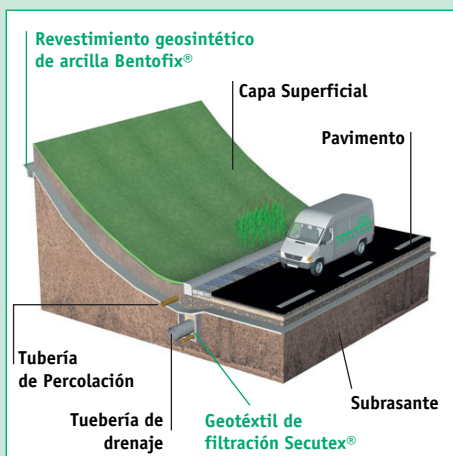


Figura 35: Sistema de sellado de carreteras Bentofix®

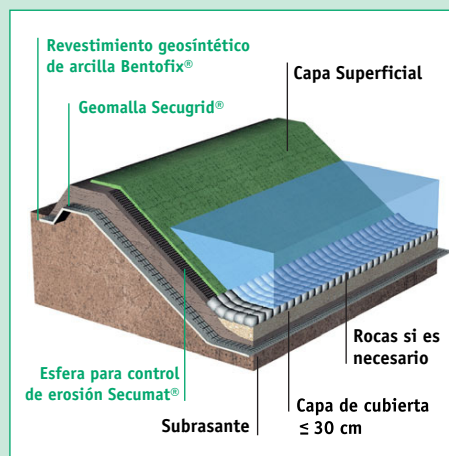


Figura 36: Sistema de solución completo NAUE para estanques de captación.

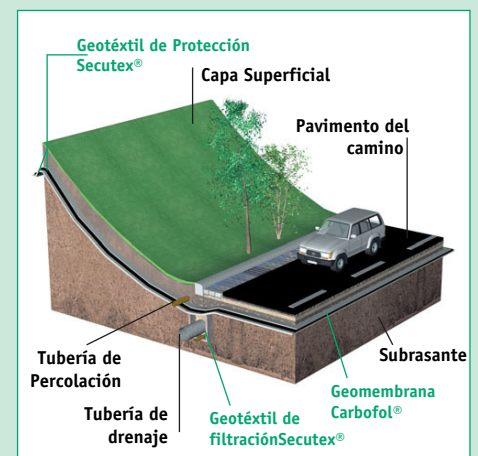


Figura 37: Sistema de sellado de carreteras Carbofol.

Figura 38
Instalación de Bentofix® GCL en un estanque de captación de aguas pluviales.



Protección

Los geotextiles de encapsulamiento de los revestimientos geosintéticos de arcilla Bentofix® protegen la bentonita, y además proporcionan la suficiente robustez para el manejo in situ. Cuando se prevén cargas de instalación, mayores que las normales, los revestimientos geosintéticos de arcilla (GCL) deben ser fabricados con geotextiles no tejidos más robustos, por lo general con $\geq 270 \text{ g/m}^2$.

El desempeño de sellado de la geomembrana Carbofol® HDPE está garantizado cuando la instalación se lleva a cabo por expertos de la industria. Dependiendo de los requisitos normativos, así como las condiciones del sitio, los geotextiles no tejidos con perforación aguja para protección, como Secutex® (de PP) pueden ser instalados tanto arriba como por debajo de la geomembrana Carbofol®.

Para gravilla fina (porción de grava < 30%), se deben utilizar materiales no tejidos de protección Secutex® con una masa por unidad de área de 400 g/m^2 para proteger la geomembrana Carbofol®. Para suelos de grano más grueso se pueden requerir estilos más gruesos de material no tejido de protección Secutex®, normalmente con una masa por unidad de área de $1,200 \text{ g/m}^2$.

Figura 39
Geomembranas Carbofol® en una zona sensible de aguas subterráneas (Reino Unido).



Control de erosión

En zonas con pendientes pronunciadas, las lluvias fuertes pueden causar canales de erosión o arrastrar la semilla joven de pasto. Los materiales para control de erosión Secumat® evitan la erosión de la superficie y la formación de surcos mediante la retención del suelo y las semillas en una intrincada estructura tridimensional. Secumat® se instala directamente en la pendiente y se llena con tierra. Las raíces de la vegetación encierran gradualmente la capa intrincada de Secumat®, enclavamiento de manera eficiente con el suelo circundante.

Conclusión

Cuando se construyen carreteras, vías férreas o estanques de captación en zonas de protección de aguas subterráneas, se pueden utilizar de manera efectiva los revestimientos geosintéticos de arcilla Bentofix® y las geomembranas Carbofol®.



Figura 40
Uso de Bentofix® GCL bajo vías férreas para la protección de aguas subterráneas (Dresde a Leipzig, Alemania).

Los geotextiles no tejidos de protección Secutex® garantizan una protección a largo plazo de las geomembranas Carbofol®.

Las geomallas Secugrid® pueden garantizar la estabilidad de pendientes pronunciadas, mientras que las esteras Secumat® ayudan a prevenir la erosión superficial. El sistema completo de soluciones con geosintéticos NAUE es una alternativa económica, y además son ecológicamente superiores en aplicaciones de protección de aguas subterráneas. ■

Diseño Secciones transversales Detalles

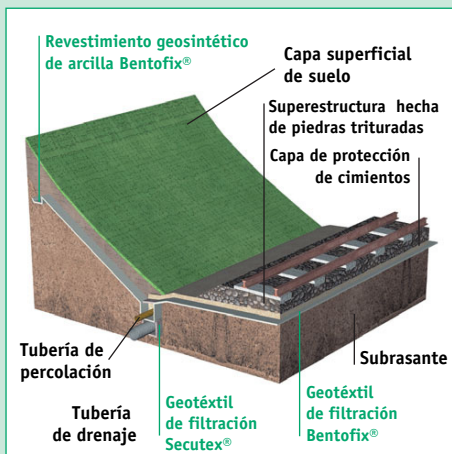


Figura 41: Sistema de sellado Bentofix® en la construcción de vías férreas para la protección de las aguas subterráneas.

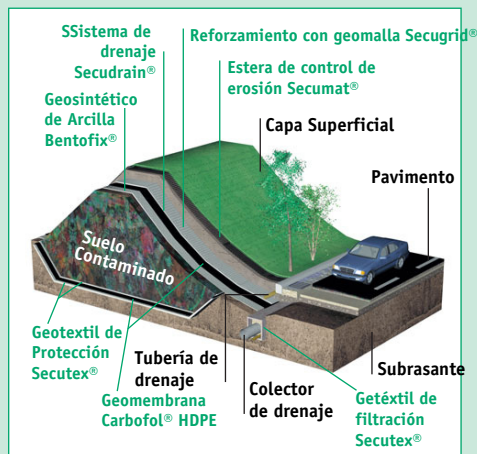


Figura 42: Encapsulamiento de suelos contaminados.

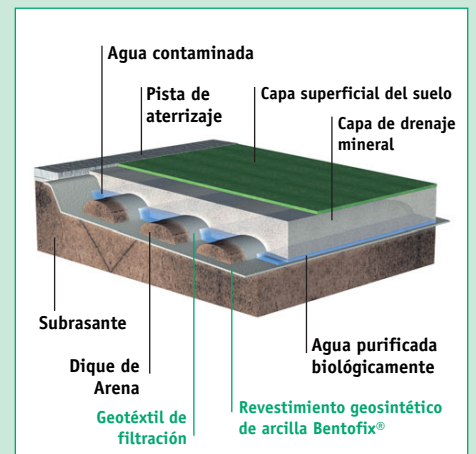


Figura 43: Protección de aguas subterráneas con Bentofix® en el Aeropuerto de Munich, Alemania (sistema de degradación biológica in situ)

Geosintéticos en la estabilización de taludes

Figura 44
Secugrid® garantiza la estabilidad del talud en una barrera contra ruido (A33 Bielefeld, Alemania).



Los productos de geomalla de refuerzo Secugrid® se utilizan comúnmente para estabilizar pendientes empinadas de capas de suelo. Los materiales para control de erosión Secumat® se utilizan en las pendientes para evitar la erosión del suelo, así como el arrastre de la vegetación o la semilla debido a las lluvias.

En cualquiera de los casos, se puede utilizar eficazmente los productos geosintéticos Secugrid® y Secumat® para ayudar a proteger las pendientes de la erosión y de la falla de la capa de suelo.

Estabilidad

Es común diseñar pendientes lo más empinadas posible para optimizar el uso del suelo. Esto puede conducir a un área de cresta más grande o la reducción del área de terraplén. Si las características de fricción y resistencia del suelo no pueden proporcionar una estructura estable, se requieren medidas especiales de reforzamiento.

Figura 45
Las geomallas Secugrid® R son apropiadas para aplicaciones de refuerzo uniaxial.



Las geomallas Secugrid® son una alternativa económica a la modificación de la geometría del talud. Fabricadas de barras extruidas monolíticas planas de poliéster PET o polipropileno PP, las geomallas Secugrid® refuerzan la estructura del suelo portando las fuerzas excesivas de la pendiente.

Se pueden usar diferentes directrices nacionales para los cálculos de estabilidad de taludes. El Manual de Diseño NAUE Secugrid® también contiene directrices de diseño y selección de productos para el uso adecuado de los productos de geomalla Secugrid®. Estos incluyen directrices para la aplicación de geotextiles y geomallas en la construcción de carreteras, y recomendaciones para refuerzo con geosintéticos.



Figura 46
Control de la erosión en una pendiente. La estructura de poro abierto de Secumat® permite el fácil llenado de la capa superior del suelo.

La resina PET y PP utilizada en Secugrid® ofrece excelentes características físicas y ayuda a la selección de productos más económicos. Secugrid® puede soportar tensiones de fluencia a largo plazo más altas que otros productos de poliolefina gracias a su proceso de fabricación único.

Diseño Secciones transversales Detalles

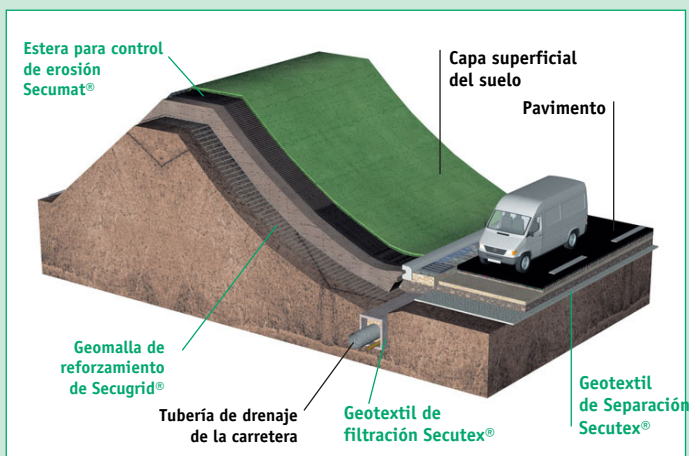


Figura 47: Estabilización de talud de barrera contra ruido.

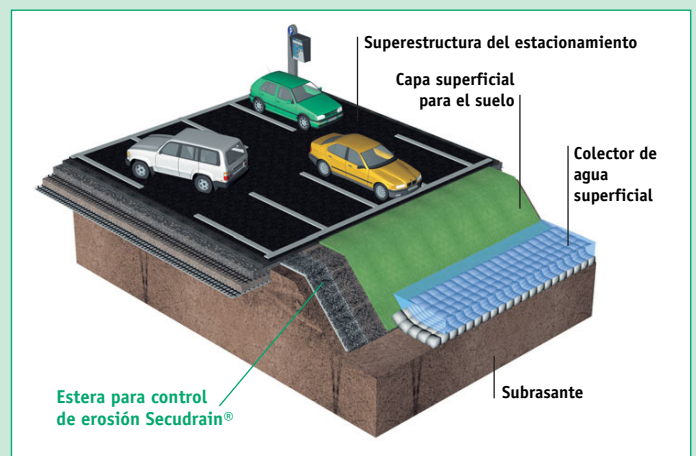


Figura 48: Control de erosión de una zanja de captación de aguas superficiales.

Control de erosión

En taludes, especialmente con suelos de grano fino, la precipitación fuerte puede erosionar los suelos superficiales. Mayor erosión y surcos pueden presentarse si la pendiente tiene escasa vegetación. Normalmente se usan las esteras de geosintético para control de erosión para hacer frente a condiciones de pendientes difíciles y propensas a la erosión.

Figura 49 Estabilización de talud y captación de aguas de infiltración con Secudrain®.



Las esteras de control de erosión de suelos Secumat® pueden reducir significativamente el arrastre provocado por las fuertes lluvias que son comunes en Europa Central. La estructura de laberinto tridimensional e irregular de Secumat® está diseñada para permitir que tanto los suelos de grano fino y como suelos de grava llenen la intrincada estructura abierta. La estructura irregular de Secumat® mantiene el suelo en posición sobre pendientes más pronunciadas y proporciona soporte estructural a la vegetación durante las primeras etapas de crecimiento de las plantas.

Figura 50 Cobertura de suelo de Secumat® para el control de la erosión en un colector de agua de lluvia (Albertville, Francia).



El uso de resinas de polipropileno de alta calidad (PP) hacen que las esteras Secumat® sean resistentes a las sustancias químicas naturales del suelo, a los microorganismos del suelo y a la radiación UV.



Figura 51 Reforzamiento de terraplén con Secugrid® en un proyecto de ampliación de una carretera (Tabing-Doku, Indonesia).

Cuando se utilizan en conjunto con un geotextil no tejido de soporte, la estructura del producto de control de erosión Secumat® es prácticamente idéntica al sistema de drenaje Secudrain®. Instalado con la superficie intrincada hacia arriba, se desempeña con dos funciones, de separación y de control de la erosión.

Conclusión

Las geomallas Secugrid® garantizan la estabilidad de barreras contra ruido y estanque de retención, así como represas y otras pendientes pronunciadas donde a menudo es necesario ahorrar espacio y formar taludes empinados. Los productos de control de erosión Secumat® se emplean para evitar la erosión en pendientes o en áreas sometidas a flujos turbulentos periódicos. Evitan que la tierra sea arrastrada durante las lluvias fuertes, y proporciona soporte estructural para la vegetación, que es especialmente importante durante las primeras etapas de crecimiento de las plantas. En zanjas de drenaje, Secumat® también evita el arrastre de las partículas de tierra, garantizando así el adecuado funcionamiento del sistema.

Diseño Secciones transversales Detalles

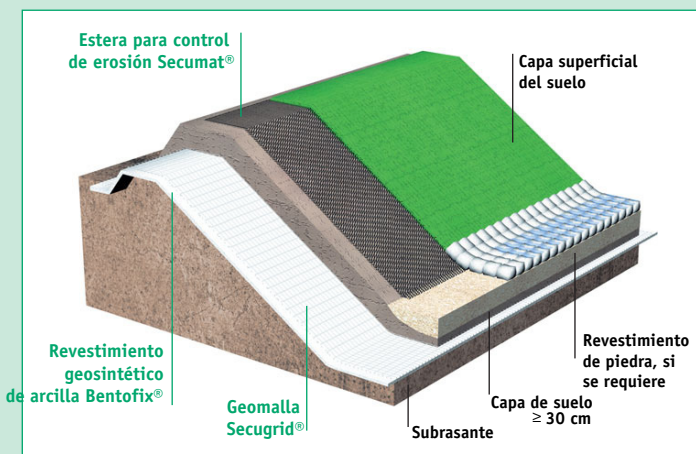


Figura 52: Sello y estabilización de un talud de una estanque de retención.

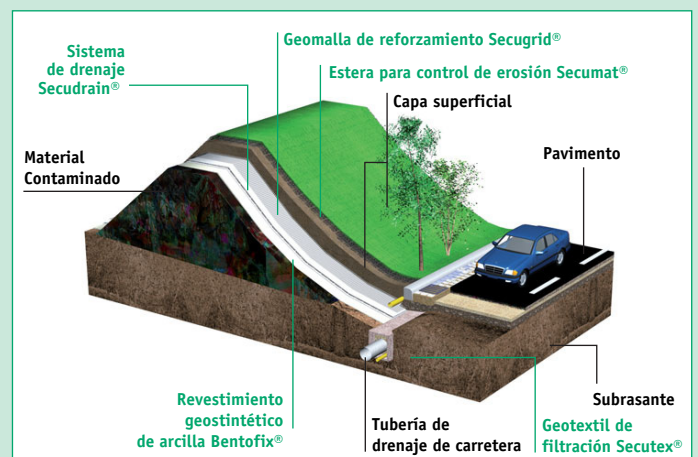


Figura 53: Sello de una barrera contra ruido.

Geosintéticos para muros de contención

Figura 54
Muro de tierra reforzado
con Secugrid®
(Vignale, Italia)



Con las soluciones completas de los sistemas geosintéticos, se pueden construir barreras contra ruido, muros de contención, terraplenes reforzados y otras estructuras con inclinaciones de hasta 90°.

Reforzamiento

La utilización de las geomallas Secugrid® para el reforzamiento de paredes empinadas y estructuras de contención es necesaria en los casos en que la resistencia al corte del material del suelo no es suficiente para proporcionar la estabilidad necesaria. Las geomallas uniaxiales Secugrid® R están diseñadas y especialmente bien adaptadas para este propósito.

Están hechas de resina poliéster de alta resistencia (PET) o de resina de polipropileno (PP), que se ha extruido para formar barras monolíticas planas, que son soldadas entre sí para crear la rigidez de unión.

Este diseño especial de rejilla proporciona un enclavamiento inmediato con el suelo circundante. Sus propiedades de fricción mejoran aún más la resistencia estructural de la aplicación. Las geomallas Secugrid® están diseñados para aceptar los altos esfuerzos de la construcción con poca elongación, ya que es necesario reducir al mínimo la deformación inaceptable. Se puede lograr una resistencia a la tracción de hasta 400 kN/m se con una extremadamente baja deformación en la falla de $\leq 8\%$.

Además de la capacidad de portante, también se debe tomar en cuenta el comportamiento de congelamiento y desagüe, la resistencia de la unión y la solidez del reforzamiento a la hora de instalar el relleno.

Normalmente la compactación requerida del material de relleno creará altas cargas de instalación. Debido a su gran área de superficie, y como se ha demostrado en numerosos ensayos, así como en pruebas de campo, las barras monolíticas planas de la geomalla Secugrid® son extremadamente robustas y resistentes a las cargas dinámicas de instalación. Recomendaciones de diseño y especificación de la geomalla Secugrid® están disponibles en nuestro Manual de Diseño Secugrid®.

Construcción de revestimiento de pendientes

Para crear estructuras de bajo impacto que se mezclen con el paisaje, hay diferentes tipos de revestimiento para el reforzamiento de pendientes y paredes empinadas que se pueden construir. Para el reforzamiento de pendientes empinadas con inclinaciones de hasta 45°, se puede instalar Secugrid® en posición horizontal, sin elementos especiales de revestimiento. Para la protección contra el arrastre o lavado potencial del relleno entre las capas de refuerzo, un suelo con filtración estable o la estera para control de erosión Secumat® con infusión de semillas de pasto son especialmente adecuados. En pendientes con inclinaciones de hasta 60°, es necesario usar el método envolvente para la instalación de la geomalla Secugrid®. Para facilitar esta técnica de construcción, se deben instalar primero encofrados temporales o reemplazables.



Figura 55
Construcción de un muro
de contención usando
Secugrid® (Marbella Hill,
España).

Para prevenir la erosión o arrastre del suelo, puede ser necesario la utilización del geotextil no tejido Secutex® en el lado interior del reforzamiento. El cálculo de la estabilidad de filtración de Secutex® se describe en el capítulo "Filtración con geotextiles". La utilización de las esteras de control de erosión Secumat® también puede prevenir el arrastre por agua del suelo.

Diseño Secciones transversales Detalles

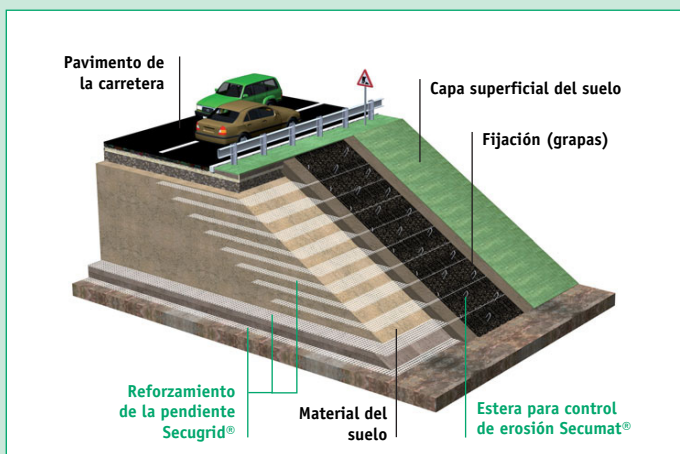


Figura 56: Pendiente reforzada con Secugrid® con una inclinación de 45°.

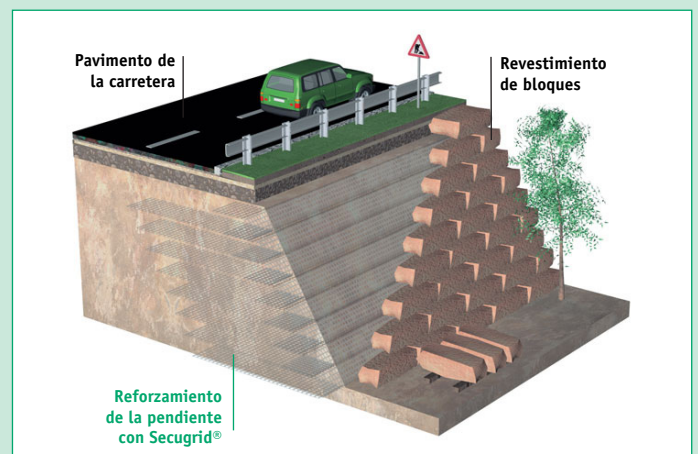


Figura 57: Pendiente reforzada con Secugrid® con una inclinación de 70°, utilizando el método envolvente y revestimiento de bloques libres.

También se puede diseñar el revestimiento de laderas o paredes empinadas con inclinaciones de hasta 90° para utilizar las rocas naturales, gaviones, rocas quebradas y elementos prefabricados de hormigón. Si se desea alguno de estos métodos, en primer lugar debe determinar si estos materiales pueden ser reforzados. La conexión de la cara externa/geosintético se hace ya sea con conexiones o con fijaciones especiales fabricadas o métodos de fijación en el sitio.

Figura 58 Absorbiendo la presión de la tierra contra la pared de una casa usando Secugrid® (Heilbronn, Alemania).



Cimentación para los elementos de revestimiento masivos

Los requisitos para la cimentación de los elementos de revestimiento masivos se describen en las diferentes recomendaciones nacionales para el reforzamiento con geosintéticos. En principio, son válidas las normas generales de ingeniería para construcciones de tierra y concreto. Para paredes envolventes, normalmente no se requieren cimientos especiales.

Figura 59 Muro de gavión reforzado con Secugrid® (Tman, República Checa).



Conclusión

Los robustos productos Secugrid® sobresalen con su superior resistencia a químicos, baja tendencia a la fluencia, y su bajísima elongación (alto módulo inicial).

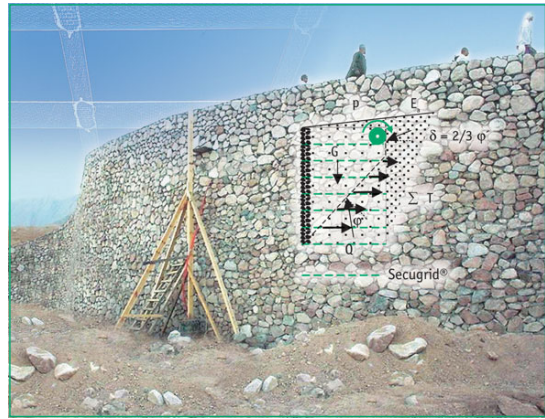
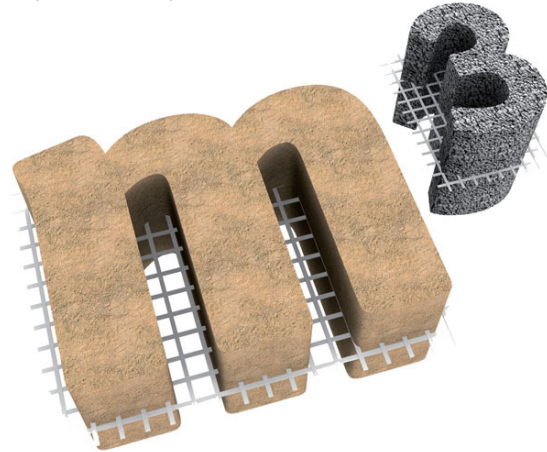


Figura 60 Muro reforzado con Secugrid® con revestimiento de roca (Egipto).

Las geomallas Secugrid®, las telas no tejidas para filtración Secutex® y las esteras para control de erosión Secumat® son utilizadas para la construcción de taludes y paredes empinadas reforzadas. Estos sistemas de geosintéticos son fáciles de instalar en comparación con las técnicas de construcción convencionales y tienen capacidad de acomodar el asentamiento diferencial sin sufrir ningún daño. El revestimiento de la pared también se puede conectar a los geosintéticos sin complicar el desempeño.



NAUE m3 proporciona un enfoque de sistema de refuerzo de pendientes, incluyendo el diseño. Para más detalles póngase en contacto con info@naue.com.

Diseño Secciones transversales Detalles

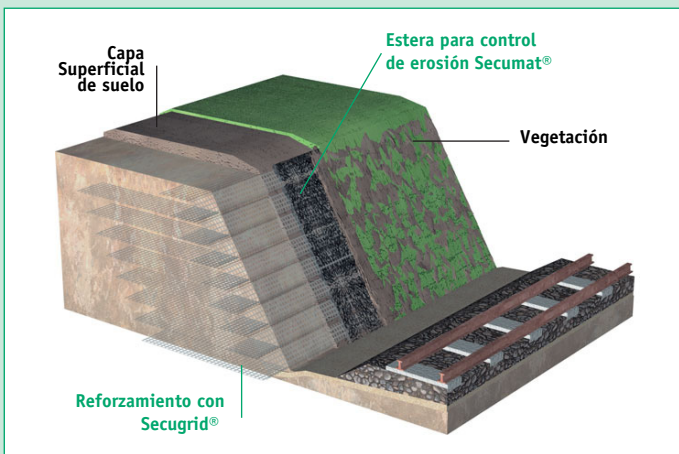


Figura 61: Pendiente reforzada con Secugrid® con inclinación de 70°, utilizando el método envolvente y con vegetación.

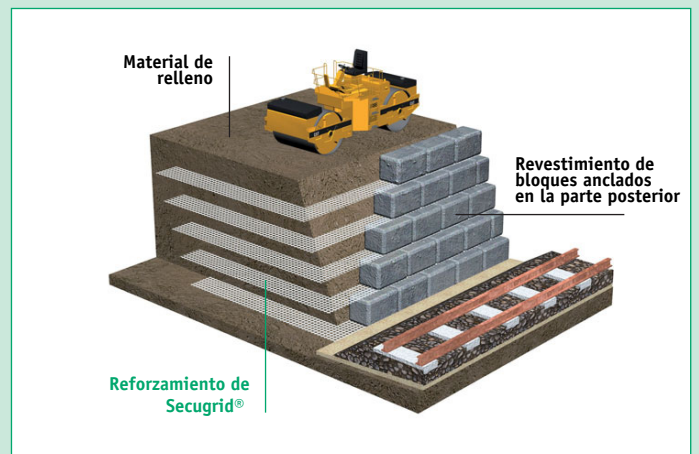


Figura 62: Muro de contención reforzado con Secugrid® con inclinación de 87° y revestimiento de bloques anclados en la parte posterior.

Geosintéticos para drenaje de estructuras

Figura 63
Drenaje de sótano y
capa de protección
para la membrana de
impermeabilización
usando Secudrain®



Con frecuencia es necesario un sistema de drenaje eficiente para evitar los daños causados por la acumulación de presión hidráulica en muros de contención, bases de puentes, paredes de sótano y en otras estructuras subterráneas.

Drenaje

Se utiliza Secudrain® para el drenaje de áreas o estructuras que están en contacto con el suelo, incluyendo el relleno de excavaciones. Descargará el agua de percolación, reduciendo con ello la presión hidrostática sobre la estructura y su sistema de sellado.

Figura 64
Drenaje de un
muro de contención
con Secudrain®



Los sistemas de drenaje de geosintéticos Secudrain® consisten en un núcleo de drenaje tridimensional estáticamente estable y estructurado en onda, fabricado a partir monofilamentos de polipropileno (PP) combinados con al menos un geotextil no tejido de filtración estable Secutex®. Debido a la alta proporción de huecos del núcleo de drenaje (al menos 95%), Secudrain® tiene alta capacidad de descarga de agua en todas las direcciones.

La relación entre la capacidad de descarga de agua y la tensión de confinamiento ha sido examinada en pruebas de laboratorio y se ha documentado en curvas de fluencia-presión. Las capacidades de flujo de Secudrain® están determinadas en función del grosor esperado bajo la tensión de confinamiento específica, que se puede correlacionar con los resultados de las pruebas de laboratorio a largo plazo.

Por lo tanto, no se requieren factores de reducción especiales en los cálculos de drenaje (véase el capítulo "Drenaje con geotextiles").



Figura 65
Relleno contra
sistema Secudrain®

Filtración

SE deben seleccionar los geotextiles no tejidos PP Secutex® en Secudrain® de acuerdo con las directrices de filtración (véase el capítulo "Filtración con geotextiles"). Con la selección apropiada, el componente geotextil evitará la obstrucción del núcleo de drenaje tridimensional por partículas finas mientras que además proporciona estabilidad de filtración a la tierra circundante. La estructura física del núcleo laberíntico tridimensional, en combinación con el filtro no tejido Secutex® mantiene la capacidad de descarga de agua.

Protección

Para proteger los sistemas de sellado cuando se utiliza suelo de drenaje de grano grueso, se deben instalar los geotextiles no tejidos unidos mecánicamente Secutex® con una masa por unidad de superficie de 1,200 g/m².

Diseño Secciones transversales Detalles

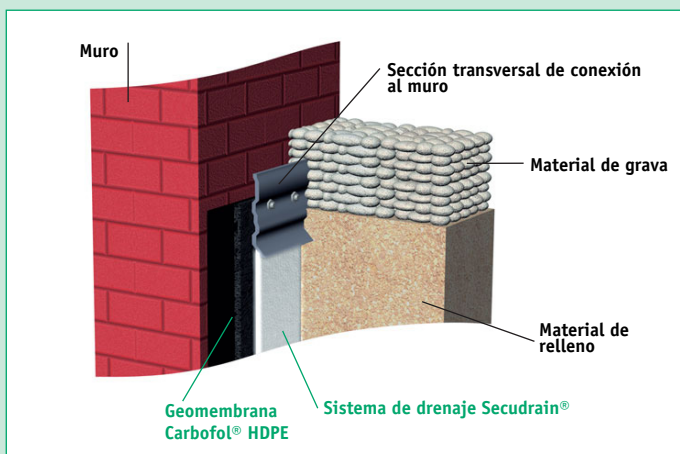


Figura 66: Drenaje de la estructura (detalle de la conexión al muro).

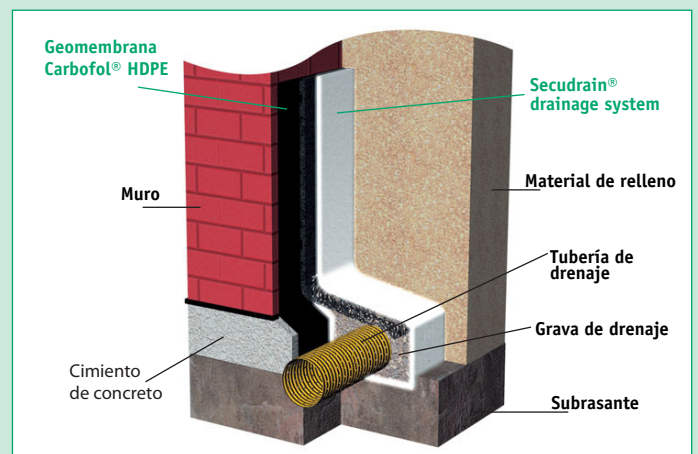


Figura 67: Drenaje de la estructura (detalle de la conexión de drenaje).

Además, para la estabilidad de filtración entre el drenaje y el relleno de grano fino, se debe instalar el geotextil no tejido de filtración estable Secutex®. Cuando se utilizan en conjunción con los sistemas de sellado de geosintéticos Secudrain® se ofrece una sustitución eficaz de las capas de drenaje minerales y a los geotextiles de estabilización de filtración, mientras que también proporciona protección al sistema de sellado.

Figura 68
Secudrain® como
colector de agua de
precipitación y de aguas
subterráneas en un
túnel (Pustertal, Italia).



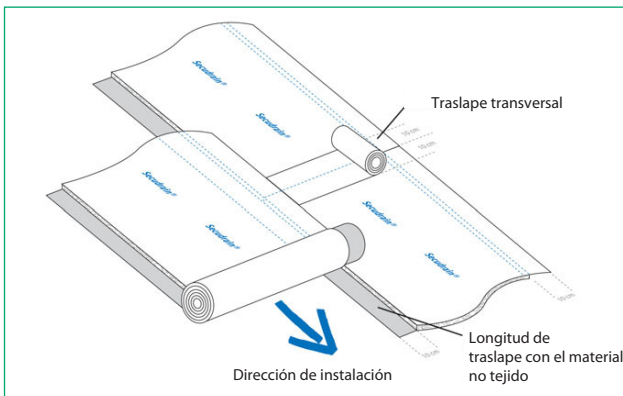
Resistencia

Los productos Secudrain® y Secutex® se utilizan para el drenaje y filtración de estructuras subterráneas. Las geomembranas Carbofol® y los revestimientos geosintéticos de arcilla Bentofix® se utilizan comúnmente para el sellado de estas estructuras. Todos estos productos no se pudren y son resistentes a los químicos típicos del suelo.

Instalación

Secudrain® es rápido y fácil de fijar e instalar en las estructuras. El material de drenaje flexible y multi-funcional puede acomodar esquinas, bordes y estructuras geométricas complicadas, sin afectar las características de desempeño. La configuración de traslape pre-fabricado de Secudrain® proporciona una unión sencilla y rápida de los paneles en la

Figura 69
Traslape longitudinal
y transversal del sistema
de drenaje Secudrain®



dirección longitudinal. Esta estructura garantiza la descarga continua del agua dentro del núcleo de drenaje. En la dirección transversal, los paneles se instalan con un simple traslape. La dimensión estándar de rollos de 0.70 m de diámetro (ancho de 2.0 m y la longitud de 35 m) hace que los rollos de Secudrain® sean sencillos de manejar y fáciles de instalar. Para proyectos especiales, se puede fabricar Secudrain® con un ancho de 6 metros.

Conclusión

El uso de los sistemas de drenaje Secudrain® garantiza la descarga controlada a largo plazo del agua de percolación de estructuras subterráneas. Los sistemas de drenaje Secudrain® minimizan la presión hidrostática en sistemas de sellado, reduciendo la filtración.



Figura 70
Secudrain® instalado en
una estructura de
puente (Grossen-Marpe,
Alemania).

Cuando se utilizan las geomembranas Carbofol® o los revestimientos geosintéticos de arcilla Bentofix®, Secudrain® también actúa como una capa de protección, previniendo los daños mecánicos del sistema de sellado causados por el material de relleno. Incluso en estructuras complicadas, la utilización de los sistemas de drenaje Secudrain® garantiza una instalación sencilla, rápida y económica. ■

Diseño Secciones transversales Detalles

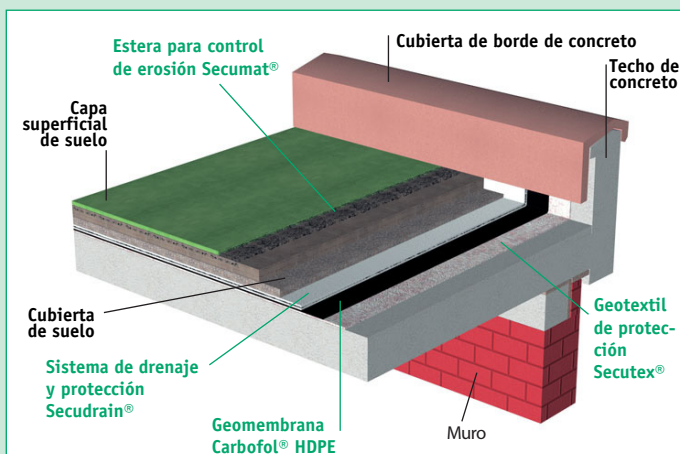


Figura 71: Geosintéticos para techos planos.

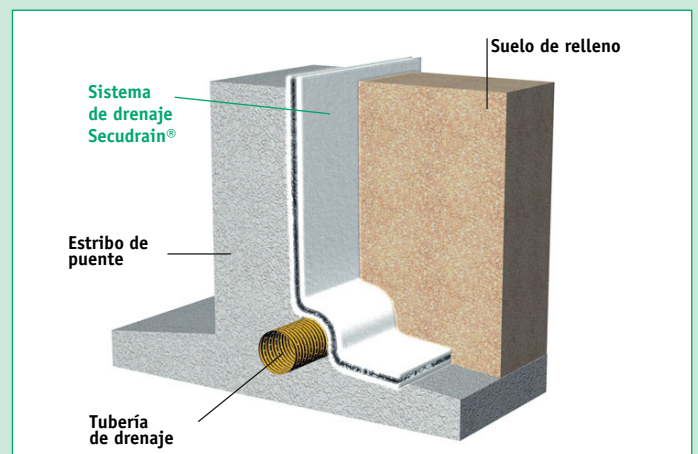


Figura 72: Drenaje de un estribo de puente.

Geosintéticos para construcción sobre subsuelos blandos

Figura 73 Colocación de cubierta de suelo sobre la estructura reforzada con Combigrid® y Secugrid® (Nordenham, Alemania).



Los geosintéticos se pueden utilizar en una amplia variedad de maneras, como tapadera, recubrimiento, sellado y refuerzo de suelos blandos. Ofrecen una solución económica y ligera para diferentes condiciones ambientales.

Reforzamiento

Cuando se refuerzan áreas grandes de subsuelos muy suaves, uno de los aspectos de ingeniería más desafiantes es hacer que el área adecuada para el tráfico o la construcción. Combigrid® se puede colocar directamente sobre subsuelos blandos para mejorar inmediatamente la capacidad portante del suelo (pregunte por la herramienta de cálculo Secugrid®). Combigrid® ofrece las ventajas de dos materiales con la simplicidad de instalación de un solo producto, ya que es un producto compuesto que combina las propiedades de reforzamiento de las geomallas Secugrid® con las propiedades de separación y filtración de los geotextiles no tejidos Secutex®.

Figura 74 Colocación de suelo sobre Combigrid® y un suelo blando extremadamente débil (Alemania).



Cuando se utiliza en conjunto con un geotextil no tejido, las robustas barras planas monolíticas de las geomallas Secugrid® distribuyen el punto de carga homogéneamente a través de la malla a un área de superficie más grande. Esta distribución de carga resulta en una reducción de la deformación local y mejora la capacidad portante del subsuelo blando.

La característica de distribución de carga (raqueta de nieve) de Combigrid®, permite la colocación de una capa de cubierta de suelo mineral, mientras que al mismo tiempo las propiedades de separación del geotextil integrado Secutex® aseguran que no se mezclarán dos tipos de suelo diferentes.

Sellado

En aplicaciones de tapado de estanques de lodos donde se deben controlar sustancias altamente contaminadas, las soluciones de geosintéticos de NAUE GmbH & Co. KG garantizarán su contención a largo plazo.

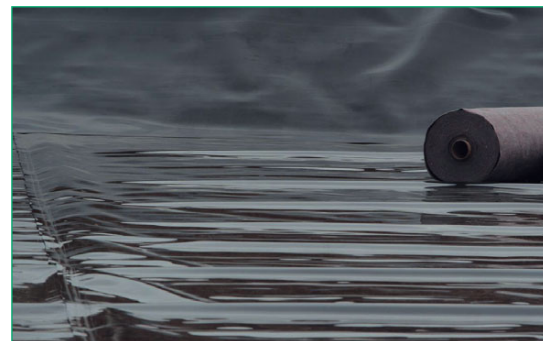


Figura 75 Geomembrana soldada Carbofol® (Allmannsweier, Alemania).

Similar en concepto a las aplicaciones para suelos blandos, los productos Combigrid® ofrecen características de distribución de carga, permitiendo a equipos ligeros transitar la superficie del líquido.

Las geomembranas de polietileno de alta densidad (HDPE) Carbofol® proporcionan un sellado prácticamente impermeable al agua y a los gases. Son inertes a los productos químicos agresivos más frecuentes y pueden soldarse de manera segura para formar una barrera uniforme a la intrusión de agua de lluvia o al escape de gases.

Para proteger las geomembranas Carbofol® de la deformación excesiva, así como de la posibilidad de perforaciones por-

Diseño Secciones transversales Detalles

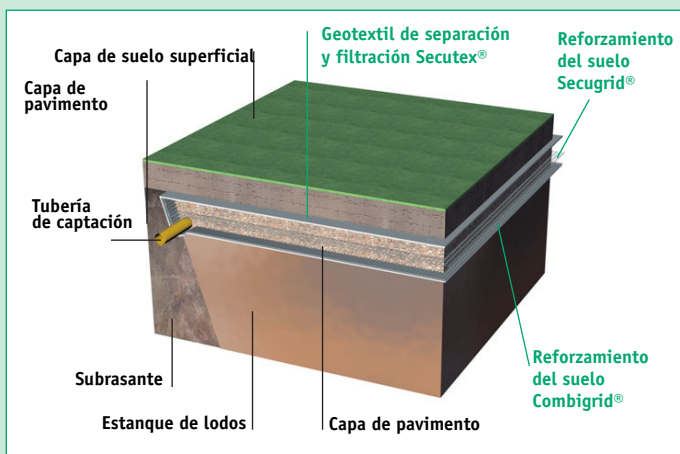


Figura 76: Construcción sobre un estanque de lodos (dibujo esquemático).

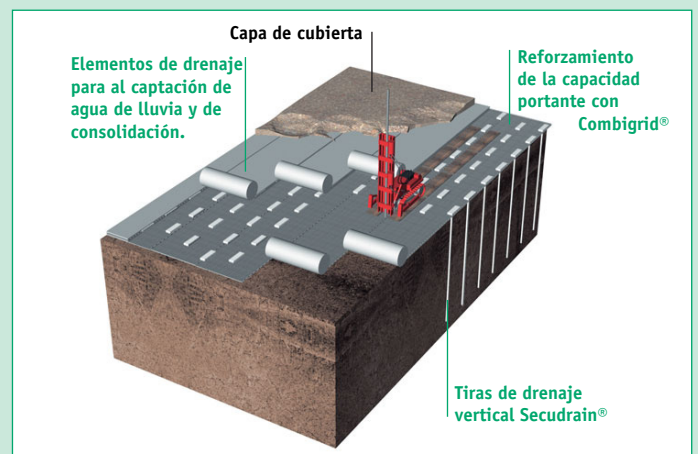


Figura 77: Reforzamiento de la capacidad portante y mejoramiento de la consolidación con geosintéticos.

las piedras con bordes afilados presentes en la capa de cubierta de suelo mineral/capa de drenaje, se puede instalar directamente sobre la geomembrana una almohadilla de geotextil para trabajo pesado unido mecánicamente (1,200 g/m² o mayor).

Figura 78 Soldadura de la barrera de gas Carbofol® en un estanque de lodos (Rositz, Alemania).



Los revestimientos geosintéticos de arcilla Bentofix® son adecuados para el sellado de subsuelos que son susceptibles a mucho asentamiento. Bentofix® utiliza bentonita de sodio natural de alta calidad encapsulada entre dos geotextiles. Una vez hidratada, la bentonita de alta expansión crea un sello contra el flujo de líquido y gas.

Usando una cubierta de alta elongación, adherida mecánicamente y geotextiles no tejidos portadores, la estructura uniforme de perforado aguja de Bentofix® puede soportar deformación de más del 30%.

La instalación de Bentofix® con una orientación de traslapado para lluvia garantiza que el sellado no se verá comprometido, incluso después del asentamiento inducido por la consolidación.

Drenajes verticales

La consolidación es un proceso lento donde el exceso de agua capilar se libera en relación a una tracción aplicada. Sin embargo, como el agua capilar debe tener una ruta de escape, normalmente se instalan drenajes verticales Secudrain® en el suelo de consolidación. Los drenajes verticales Secudrain® son de aproximadamente 100 mm de ancho y están hechos de un núcleo de drenaje de geotextil no tejido de fibra gruesa encapsulado entre dos telas no tejidas.

Con esta estructura compuesta flexible, los drenajes verticales Secudrain® tienen una estabilidad de filtración a largo plazo (véase el capítulo "Filtración con geotextiles"), y son especialmente apropiados para usarse en subsuelos blandos que pueden ser susceptibles a asentamiento.

Con el equipo de instalación denominado "grapadoras", los drenajes verticales Secudrain® se posicionan rápidamente y son "engrapados" en el suelo saturado. Los drenajes verticales Secudrain® reducen sustancialmente el tiempo de consolidación de suelos blandos, relativamente impermeables.

Los gases por debajo del sistema de sellado también pueden ser recolectados y descargados con un sistema de drenaje Secudrain® rentable. El rollo de Secudrain® se desenrolla sin esfuerzo por un solo hombre y puede ser cubierto con un revestimiento de Carbofol® o Bentofix®. Cuando se utiliza por arriba de Carbofol® o Bentofix®, Secudrain® es además una alternativa rentable, que ofrece protección, separación, filtración y drenaje - todo en un solo producto.

Conclusión

Con sus características de reforzamiento de suelos superiores, los productos Secugrid® y Combigrig® mejoran la capacidad portante del suelo, permitiendo el tránsito y la construcción sobre subsuelos blandos.

Los geotextiles no tejidos Secutex® ofrecen una excelente protección para las geomembranas Carbofol®. Cuando se espera asentamiento diferencial, se pueden utilizar los revestimientos geosintéticos de arcilla Bentofix® que son más flexibles y se pueden utilizar en lugar de las geomembranas Carbofol®.



Figura 79 Dos capas de reforzamiento Secugrid® como refuerzo de la capa de base de una carretera federal (Loxstedt, Alemania).

Para acelerar la consolidación, se pueden "engrapar" al suelo drenajes verticales Secudrain® que son flexibles y ofrecen estabilidad de filtración. Los sistemas de drenaje sintético Secudrain® pueden descargar gases así como agua de lluvia, dependiendo de donde se coloquen.

Las soluciones con geosintéticos son a menudo la única opción para un tapado y sellado rápido de subsuelos blandos. NAUE es la opción ideal cuando se requieren soluciones con geosintéticos.

Diseño Secciones transversales Detalles

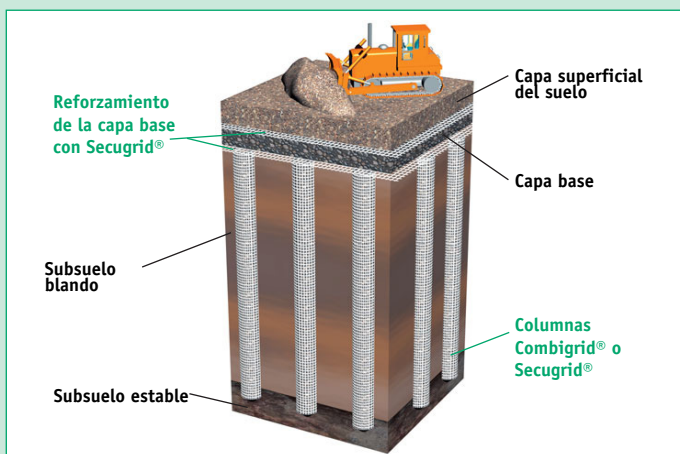


Figura 80: Reforzamiento de la capa base en zonas con subsuelos blandos.



Figura 81: Reforzamiento con Secugrid® sobre subsuelos débiles y/o colapsados.

Geosintéticos en la construcción de sistemas de tuberías

Figura 82
Envoltura de protección de una tubería de Secutex® (Arnstorf, Alemania).



Durante la construcción de sistemas de tuberías, se pueden usar de varias maneras los geosintéticos no tejidos de protección Secutex® y las robustas geomallas Secugrid® para prevenir daños al sistema en todas las etapas del proyecto.

Protección

En la construcción de sistemas de tuberías, la arena protección se ha convertido en un factor de costo sustancial debido al volumen de material necesario y a los costos de transporte y de instalación asociados. Los materiales no tejidos de protección Secutex® son una alternativa rentable a este método de construcción convencional. Dependiendo de la distribución del tamaño de grano y la tensión de confinamiento existente, se pueden utilizar varios geotextiles no tejidos de protección Secutex®.

Para suelos con un tamaño máximo de grano de 8 mm, sería adecuada una tela no tejida de protección Secutex® con un grosor de 4.5 mm, mientras que para materiales de cubierta con más grava, podría ser necesario un material no tejido de protección de 20 mm de grosor. Como valor de referencia para ayudar en la selección del geotextil correcto, se puede asumir la elongación obtenida de la geomembrana (determinada con la prueba de soporte de carga con placa) con una tensión de confinamiento mínima 2.5 veces mayor que la tensión de confinamiento final in situ después de 100 horas. La elongación real admisible depende de los requisitos de la tubería y puede estar comprendida entre 0.25% y 1%.

Secutex® es resistente a todos los productos químicos presentes en el suelo de manera natural, así como al deterioro microbiológico. También tiene una alta resistencia térmica, que puede ser especialmente importante para tuberías de calefacción, etc.

Envolver las tuberías con Secutex® también proporciona una barrera que evita el contacto íntimo entre la tubería y el suelo, ayudando a reducir la corrosión electrolytica. Bajo pedido, los geotextiles no tejidos de protección Secutex® también se pueden suministrar pre-cortados en varios anchos. El producto terminado es fácil de manejar y rápido de instalar, lo que permite envolver las tuberías antes de la colocación de la zanja de tuberías.

También se debe considerar la estabilidad de una tubería contra la flotación en suelos que están sujetos a condiciones alternantes de agua subterránea. Cuando este sea el caso, a menudo se colocan canales en U de concreto en los tubos para proporcionar mayor resistencia a las fuerzas elevadoras. Para proteger las tuberías de la superficie áspera del canal en U de concreto, así como de la carga de punto alto, se utilizan los geotextiles no tejidos de polipropileno (PP) Secutex® con una masa por unidad de área de $> 1,700 \text{ g/m}^2$ para revestir los canales en U, proporcionando un efecto de amortiguación incluso bajo alta presión. La materia prima de PP tiene alta resistencia química a largo plazo, incluso a la alcalinidad del concreto, y se puede adherir unido al concreto con los adhesivos adecuados.



Figura 83
Aumentando la capacidad portante del suelo con Combigrd® en una zanja de tuberías (Briesen, Alemania).

Reforzamiento de sub-base

Cuando se construyen sistemas de tuberías sobre suelos blandos o inestables, donde se espera que asentamiento diferencial, es necesario adoptar medidas de estabilización del suelo para garantizar una distribución homogénea de carga. Tradicionalmente, la estabilización del suelo se ha logrado mediante la sustitución de las capas de suelo blando con los suelos de mayor resistencia (a menudo hasta de 1 m), o mediante la construcción de plataformas de concreto reforzado.

Diseño Secciones transversales Detalles



Figura 84: Reforzamiento de una zanja de tuberías

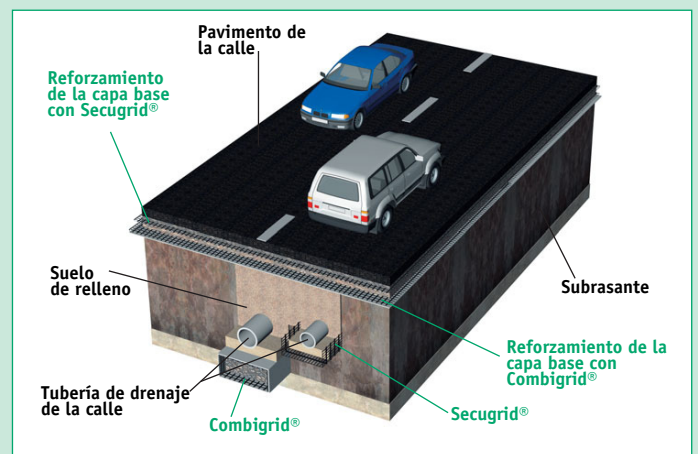


Figure 85: Reforzamiento de una zanja de tuberías.

Figure 86
Instalación de Combigrid®
para aumentar la base
de la tubería (Wismar,
Alemania).



Utilizando Combigrid® se pueden lograr soluciones económicas alternativas para la estabilización de suelos, que es un producto compuesto unido producido con las geomallas Secugrid® de alta resistencia y baja elongación, y con las excelentes propiedades de separación y filtración de los geotextiles nominales Secutex® GRK. La porción Secugrid® del producto Combigrid® distribuye uniformemente la carga de la tubería sobre una superficie de base mucho más grande, resultando en un menor requerimiento de la capacidad portante del suelo.

El enclavamiento físico entre Secugrid® y el material de relleno de grano grueso absorbe las fuerzas horizontales mientras que el componente Secutex® del compuesto funciona como una membrana, separando el subsuelo de grano más fino de la tierra de relleno de grano grueso. Esta membrana permite el paso de las aguas subterráneas sin la acumulación de presiones hidráulicas que podría dañar la tubería (véase el capítulo "Filtración con geotextiles").

Figure 87
Canales en U de
concreto con protección
de Secutex® para
evitar la elevación.



Secugrid® es una geomalla monolítica de barras planas extruidas que se suelda en los puntos de cruce. Esto hace que el asentamiento diferencial en el suelo sea más homogéneo debido a su alta absorción de fuerzas a baja elongación. El enclavamiento de Secugrid® con el material de la capa base -

de grano grueso proporciona una óptima absorción de la fuerza horizontal. Esto elimina la necesidad de reemplazo de suelo adicional, de manera que el valor EV2 necesario de la capacidad portante se puede lograr económicamente con poco material de suelo.

Dependiendo del subsuelo y de las cargas, son posibles diferentes variaciones de construcción. Podría ser necesaria una estructura con una o dos capas. Cuando se espera un asentamiento pequeño o uniforme, se pueden colocar capas sencillas o dobles de Combigrid® o Secugrid® a lo largo de la base de la zanja para proporcionar reforzamiento plano. Si los requisitos de estabilidad del asentamiento son particularmente altos o en caso de subsuelos muy blandos, se prefiere la utilización de formas de concreto en U con protección de Secutex® sobre el método de construcción plana. Las capas verticales de Secugrid® con su "efecto-disco", aumenta sustancialmente la capacidad portante de la zanja de tuberías y crea una especie de viga rígida de piedra triturada. Al mismo tiempo, se crea una conexión entre el suelo de relleno y la pared de la zanja, reduciendo aún más el asentamiento.



Figure 88
Protección con geotextiles
no tejidos Secutex® para
tuberías (Arnstorf,
Alemania)

El desempeño a largo plazo de la capa base solamente se puede garantizar si las partículas finas del subsuelo de grano fino no se entremezclan con la capa de grano grueso. Ya que los geotextiles no tejidos Secutex® son fabricados de PP resistente a largo plazo, se garantiza la estabilidad de filtración (véase el capítulo "Filtración con geotextiles") cuando el geotextil tiene una robustez de clase 3 (véase el capítulo "La separación con geotextiles").

Conclusión

Los geotextiles no tejidos Secutex® proporcionan protección a los sistemas de tuberías contra la perforación mecánica y daños por abrasión. El asentamiento que pudiera presentarse en condiciones de subsuelo blando se puede controlar utilizando la geomalla Secugrid® o los materiales compuestos Combigrid®. Las geomallas Secugrid® y Combigrid® también hace posible la instalación sobre subsuelos blandos, haciendo innecesario la costosa sustitución de suelo. ■

Diseño Secciones transversales Detalles

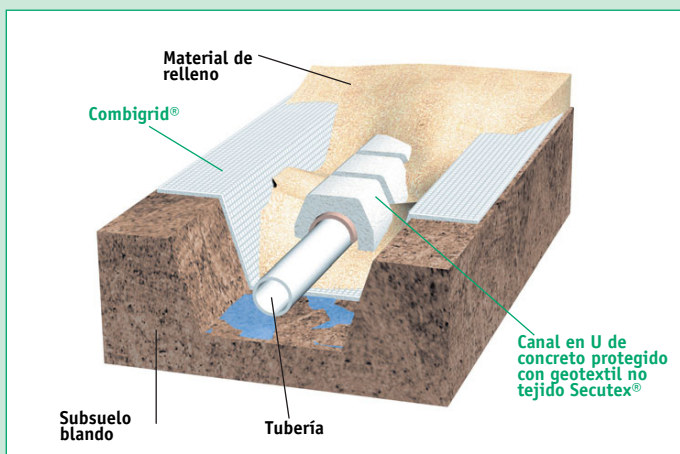


Figure 89: Protección contra flotación de la tubería.

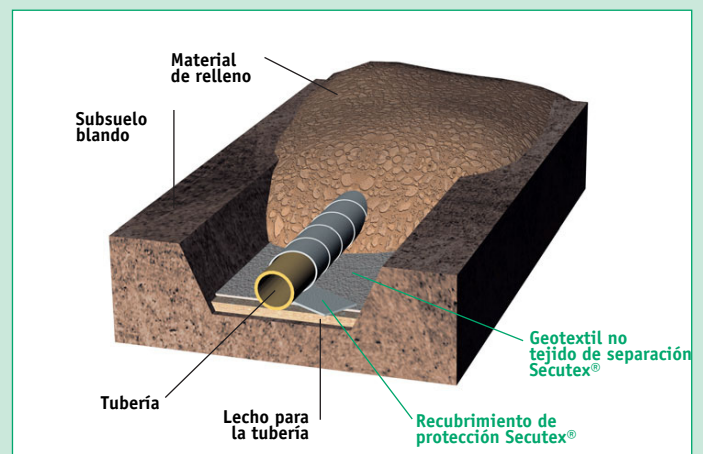


Figure 90: Protección de tuberías con envoltura de geotextil.

Aseguramiento y control de la calidad

... el monitoreo continuo de las materias primas, componentes, producción y productos.

Todos los insumos de materias primas, fibras o componentes necesarios para la producción de nuestros geosintéticos, están sujetos a un estricto análisis de materiales. Los certificados de pruebas de aceptación, presentados por los proveedores de los materiales principales, se revisan y se clasificaron de acuerdo con nuestros protocolos específicos a los productos.

Durante la producción de todos los geosintéticos, se realizan medidas adicionales de aseguramiento de la de calidad. Para garantizar la eficiencia del personal, el personal de aseguramiento de la calidad es asignado a una división autónoma e independiente de la división de producción.

Después de haber realizado todas las medidas de control de calidad como se define en el plan de aseguramiento de la calidad, se emitirá un certificado de prueba de aceptación según la norma ISO 10204 cuando se le solicite. El material será liberado una vez que ha pasado todos los controles, certificaciones y revisiones de calidad, y se haya llenado toda la documentación de soporte.

Estas medidas de aseguramiento de la calidad se realizarán en todos nuestros productos de acuerdo a las normas y directrices actuales vigentes en ese momento. Este control de calidad de manufactura continuo garantiza las características de desempeño del producto y permite tener una documentación completa desde la materia prima hasta el producto final.

Los geosintéticos NAUE también se someten a controles de calidad del proceso de terceros, lo que normalmente se llevan a cabo dos veces al año. Expertos independientes obtienen muestras de ensayo de las diferentes instalaciones de producción de NAUE así como de los diversos inventarios de productos. Las propiedades de los productos geosintéticos son probadas y documentadas en detalle, incluyendo la notación de los procesos de producción, el tipo y alcance del control de calidad de manufactura y cualquier otra observación pertinente.

Propiedades del producto específico al proyecto

En casos especiales, expertos independientes son contratados para probar las propiedades del producto específico al proyecto y certificar los resultados de las pruebas. Estas pruebas son adicionales y completan el control de calidad de la manufactura que se realiza en las materias primas, así como en los productos terminados.

Gestión de la calidad según la norma ISO 9001

A partir de diciembre de 1994, el desarrollo, producción y venta de geosintéticos, así como las divisiones de ingeniería geotécnica de NAUE GmbH & Co. KG han sido certificadas según la norma ISO 9001. Esta certificación es validada regularmente mediante auditorías programas.

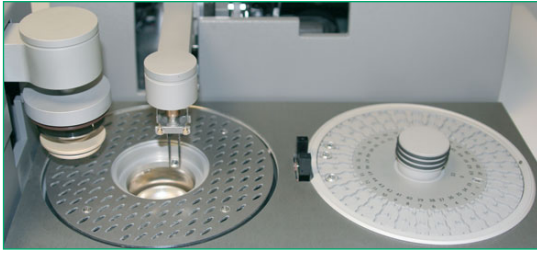
Con la ayuda de este sistema integrado de gestión de la calidad, se entienden y se cumplen los requisitos del cliente y/o de los proyectos. Si bien nos esforzamos continuamente para mejorar el nivel de calidad de nuestros productos y servicios existentes, la base de alta calidad está garantizada por nuestros estándares ISO 9001.

Marcado CE obligatorio

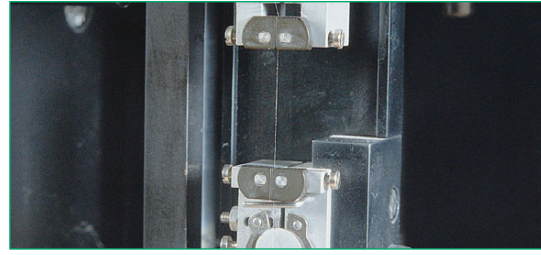
A partir del 1 de octubre de 2002, se hizo obligatorio el marcado CE para los geosintéticos (excepto para las esteras de control de erosión). El marcado CE certifica que un producto corresponde a las directrices europeas específicas al producto para aplicaciones y funciones específicas (separación, filtración, reforzamiento, sellado, protección y drenaje).

NAUE ha tomado todas las medidas necesarias para poner en práctica el marcado CE obligatorio. ■

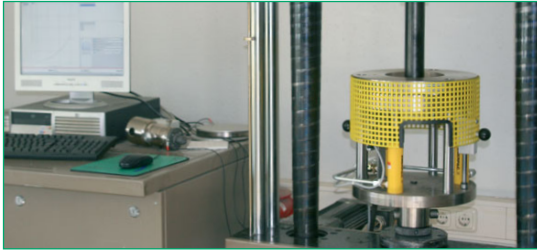




Identificación de la materia prima de acuerdo con el método de DSC (EN ISO 11357).



Determinación de las propiedades de resistencia y elongación de las fibras individuales (EN ISO 5079).



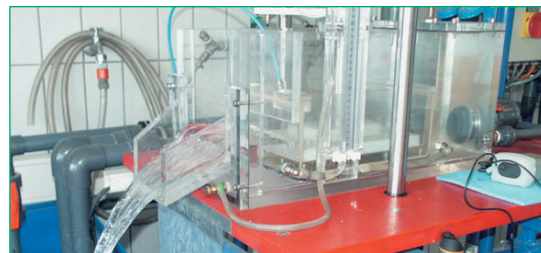
Prueba de perforación estática de acuerdo con la EN ISO 12236.



Prueba de resistencia a la tracción de las geomallas Secugrid® (EN ISO 10319).



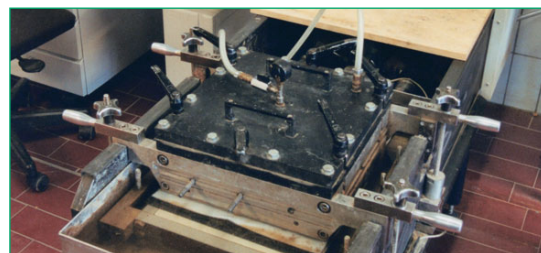
Pruebas de tracción en geomembranas Carbofol® (EN ISO 527).



Determinación de la capacidad de flujo de agua en su plano (EN ISO 12958).



Prueba de carga con placa para la calificación de las capas de protección de geotextil (EN 13719).



Dispositivo de corte directo para la determinación de los coeficientes de fricción (ISO 12957-1).



Determinación del contenido de montmorillonita de la bentonita a través del método de adsorción de azul de metileno (titulación) (VDG P69).



Determinación de la resistencia al desprendimiento de la unión de los revestimientos geosintéticos de arcilla Bentofix® (ASTM 6496).

Productos

Las innovaciones de NAUE están conduciendo la industria de los geosintéticos hacia futuro. Ofrecemos desarrollo de productos específicos al proyecto, soporte de ingeniería geotécnica, y proporcionamos soluciones a retos complicados, simplificando su proyecto.



Las geomembranas Carbofol® están hechas con polietileno de alta densidad (HDPE). Están disponibles en diferentes espesores, así como con diferentes superficies para todos sus trabajos de sellado.



Bentofix® es un revestimiento geosintético de arcilla reforzado con perforado aguja (GCL) que utiliza dos capas de geotextil para encapsular una capa de bentonita de sodio natural. Las fibras perforadas con aguja transmiten las fuerzas de corte a través del núcleo de bentonita. Se utiliza como barrera de sellado contra líquidos y gases en diversas aplicaciones civiles y medioambientales.



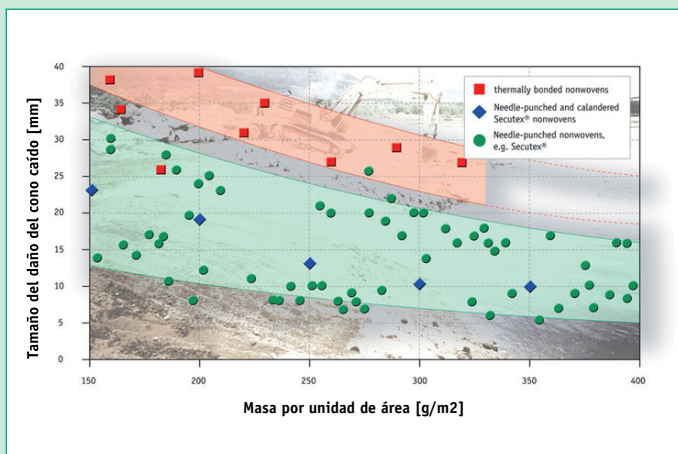
Secutex® es un geotextil no tejido de fibras discontinuas con perforado aguja (adicionalmente algunos tipos son calandrados) que se utiliza para separación, filtración, protección y drenaje. Secutex® se puede utilizar en muchas aplicaciones de ingeniería civil tales como ingeniería hidráulica, ingeniería de vertederos, construcción de carreteras, así como en la construcción de túneles.



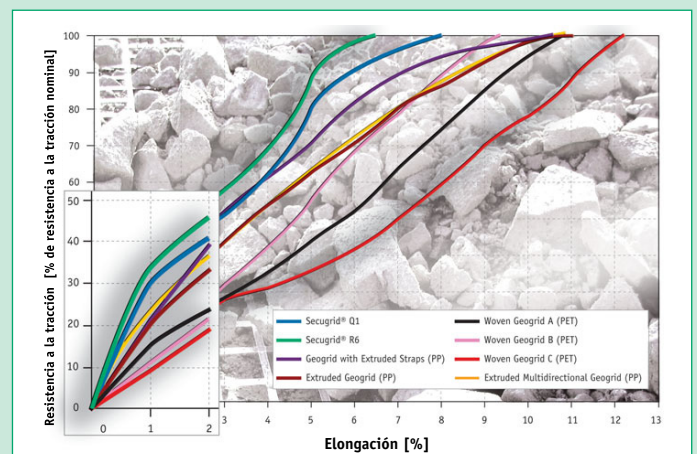
Secudrain® es un sistema de drenaje tridimensional diseñado para descargar líquidos y gases. Se compone de un núcleo de drenaje y una o más capas de filtración en las superficies exteriores para evitar la obstrucción del núcleo de drenaje.

Todas las capas están uniformemente adheridas para garantizar una alta resistencia al corte interno.

Diseño Hechos Cifras



Comportamiento a la caída del cono (según EN 918) de telas no tejidas adheridas con calor y con perforado aguja.



Curvas de esfuerzo-deformación típicas para geomallas durante las pruebas de resistencia a la tracción según la norma ISO 10319 y ASTM 6637.

NAUE tiene décadas de experiencia en el desarrollo y producción de geosintéticos de alta calidad, ofreciendo soluciones completas con geosintéticos.



Secumat® es una estera tridimensional para el control de erosión que consiste en un núcleo de polímero laberíntico UV estabilizado.

Secumat® controla la erosión superficial al garantizar un rápido crecimiento de la vegetación en las pendientes, evitando al mismo tiempo la erosión del suelo durante lluvias fuertes y por corrientes de aguas.



Combigrid® es un compuesto firmemente adherido de la geomalla de alta resistencia y baja elongación Secugrid® y el geotextil no tejido con perforado aguja Secutex® para aplicaciones de estabilización de suelos y de filtración.

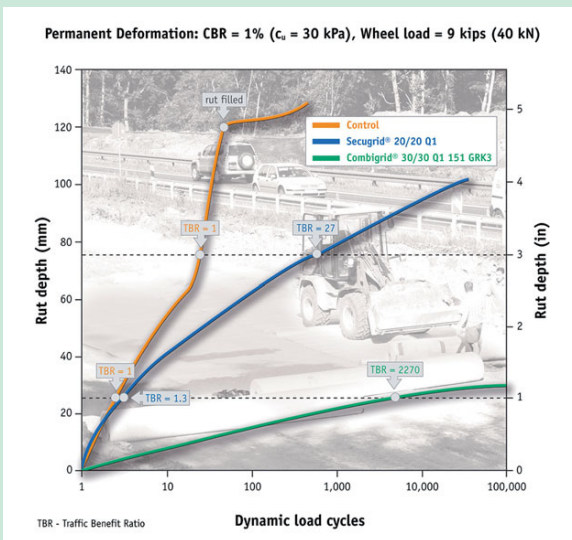


Las geomallas Secugrid® R tienen aberturas de rejilla de forma rectangular. Como regla general, la resistencia a la máquina y la resistencia al cruce de la máquina no son lo mismo. Los números en cada uno de los nombres de los productos por ejemplo, 200/40 para Secugrid® 200/40 R6 definen los valores finales de resistencia a la máquina y resistencia al cruce de la máquina [kN/m]. Las aplicaciones típicas de uso son el reforzamiento de muros y la estabilización de taludes.

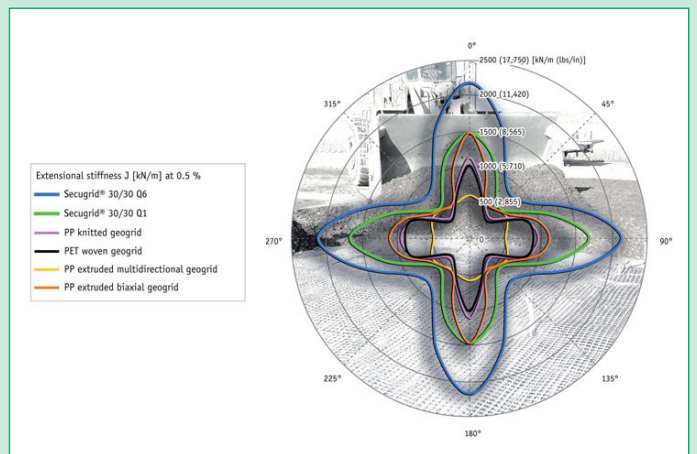


Las geomallas Secugrid® Q son geomallas biaxiales con aberturas de la rejilla uniformes de forma rectangular. Con estas geomallas las correas de polipropileno extruido exhiben resistencias a la máquina y a la dirección de cruce de la máquina uniformes en cada dirección. Los números en cada uno de los nombres de los productos por ejemplo, 30/30 para Secugrid® 30/30 Q1 definen los valores finales de resistencia a la máquina y resistencia a la dirección de cruce de la máquina [kN/m]. Una aplicación típica de uso es el reforzamiento de la base.

Diseño Hechos Cifras



Relación tráfico-beneficio de Combigrid® y Secugrid® sobre un subsuelo muy blando, en comparación con un diseño sin reforzamiento.



Rigidez secante radial de geomallas a 0.5

