



Separação

Filtragem

Drenagem

Protecção

*Making the perfect match*

# Guia de projecto Geotêxteis Fibertex

# Geotêxteis Fibertex

## Geotêxteis Fibertex

São não tecidos fabricados a partir de fibras de polipropileno ligadas por agulhamento. O processo de agulhamento é um processo bi-etápico: Primeira etapa - as fibras são extrudidas a partir de uma resina de polipropileno. Segunda etapa – as fibras são cardadas e ligadas por agulhamento. Alguns dos tipos de geotêxteis são sujeitos a um acabamento térmico.

Além de garantir a produção de geotêxteis resistentes e flexíveis, o processo de fabrico garante excelentes propriedades de alongamento. O agulhamento protege o geotêxtil da delaminação, mesmo quando este é exposto ao gelo ou ao uso intenso. Adicionalmente, todos os geotêxteis Fibertex são estáveis à acção dos UV; resistentes à acção de ácidos e/ou bases e não são atacados por fungos ou bactérias. Não são usados quaisquer ligantes químicos, quer no produto final quer na sua produção. O Polipropileno é um polímero que, quando incinerado é reduzido a dióxido de carbono e vapor de água, ambas substâncias completamente inofensivas.

## A importância da Qualidade

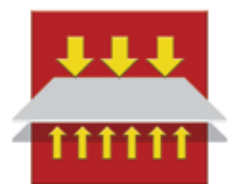
O sistema de controlo de qualidade da Fibertex é certificado de acordo com os mais rigorosos parâmetros, ditados pela Organização Internacional de Normalização, nomeadamente DS/EN ISO 9001:2000.

Isto significa que o sistema de controlo de Qualidade é implementado e verificado a todos os níveis dentro da organização empresarial.

Os geotêxteis Fibertex apresentam a marca CE de acordo com a Directiva Europeia para Produtos de Construção. A marca CE certifica que o Sistema de Qualidade da Fibertex (DS/EN ISO 9001:2000) está de acordo com as normas EN (nível 2+). Os geotêxteis Fibertex são submetidos a controlo de produção e testados de acordo com as normas EN.

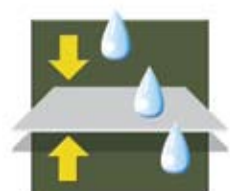


# Em qualquer construção



## Separação

A durabilidade e as propriedades mecânicas dos geotêxteis Fibertex tornam-nos ideais como camadas de separação em obras de construção. Um geotêxtil forte e flexível é colocado entre camadas diferentes na construção, prevenindo a migração e mistura dos materiais, enquanto permitindo o livre movimento da água.....**Pag. 4**



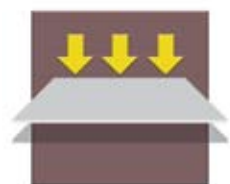
## Filtragem

A porometria característica dos geotêxteis Fibertex é definida por forma a reter as partículas de solo, enquanto permitindo o livre fluxo da água, tornando possível a separação de duas camadas de solo durante intensa actividade hidráulica. A migração de camadas que reduz a capacidade de suporte da estrutura é desta forma evitada.....**Pag. 8**



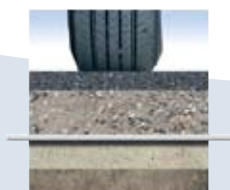
## Drenagem

A água em excesso numa construção, é drenada – não passando através do geotêxtil como acontece quando usado com a função de filtro - mas sim fluindo ao longo do plano do geotêxtil, retirando-a da construção.....**Pag. 12**



## Protecção

Através da colocação de um Geotêxtil Fibertex em ambos os lados de uma membrana, consegue-se proteger a membrana da perfuração .....**Pag. 16**



## Aplicações

Os geotêxteis Fibertex estão projectados para as seguintes aplicações: Estradas, Obras de Construção, Sistemas de Obras em terra, Obras hidráulicas e Aterros Sanitários .....**Pag. 18**

Separação

Filtragem

Drenagem

Protecção

Aplicações

# Geotêxteis Fibertex para separação



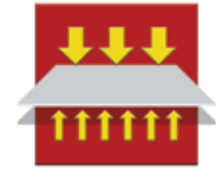
- **Prevenção de mistura de camadas**
- **Aumenta a capacidade de carga, já que evita a perda de material**
- **Melhora a compactação da camada de agregado**
- **Fornecer estabilidade a longo prazo às camadas de fundação**

A separação é a função primordial do geotêxtil, e é largamente utilizada em construção de estradas e caminhos de ferro. Nas normas EN ISO a função de separação é definida como "A prevenção da mistura de camadas de solo adjacentes através do uso de um geotêxtil".

## Propriedades do geotêxtil

A resistência à tracção, resistência ao punçoamento e propriedades de alongamento do geotêxtil têm de ser suficientes não apenas para satisfazer os requisitos de separação mas também para resistir a danos causados durante a instalação.

A porometria característica do geotêxtil tem de ser suficiente para reter os finos e prevenir contaminação da base do agregado, enquanto que a permeabilidade tem de ser suficientemente elevada para permitir a livre circulação da água.



## Propriedades mecânicas necessárias

As propriedades mecânicas necessárias num geotêxtil baseiam-se nos possíveis processos de rotura evidenciados nas figuras 1 a 4.

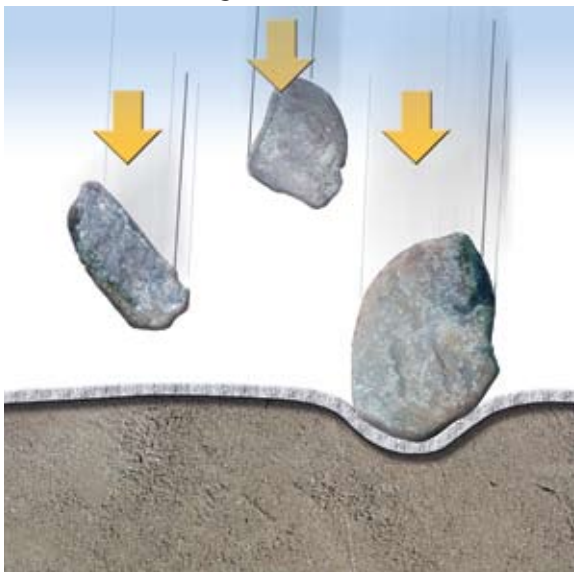


Fig.1. Elevada capacidade de alongamento e resistência á perfuração impede a danificação do geotêxtil quando são deixadas cair pedras durante a fase de instalação.

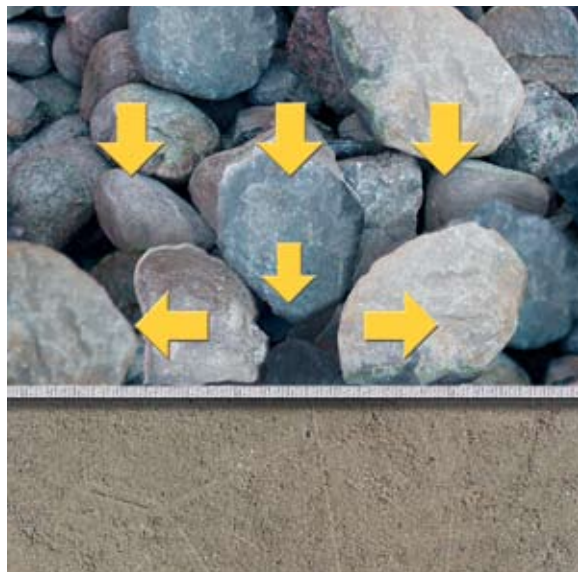


Fig.2. Elevada capacidade de alongamento e resistência á tracção impedem a danificação do geotêxtil quando o agregado é movimentado horizontalmente, como resultado de efeitos cunha durante pressões verticais.



Fig.3. Elevada capacidade de alongamento e resistência á perfuração estática permitem ao geotêxtil acomodar-se ás superfícies irregulares.

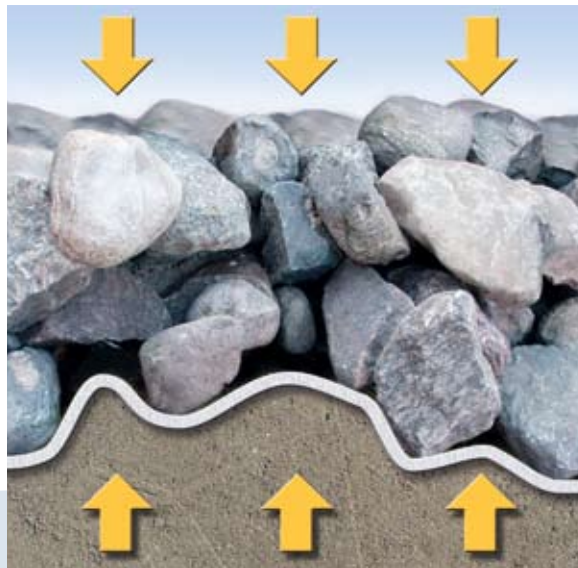


Fig.4. Elevada capacidade de alongamento e resistência á perfuração estática previne a ocorrência de perfuração quando a pressão do material de enchimento provoca a migração das partículas finas do solo para a camada de agregado.

Separação

Filtragem

Drenagem

Proteção

Aplicações

# Geotêxteis Fibertex para separação

Características mecânicas importantes num geotêxtil separador

$T_f$ : Força de tracção do geotêxtil à rotura (KN/m) valor mínimo  
De acordo com a norma EN ISSO 10319

$\epsilon$ : Alongamento à rotura [%] valor mínimo  
De acordo com a norma EN ISSO 10319

$F_p$ : Resistência ao punçamento estático (ensaio cbr) [N] valor mínimo  
De acordo com a norma EN ISSO 12236

$D_c$ : Resistência à perfuração dinâmica (ensaio de queda do cone) [mm] valor máximo  
De acordo com a norma EN 918

Os requisitos para estas propriedades são influenciados pelas seguintes propriedades do solo de fundação:

CBR: California Bearing Ratio [%]  
Valor relativo para as propriedades de deformação plástica de um solo de acordo com a norma EN 13286-47

$M_{E1}$ : Módulo de deformação [ $MNm^{-2}$ ]

Conhecidos um destes dois parâmetros e a carga que a estrutura terá de suportar, a espessura mínima da camada de cobertura, e as características resistentes do geotêxtil, podem ser lidas da tabela 1.

Tabela 1 – Escolha do geotêxtil, conhecendo-se as propriedades e as cargas [1]

Propriedades do solo		Propriedades do geotêxtil										
resistência do solo	Espessura mínima de cobertura	Construção em terra e estradas						Caminhos de ferro				
		Carga $\leq 500 MN^a$			Carga $\geq 500 MN^a$							
CBR [%]	$M_{E1}$ [ $MNm^{-2}$ ]	Enchimento A*	Enchimento B**	Enchimento C***	Enchimento A*	Enchimento B**	Enchimento C***	Enchimento A*	Enchimento B**	Enchimento C***		
< 3	< 6	0.4	$T_f$ [kN/m]	12	14	16	14	16	18	14	16	18
			$\epsilon$ [%]	40	40	50	40	50	50	40	50	50
			$F_p$ [N]	2000	2400	2700	2400	2700	3000	2400	2700	3000
			$D_c$ [mm]	24	21	20	21	20	15	21	20	15
3-6	6-15	0.3	$T_f$ [kN/m]	10	12	14	12	14	16	14	16	18
			$\epsilon$ [%]	40	40	40	40	40	50	40	50	50
			$F_p$ [N]	1900	2000	2400	2000	2400	2700	2400	2700	3000
			$D_c$ [mm]	25	24	21	24	21	20	21	20	15
> 6	> 15	0.2	$T_f$ [kN/m]	6	8	10	8	10	12	14	16	18
			$\epsilon$ [%]	30	40	40	40	40	40	40	50	50
			$F_p$ [N]	1250	1450	1900	1450	1900	2000	2400	2700	3000
			$D_c$ [mm]	27	26	25	26	25	24	21	20	15

<sup>a</sup> Carga total durante o periodo vida da construção

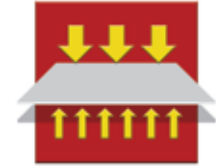
\* Enchimento A: Gravelha  $\varnothing \leq 150$  mm

\*\* Enchimento B: Gravelha angular  $\varnothing \leq 150$  mm

\*\*\* Enchimento C: outros materiais de enchimento, esféricos ou angulares (pedra natural etc).

[1] SVG, Confederação Suíça de especialistas em geotêxteis – "The geotextile Manual, 2001" (em Alemão)

Os valores  $T_f$  são valores mínimos, o valor obtido para  $D_c$  é um valor máximo. Todos estes requisitos têm de ser cumpridos para garantir que o geotêxtil irá funcionar como o pretendido.



## Propriedades hidráulicas necessárias

Para que um geotêxtil funcione correctamente a dimensão dos seus poros têm de estar de acordo com as características do solo. Se a dimensão dos poros for muito grande as partículas do solo passarão através do geotêxtil; por outro lado, se forem muito pequenas o fluxo de água será insuficiente. Os parâmetros hidráulicos importantes num geotêxtil são:

$O_{90\%}$	Porometria característica [ $\mu\text{m}$ ] de acordo com a norma EN ISSO 12956
$k_n$	Coefficiente de permeabilidade (normal ao plano) [m/sec] valor mínimo de acordo com a norma EN ISSO 11058

Os requisitos para estas propriedades hidráulicas variam de acordo com o tipo de construção, dependendo do tipo de fluxo de água a que estarão sujeitas.

## Dimensão característica dos poros – Porometria - $O_{90\%}$

### Fluxo de água estático

(fluxo de água num sentido, c/o ex., estradas e construção em terras, estradas temporárias, estacionamento, enchimentos em subsolos pobres)

Valor de projecto da abertura dos poros,  $O_{90\%}$  para solos grossos ( $d_{40\%} \geq 60 \mu\text{m}$ ):

Subsolo graduado uniformemente,  
 $U (d_{60\%}/d_{10\%}) < 3:$   
 $O_{90\%} < 2.5 \cdot d_{50\%}$

Subsolo bem graduado,  
 $U (d_{60\%}/d_{10\%}) \geq 3:$   
 $O_{90\%} < 10 \cdot d_{50\%}$

Valor definido da dimensão característica dos poros,  $O_{90\%}$ , para solo de textura fina ( $d_{40\%} < 60 \mu\text{m}$ ):

$$50 \mu\text{m} \leq O_{90\%} \leq 10 \cdot d_{50\%} \leq 110 \mu\text{m}$$

É escolhido o mais baixo dos dois valores do limite superior

### Fluxo de água dinâmico

(construção de caminhos de ferro e outras construções onde ocorre o efeito de bombagem).

O fluxo de água dinâmico pode ser resultado do efeito de bombagem gerado por cargas dinâmicas (ex. construção de caminhos de ferro). Este tipo de fluxo também pode ocorrer naturalmente, que é o caso da acção das ondas em áreas costeiras. Nesta situação, a função do geotêxtil seria caracterizada por filtração. Para melhor compreensão, as propriedades hidráulicas requeridas sob fluxo de água dinâmico, estão inseridas neste capítulo.

Em solos de textura grossa e em solos uniformemente graduados ( $U < 3$  e  $d_{40\%} > 60 \mu\text{m}$ ) pode ocorrer fluxo dinâmico:

Para  $U (d_{60\%}/d_{10\%}) < 3$  e  $d_{40\%} > 60 \mu\text{m}$ :  
 $0.5 \cdot d_{50\%} \leq O_{90\%} \leq d_{50\%}$

Em solos densos, a água consegue fluir de uma forma dinâmica, e as condições são caracterizadas como sendo estáticas.

### Coefficiente de Permeabilidade, $k_n$

O coeficiente de permeabilidade normal ao plano do geotêxtil, deverá ser maior que o coeficiente de permeabilidade do solo:

$$k_{n, \text{geotêxtil}} > k_{n, \text{solo}}$$

Por forma a assegurar o fluxo da água, é necessário adicionar um factor de segurança ao coeficiente de permeabilidade do solo, através da multiplicação deste por 1-100. Este factor de segurança deverá ser avaliado de acordo com as condições do solo e o tempo de serviço pretendido.

Separação

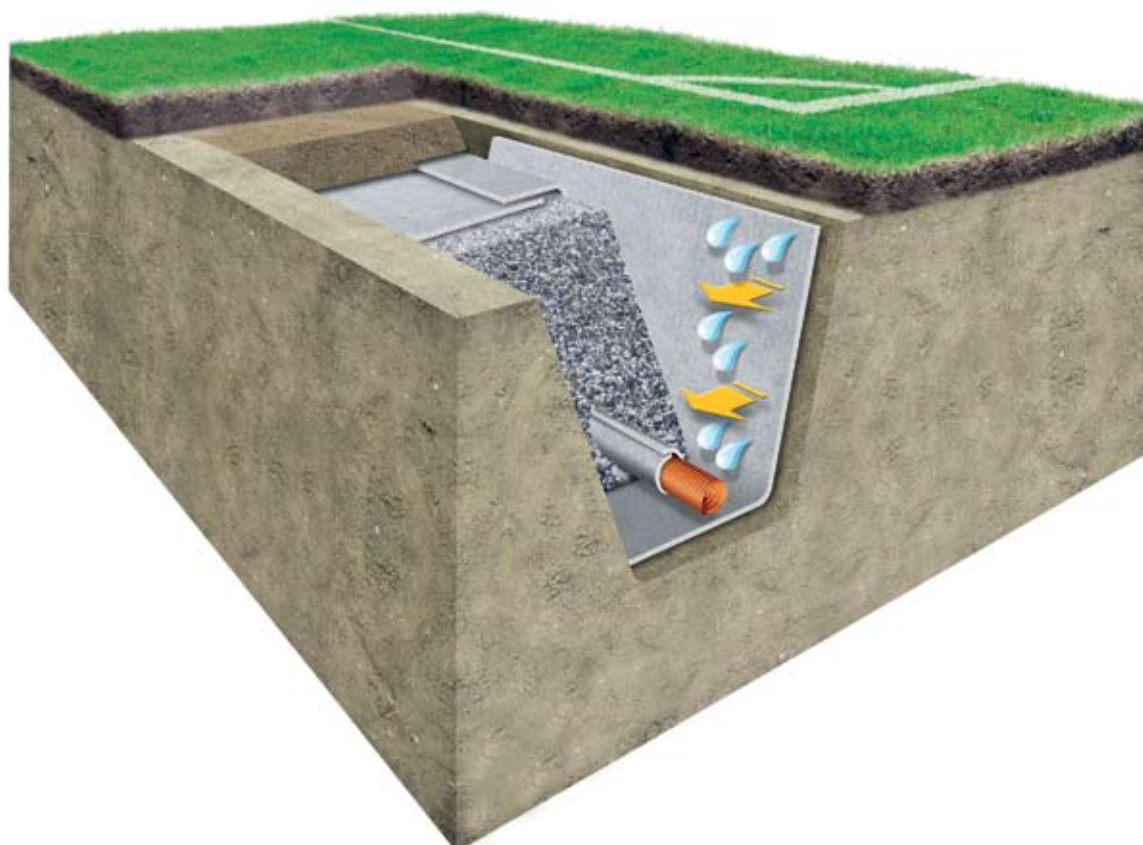
Filtragem

Drenagem

Proteção

Aplicações

# Geotêxteis Fibertex para filtragem



- **Evitam a migração dos finos para camadas de solo mais grosseiro, por acção do fluxo de água no solo.**
- **Mantêm o fluxo de água no solo com perda mínima de pressão**
- **Previnem a migração dos finos resultante de efeito de bombagem resultantes de cargas dinâmicas, como tráfego**

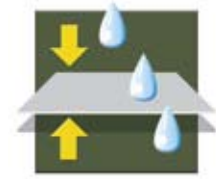
Os geotêxteis são amplamente utilizados para filtragem na construção de estradas e caminhos de ferro, bem como na protecção costeira. A função de filtração num geotêxtil tem o mesmo propósito que a função de separação, embora em circunstâncias diferentes.

Na norma EN ISO a função de filtragem é definida como "O aprisionamento de solo ou outras partículas sujeitas a forças hidrodinâmicas, enquanto permitem a passagem de fluidos através ou no plano do geotêxtil".

## Propriedades do geotêxtil

A resistência à tracção, resistência ao punçoamento e propriedades de alongamento do geotêxtil têm de ser suficientes não apenas para satisfazer os requisitos de separação mas também para resistir a danos causados durante a instalação.

A porometria característica do geotêxtil tem de ser suficiente para reter os finos e prevenir contaminação da base do agregado, enquanto que a permeabilidade tem de ser suficientemente elevada para permitir a livre circulação da água.



### Propriedades mecânicas necessárias

As propriedades mecânicas necessárias num geotêxtil baseiam-se nos possíveis processos de rotura evidenciados nas figuras 5 a 8.



Fig.5. Elevada capacidade de alongamento e resistência à perfuração permitem que o geotêxtil se molde em redor de superfícies irregulares.

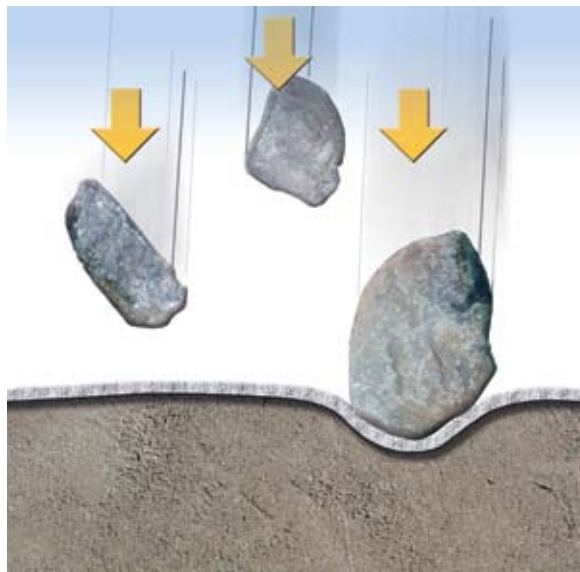


Fig.6. Elevada capacidade de alongamento e resistência à perfuração dinâmica impedem a danificação do geotêxtil quando são deixadas cair pedras durante a fase de instalação.

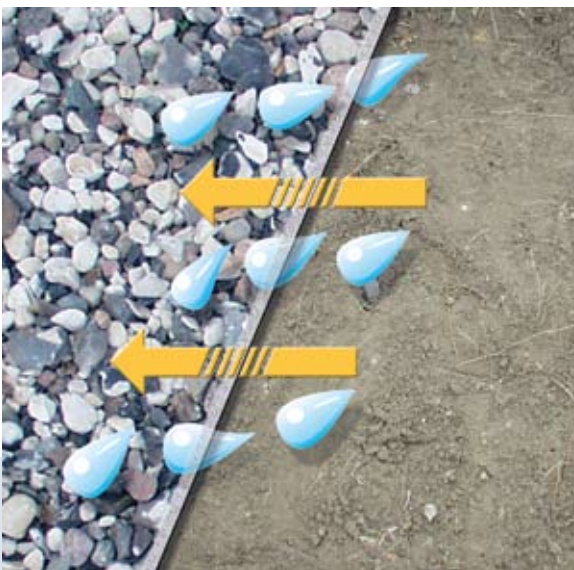


Fig.7. As correctas propriedades hidráulicas do geotêxtil garantem a retenção das partículas finas e a manutenção do fluxo de água.



Fig.8. Elevada capacidade de alongamento permite ao geotêxtil moldar-se aos contornos de uma superfície irregular.

Separação

Filtragem

Drenagem

Proteção

Aplicações

# Geotêxteis Fibertex para filtragem

## Sistemas de filtração sob tensão

Propriedades mecânicas importantes para um geotêxtil filtrante sob tensão:

- T<sub>f</sub>:** Força de tracção do geotêxtil à rotura [kN/m] valor mínimo  
De acordo com a norma EN ISSO 10319
- ε:** Alongamento à rotura [%] valor mínimo  
De acordo com a norma EN ISSO 10319
- F<sub>p</sub>:** Resistência á perfuração estática (teste – CBR) (N) (valor mínimo).  
De acordo com a EN ISSO 12236
- D<sub>c</sub>:** Perfuração dinâmica (teste do cone em queda) (nn) (valor máximo) De acordo com a EN 918

Se o geotêxtil é utilizado na construção de estradas, de caminhos de ferro, diques ou outras superfícies onde ocorram tensões originadas por cargas, os valores necessários são influenciados pelo tamanho da carga e pelas seguintes propriedades do solo que o suporta:

**CBR:** California Bearing Ratio [%]  
Valor relativo para a deformação das propriedades plásticas do solo.

**M<sub>E1</sub>:** Modulo de deformação [MNm<sup>-2</sup>]

Quando se sabe um destes parâmetros e o valor da carga que a construção vai suportar, a espessura mínima da camada de cobertura e as propriedades mecânica do geotêxtil podem ser lidas do quadro 2.

## Sistema de filtração sem tensão

Se a instalação é a única tensão mecânica que o geotêxtil tem de suportar, os seguintes valores mínimos são suficientes:

Material de cobertura	T <sub>f</sub> [kN/m]	ε [%]	F <sub>p</sub> [N]	D <sub>c</sub> [mm]
Rolado	6	40	1500	26
Grossoiro	8	40	1500	25

Tabela 3 - Propriedades mecânicas requeridas para suportar a tensão de instalação

Tabela 2 – Escolha do geotêxtil, conhecendo-se as propriedades e as cargas [1]

Propriedades do solo		Propriedades do geotêxtil										
resistência do solo		Espessura mínima de cobertura		Construção em terra e estradas						Caminhos de ferro		
CBR [%]	M <sub>E1</sub> [MNm <sup>-2</sup> ]			Carga ≤ 500 MN <sup>a</sup>			Carga ≥ 500 MN <sup>a</sup>					
				Enchimento A*	Enchimento B**	Enchimento C***	Enchimento A*	Enchimento B**	Enchimento C***	Enchimento A*	Enchimento B**	Enchimento C***
< 3	< 6	0.4	T <sub>f</sub> [kN/m]	12	14	16	14	16	18	14	16	18
			ε [%]	40	40	50	40	50	50	40	50	50
			F <sub>p</sub> [N]	2000	2400	2700	2400	2700	3000	2400	2700	3000
			D <sub>c</sub> [mm]	24	21	20	21	20	15	21	20	15
3-6	6-15	0.3	T <sub>f</sub> [kN/m]	10	12	14	12	14	16	14	16	18
			ε [%]	40	40	40	40	40	50	40	50	50
			F <sub>p</sub> [N]	1900	2000	2400	2000	2400	2700	2400	2700	3000
			D <sub>c</sub> [mm]	25	24	21	24	21	20	21	20	15
> 6	> 15	0.2	T <sub>f</sub> [kN/m]	6	8	10	8	10	12	14	16	18
			ε [%]	30	40	40	40	40	40	40	50	50
			F <sub>p</sub> [N]	1250	1450	1900	1450	1900	2000	2400	2700	3000
			D <sub>c</sub> [mm]	27	26	25	26	25	24	21	20	15

<sup>a</sup> Carga total durante o periodo vida da construção

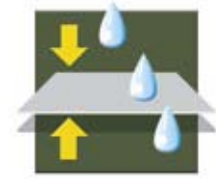
\* Enchimento A: Gravelha Ø≤150 mm

\*\* Enchimento B: Gravelha angular Ø≤150 mm

\*\*\* Enchimento C: outros materiais de enchimento, esféricos ou angulares (pedra natural etc).

[1] SVG, Confederação Suíça de especialistas em geotêxteis – "The geotextile Manual, 2001" (em Alemão)

Os valores T<sub>f</sub> são valores mínimos, o valor obtido para D<sub>c</sub> é um valor máximo. Todos estes requisitos têm de ser cumpridos para garantir que o geotêxtil irá funcionar como o pretendido.



## Propriedades hidráulicas necessárias

Para que um geotêxtil funcione correctamente a dimensão dos seus poros tem de estar de acordo com as características do solo. Se a dimensão dos poros for muito grande as partículas do solo passarão através do geotêxtil; por outro lado, se forem muito pequenas o fluxo de água será insuficiente. Os parâmetros hidráulicos importantes num geotêxtil são:

- $O_{90\%}$  Porometria característica [ $\mu\text{m}$ ]  
De acordo com a norma EN ISSO 12956
- $k_n$  Coeficiente de permeabilidade (normal ao plano) [m/sec.] valor mínimo  
De acordo com a norma EN ISSO 11058

O fluxo de água através do geotêxtil pode ser dividido em duas situações principais:

Fluxo de água estático (num só sentido):  
ex. drenos e sistemas de drenagem

Fluxo de água dinâmico: ex. obras hidráulicas e camadas filtrantes sob os pavimentos de estradas etc.

## Dimensão característica dos poros, $O_{90\%}$

### Fluxo de água estático

(fluxo de água num sentido, c/o ex., drenos e sistemas de drenagem)

Valor utilizado em projecto para a dimensão característica dos poros  $O_{90\%}$ , para solo de textura grossa ( $d_{40\%} > 60 \mu\text{m}$ ):

Subsolo graduado uniformemente,  
 $U (d_{60\%}/d_{10\%}) < 3:$   
 $O_{90\%} < 2.5 \cdot d_{50\%}$

Subsolo bem graduado,  
 $U (d_{60\%}/d_{10\%}) \geq 3:$   
 $O_{90\%} < 10 \cdot d_{50\%}$

Valor utilizado em projecto para a dimensão característica dos poros,  $O_{90\%}$ , para solo de textura fina

$$(d_{40\%} < 60 \mu\text{m}):$$

$$50 \mu\text{m} \leq O_{90\%} \leq \frac{10 \cdot d_{50\%}}{110}$$

É escolhido o mais baixo dos dois valores do limite superior

### Fluxo de água dinâmico

(construção de caminhos de ferro e outras construções onde ocorre o efeito de bombagem).

O fluxo de água dinâmico pode ser resultado do efeito de bombagem gerado por cargas dinâmicas (ex. construção de caminhos de ferro). Este tipo de fluxo também pode ocorrer naturalmente, que é o caso da acção das ondas em áreas costeiras.

Em solos de textura grossa e em solos uniformemente graduados ( $U < 3$  e  $d_{40\%} > 60 \mu\text{m}$ ) pode ocorrer fluxo dinâmico:

Para  $U (d_{60\%}/d_{10\%}) < 3$  e  $d_{40\%} > 60 \mu\text{m}$ :

$$0.5 \cdot d_{50\%} \leq O_{90\%} \leq d_{50\%}$$

Em solos densos, a água consegue fluir de uma forma dinâmica, e as condições são caracterizadas como sendo estáticas.

### Coeficiente de Permeabilidade, $k_n$

O coeficiente de permeabilidade normal ao plano do geotêxtil, deverá ser maior que o coeficiente de permeabilidade do solo:

$$k_{n, \text{geotêxtil}} > k_{n, \text{solo}}$$

Por forma a assegurar o fluxo da água, é necessário adicionar um factor de segurança ao coeficiente de permeabilidade do solo, através da multiplicação deste por 1-100. Este factor de segurança deverá ser avaliado de acordo com as condições do solo e o tempo de serviço pretendido.

Separação

Filtragem

Drenagem

Protecção

Aplicações

# Geotêxtil Fibertex para Drenagem



- **Assegura que a água e ou outros fluidos são drenados com perda mínima de pressão.**

- **Assegura uma drenagem eficiente**

Os geotêxteis são bastante utilizados para drenagem em trabalhos em terra e na construção. Na norma EN ISSO a função de drenagem é definida como " a recolha e transporte de precipitação, água subterrânea e ou outros fluidos no plano do geotêxtil". Por outras palavras, é a capacidade do geotêxtil para drenar fluidos por si só, o que significa que não é parte do sistema de drenagem, mas é o sistema de drenagem em si. A função de drenagem é muitas vezes confundida com a função de filtragem. Quando um geotêxtil é parte de um sistema de drenagem, em que é utilizado para separar um solo e uma camada drenante de gravilha, a função é a filtragem.

## Propriedades do geotêxtil

Geralmente, as tensões de instalação são limitadas e o uso não implica significantes tensões mecânicas no geotêxtil de drenagem (para casos especiais, estão incluídos neste capítulo as especificações para drenagem sob tensão). Assim, não é necessário grande resistência mecânica, enquanto que as propriedades hidráulicas são decisivas no desempenho geral de toda a construção, sendo a capacidade de fluxo no plano do geotêxtil a propriedade mais importante.



## Propriedades mecânicas requeridas

Propriedades mecânicas importantes para um geotêxtil filtrante sob tensão:

$T_f$ : Força de tracção do geotêxtil à rotura [kN/m] Valor mínimo  
De acordo com a norma EN ISO 10319

$\epsilon$ : Alongamento à rotura [%] Valor mínimo  
De acordo com a norma EN ISO 10319

$F_p$ : Resistência á perfuração estática (teste – CBR) (N) (valor mínimo).  
De acordo com a EN ISO 12236

$D_c$ : Perfuração dinâmica (teste do cone em queda ) (nn) (valor máximo)  
De acordo com a EN 918

### Sistemas de drenaje submetidas a tensões

Se o geotêxtil é utilizado em conexão com superfícies sujeitas a cargas, os valores de resistência necessários vão ser influenciados pelo tamanho da carga e pelas seguintes propriedades do solo que o suporta:

CBR: California Bearing Ratio [%]  
Valor relativo para a deformação das propriedades plásticas do solo.

$M_{E1}$ : Modulo de deformação [MN/m<sup>2</sup>]

Quando se sabe um destes parâmetros e o valor da carga que a construção vai suportar, a espessura mínima da camada de cobertura e as propriedades mecânica do geotêxtil podem ser lidas do quadro 2.

Tabela 4 – Escolha do geotêxtil, conhecendo-se as propriedades e as cargas [1]

Propriedades do solo		Propriedades do geotêxtil												
resistência do solo	Espessura mínima de cobertura	Construção em terra e estradas							Caminhos de ferro					
		Carga ≤ 500 MN <sup>a</sup>			Carga ≥ 500 MN <sup>a</sup>									
		Enchimento A*	Enchimento B**	Enchimento C***	Enchimento A*	Enchimento B**	Enchimento C***	Enchimento A*	Enchimento B**	Enchimento C***				
CBR [%]	$M_{E1}$ [MNm <sup>-2</sup> ]	$T_f$ [kN/m]	$\epsilon$ [%]	$F_p$ [N]	$D_c$ [mm]	$T_f$ [kN/m]	$\epsilon$ [%]	$F_p$ [N]	$D_c$ [mm]	$T_f$ [kN/m]	$\epsilon$ [%]	$F_p$ [N]	$D_c$ [mm]	
< 3	< 6	0.4	$T_f$ [kN/m]	12	14	16	14	16	18	14	16	18		
			$\epsilon$ [%]	40	40	50	40	50	50	40	50	50		
			$F_p$ [N]	2000	2400	2700	2400	2700	3000	2400	2700	3000		
			$D_c$ [mm]	24	21	20	21	20	15	21	20	15		
3-6	6-15	0.3	$T_f$ [kN/m]	10	12	14	12	14	16	14	16	18		
			$\epsilon$ [%]	40	40	40	40	40	50	40	50	50		
			$F_p$ [N]	1900	2000	2400	2000	2400	2700	2400	2700	3000		
			$D_c$ [mm]	25	24	21	24	21	20	21	20	15		
> 6	> 15	0.2	$T_f$ [kN/m]	6	8	10	8	10	12	14	16	18		
			$\epsilon$ [%]	30	40	40	40	40	40	40	50	50		
			$F_p$ [N]	1250	1450	1900	1450	1900	2000	2400	2700	3000		
			$D_c$ [mm]	27	26	25	26	25	24	21	20	15		

<sup>a</sup> Carga total durante o periodo vida da construção

\* Enchimento A: Gravilha Ø≤150 mm

\*\* Enchimento B: Gravilha angular Ø≤150 mm

\*\*\* Enchimento C: outros materiais de enchimento, esféricos ou angulares (pedra natural etc).

[1] SVG, Confederação Suíça de especialistas em geotêxteis – “The geotextile Manual, 2001” (em Alemão)

Os valores  $T_f$  são valores mínimos, o valor obtido para  $D_c$  é um valor máximo. Todos estes requisitos têm de ser cumpridos para garantir que o geotêxtil irá funcionar como o pretendido.

# Geotêxteis Fibertex para Drenagem

## Drenagem com tensão inexistente

Para suportar a instalação, é necessário preencher os seguintes requisitos para propriedades mecânicas para drenagem com tensão inexistente (ex: drenagem em paredes)

Quadro 5: Propriedades mecânicas necessárias para suportar instalação.

	T <sub>f</sub> [KN/m]	ε [%]	F <sub>p</sub> [N]	D <sub>c</sub> [mm]
Drenagem vertical	8	40	1500	30

[1] SVG – Confederação Suíça de peritos em geotêxteis – “O manual de geotêxteis 2001” (em Alemão)

## Propriedades hidráulicas necessárias

Para funcionar correctamente, a porometria tem que igualar as condições do solo. Se o tamanho dos poros for muito grande, as partículas do solo passarão através do geotêxtil enquanto se for muito pequeno, o fluxo de água será insuficiente. Os parâmetros hidráulicos mais importantes do geotêxtil são:

- $q_p$ : capacidade de fluxo de água no plano [m<sup>2</sup>/s] (valor mínimo) de acordo com EN ISO 12958
- $O_{90\%}$ : Dimensão característica dos poros [μm] de acordo com a norma EN ISO 12956
- $k_n$ : Coeficiente de Permeabilidade normal ao plano [m/sec] (valor mínimo) de acordo com a norma EN ISO 11058

Quando se constrói um sistema de drenagem, o geotêxtil pode ser colocado na posição vertical, horizontal ou inclinado.

Para assegurar uma drenagem eficiente, a capacidade de fluxo de água no plano do geotêxtil, a porometria característica e o coeficiente de permeabilidade têm de ser suficientes.

## Capacidade de fluxo de água no plano, $q_p$

É calculado com base na quantidade de água a ser drenada. Esta capacidade é expressa como a quantidade de água drenada num determinado período de tempo, e na extensão de geotêxtil considerada [m<sup>3</sup>/seg/m=m<sup>2</sup>/seg]\*. A capacidade de fluxo de água no plano do geotêxtil  $q_p$ , é dada por:

$$q_p = \frac{Q}{W \cdot i}, \text{ Onde:}$$

- Q: quantidade de água drenada em toda a largura do dreno [m<sup>3</sup>/seg]
- W: largura do dreno [m]
- i: gradiente hidráulico ( $\Delta h/\Delta l$ ) ver fig. 9 (i = 1 para drenos verticais)

$$* 1 \text{ m}^2/\text{seg} = 3.6 \cdot 10^6 \text{ L/h/m} \Rightarrow 1 \text{ L/h/m} = 2.7810^{-7} \text{ m}^2/\text{seg}$$

Para assegurar uma drenagem eficiente, um factor de segurança é geral adicionado ao fluxo de água no plano, multiplicado por 1-5. Este factor deve ser avaliado com base nas indicações do solo e o tempo de vida desejado.

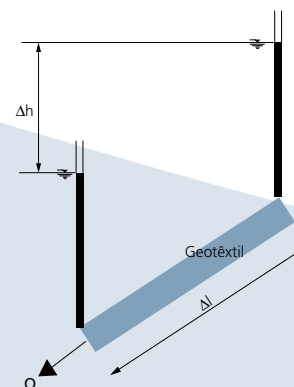


Fig.9 Cálculo do gradiente hidráulico para drenos inclinados.

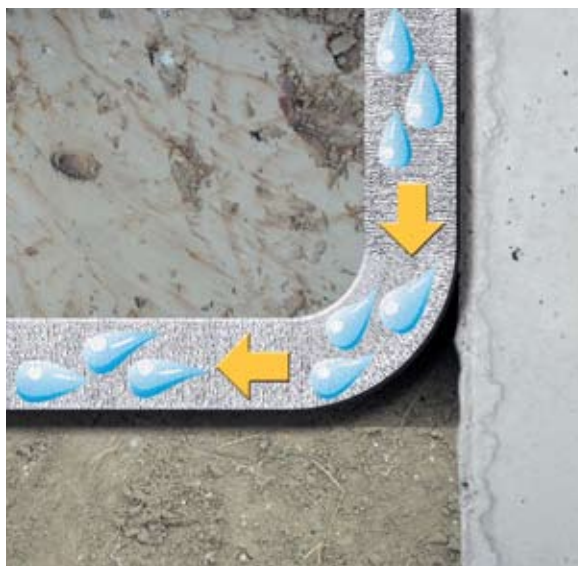


Fig. 10. Esta figura representa a importância de uma capacidade de fluxo de água no plano suficiente.

## Dimensão característica dos poros, $O_{90\%}$

### Fluxo de água estático

(fluxo de água num sentido, c/o ex., drenos e sistemas de drenagem)

Valor utilizado em projecto para a dimensão característica dos poros  $O_{90\%}$ , para solo de textura grossa ( $d_{40\%} > 60 \mu\text{m}$ ):

Subsolo graduado uniformemente,

$$U (d_{60\%}/d_{10\%}) < 3:$$

$$O_{90\%} < 2.5 \cdot d_{50\%}$$

Subsolo bem graduado,

$$U (d_{60\%}/d_{10\%}) \geq 3:$$

$$O_{90\%} < 10 \cdot d_{50\%}$$

Valor utilizado em projecto para a dimensão característica dos poros,  $O_{90\%}$ , para solo de textura fina ( $d_{40\%} < 60 \mu\text{m}$ ):

$$50 \mu\text{m} \leq O_{90\%} \leq 10 \cdot d_{50\%}$$

É escolhido o mais baixo dos dois valores do limite superior

### Fluxo de água dinâmico

(construção de caminhos de ferro e outras construções onde passa a correr o efeito de bombagem).

O fluxo de água dinâmico pode ser resultado do efeito de bombagem gerado por cargas dinâmicas (ex. construção de caminhos de ferro). O fluxo de água dinâmico também pode ocorrer naturalmente, que é o caso da acção das ondas em áreas costeiras.

Em solos de textura grossa e em solos uniformemente graduados ( $U < 3$  e  $d_{40\%} > 60 \mu\text{m}$ ) pode ocorrer fluxo dinâmico:

Para  $U (d_{60\%}/d_{10\%}) < 3$  e  $d_{40\%} > 60 \mu\text{m}$ :

$$0.5 \cdot d_{50\%} \leq O_{90\%} \leq d_{50\%}$$

Em solos densos, a água consegue fluir de uma forma dinâmica, e as condições são caracterizadas como sendo estáticas.

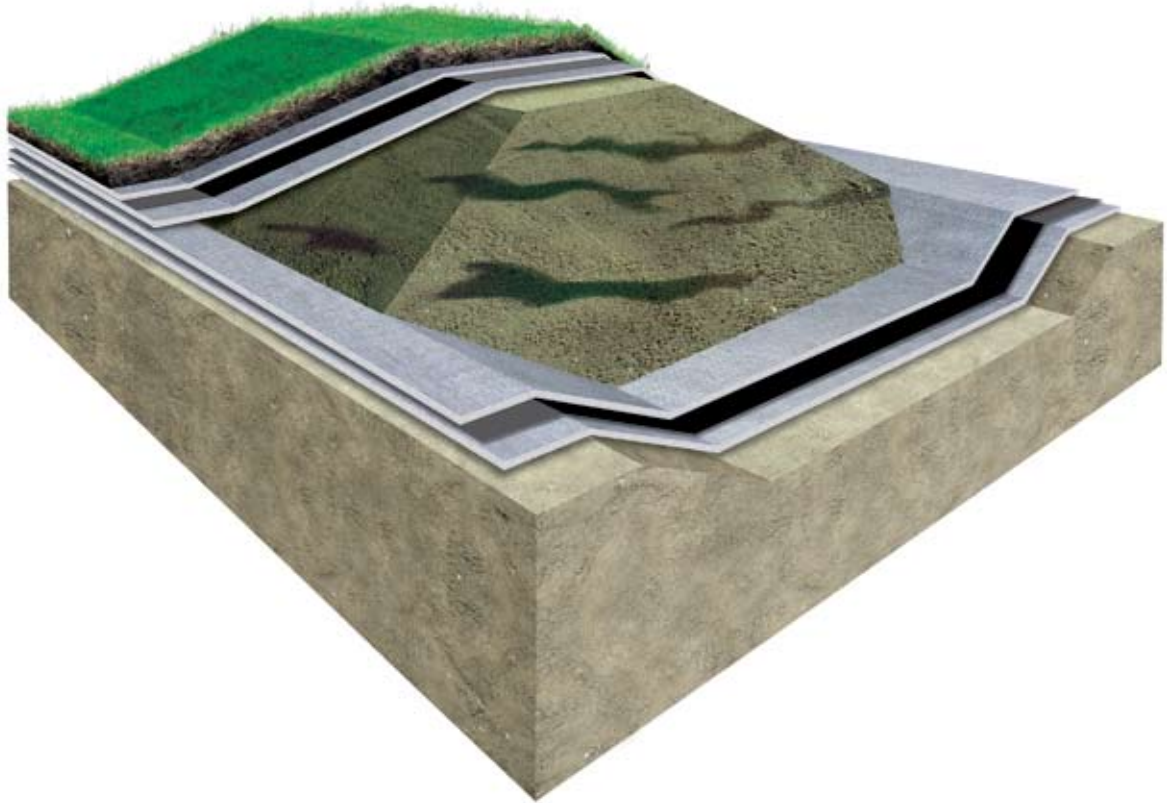
## Coefficiente de Permeabilidade, $k_n$

O coeficiente de permeabilidade normal ao plano do geotêxtil, deverá ser maior que o coeficiente de permeabilidade do solo:

$$k_{n, \text{geotêxtil}} > k_{n, \text{solo}}$$

Por forma a assegurar o fluxo da água, é necessário adicionar um factor de segurança ao coeficiente de permeabilidade do solo, através da multiplicação deste por 1-100. Este factor de segurança deverá ser avaliado de acordo com as condições do solo e o tempo de serviço pretendido.

# Geotêxteis Fibertex para protecção



Os geotêxteis são amplamente utilizados para protecção de material selante (ex geomembranas) em aterros sanitários ou na construção de túneis, nomeadamente quando é aplicado material de enchimento ou cargas. Nas normas EN ISO a função de protecção é definida por "Prevenção ou limitação de estragos locais a um dado elemento ou material através do uso de geotêxteis".

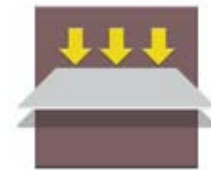
## Função combinada do geotêxtil

Um geotêxtil pode ter várias funções na mesma obra, por ex. pode proteger uma membrana e, ao mesmo tempo, drenar a água no seu plano. Neste caso a resistência ao punçoamento é importante para a função protecção e, tal como o descrito na secção de drenagem, as propriedades hidráulicas são importantes para drenar a água.

Os valores diferentes deverão ser combinados para que os requisitos mais estritos sejam indicados na especificação.

## Propriedades do geotêxtil

Como o único objectivo desta função é proteger um dado elemento ou material, as propriedades mecânicas são essenciais, enquanto as hidráulicas tem importância secundária. O geotêxtil tem de suportar e distribuir qualquer pressão da camada superior, assegurando que o material protegido não é sujeito a ruptura devido a essas tensões.



Propriedades mecânicas importantes num geotêxtil de protecção:

- $D_c$ : Perfuração dinâmica (teste do cone em queda) [mm] (valor máximo) de acordo com a EN 918
- $F_p$ : resistência ao punçoamento estático (teste CBR) [N] (valor mínimo) de acordo com a EN ISO 12236.
- $d$ : espessura a 2 kPa [mm] (valor mínimo) de acordo com EN 964-1

Os requisitos para as propriedades são influenciadas pelas seguintes propriedades do solo de suporte:

- Gradação: XX / YY significa que todas as partículas têm tamanhos compreendidos entre XX e YY [mm] (ex. 4/8).
- $p$ : pressão dos materiais subprajacentes (ex. lixo ou material drenante)

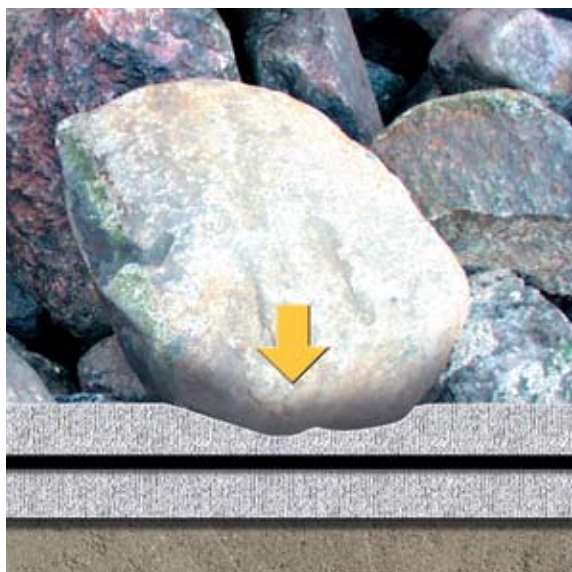


Fig. 11. Espessura correcta e resistência ao punçoamento previnem a ocorrência de roturas na membrana impermeabilizante

Baseado no gradiente da areia / gravilha e na pressão das camadas suprajacentes, as propriedades requeridas num geotêxtil para protecção podem ser lidas na fig. 12.

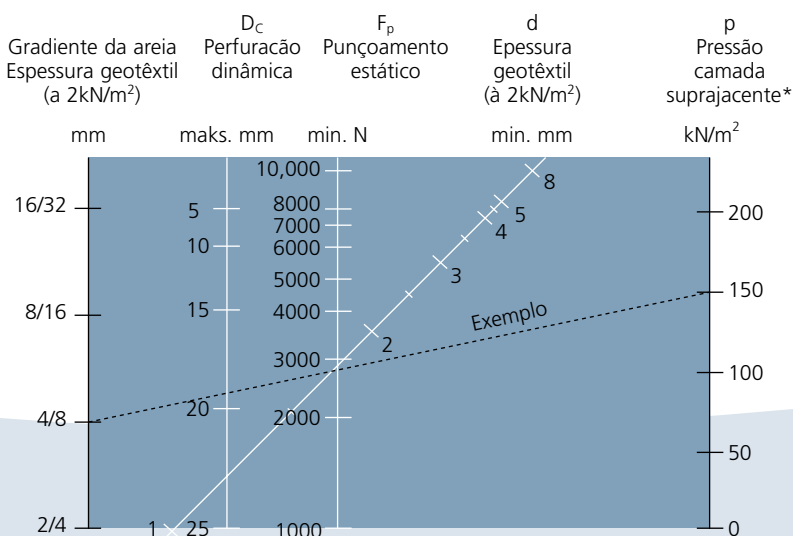


Fig. 12.  $D_c$ ,  $F_p$  e  $d$  podem ser lidos quando se desenha uma recta do eixo areia / gravilha para o eixo de pressão suprajacente.

Os valores lidos para  $F_p$  e  $d$  são valores mínimos enquanto que para  $D_c$  é um valor máximo. Todos estes requisitos devem ser preenchidos para assegurar que o geotêxtil funcionará como pretendido.

Separação

Filtragem

Drenagem

Protecção

Aplicações

## Construção de estradas

### Estradas Permanentes



Através da separação de diferentes camadas de material, os geotêxteis Fibertex estabilizam as camadas da estrada, cuja construção tem por objectivo resistir

a tensões dinâmicas e estáticas que se farão sentir durante o tempo de vida da estrutura.

### Estradas Temporárias



Os geotêxteis Fibertex colocados por baixo da camada superficial de gravilha, aumentam a capacidade de carga da estrada no que respeita a resistir ao tráfego pesado. Nenhum carro,

tractor ou outro veículo ficará preso na gravilha.

### Áreas de estacionamento



Áreas sujeitas a consideráveis pressões estáticas requerem uma base estável. Os geotêxteis Fibertex permitem-no já que separam as diferentes camadas de material, o que é

essencial para manter a capacidade de carga.

### Alargamento de estradas



Os geotêxteis Fibertex asseguram a separação e estabilidade entre o subsolo e as camadas da estrada.

### Manutenção do asfalto



O Fibertex AM2 saturado em betuminoso previne a penetração das águas superficiais na camada de base, e consequente lavagem dos finos, reduzindo

consideravelmente o desenvolvimento de fissuras.

### Aeroportos



Nas construções sujeitas a grandes pressões, os geotêxteis Fibertex estabilizam as camadas de fundação, permitindo o suporte das cargas dinâmicas.

### Caminhos de ferro



O aumento rápido de velocidade e o peso dos comboios requer camadas de suporte extremamente resistentes. Os geotêxteis Fibertex estabilizam as camadas de fundação, permitindo o maior suporte de cargas dinâmicas.

## Construção

### Fundações



Quando colocados sob as fundações, os geotêxteis Fibertex substituem a camada de ligação (entre a fundação e o subsolo). É simples, eficaz e económico.

### Pavimentos em betão



Sob os pavimentos em betão, o geotêxtil Fibertex, permeável, protege a camada drenante da contaminação pelo betão e pelas partículas de solo.

### Supressão do som



Em edifícios de apartamentos, os geotêxteis Fibertex são usados como camada supressora do som.

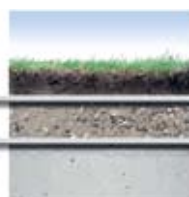
### Telhados/Terraços/Coberturas



Os geotêxteis Fibertex são usados na protecção mecânica das membranas utilizadas na impermeabilização, e como protecção de quaisquer camadas

filtrantes que possam existir.

### Jardins de cobertura



Os geotêxteis Fibertex são usados na protecção mecânica das membranas utilizadas na impermeabilização, e como protecção de quaisquer camadas filtrantes que possam existir.

## Sistemas de obra em terra

### Tubos e valas



Colocando um geotêxtil Fibertex no fundo de uma vala aumenta consideravelmente a capacidade de carga da mesma.

### Áreas de armazenamento



Usar o geotêxtil Fibertex previne a mistura ou perda de finos nas camadas de suporte, bem como acumulação destes na camada drenante.

### Áreas de armazenamento com AM2



O Fibertex AM2 saturado em betuminoso, absorve as tensões das fissuras existentes na superfície antiga, não permitindo a sua reflexão através das camadas de desgaste.

### Pisos Desportivos



Campos relvados; courts de ténis; zonas com gravilha, são estabilizados com a aplicação de geotêxteis Fibertex, já que a drenagem efectiva assegura uma superfície uniforme.

### Taludes



Com os geotêxteis Fibertex sob a camada superficial, o talude suportará a água do subsolo, água da chuva e água proveniente do degelo que, de outra forma, fariam a lavagem dos finos, instabilizando o talude.

## Drenagem/Filtragem

### Tubos de drenagem



Com geotêxteis Fibertex permeáveis, a envolver os tubos, é assegurado um sistema de drenagem eficiente e duradouro, sem haver o risco de entupimento dos tubos.

### Valas de drenagem



Os geotêxteis Fibertex protegem o sistema de drenagem, já que impedem a mistura de finos.

### Drenagem de superfície



Há uma grande probabilidade da drenagem superficial ser impedida por acumulação de material fino proveniente do solo envolvente. Os geotêxteis Fibertex mantêm os finos

separados da camada de drenagem, garantindo assim a eficácia do sistema de drenagem.

### Drenagem de edifícios



Na construção de fundações e paredes subterrâneas, os geotêxteis Fibertex asseguram uma drenagem circunferencial eficiente, o que vai prevenir, por exemplo, danos causados pela humidade.

## Obras hidráulicas

### Protecção costeira



Os geotêxteis Fibertex protegem a linha costeira, suportando o impacto das ondas e das correntes, prevenindo a erosão.

### Barragens/Represas



As barragens, represas e os diques artificiais necessitam de reforço para que possam resistir às correntes, etc. A aplicação dos geotêxteis Fibertex permite a estabilização da construção,

prolongando a vida útil da construção.

### Portos/Construções Marinhas



Os geotêxteis Fibertex colocados atrás da parede de retenção mantêm a camada de drenagem desobstruída, o que alivia a pressão hidráulica exercida na parede. Quando colocados à frente da

parede, os geotêxteis Fibertex previnem a remoção dos sedimentos do fundo.

### Rios e canais



Os geotêxteis Fibertex protegem as margens fluviais e os canais, de uma forma eficiente e amigável ao ambiente.

### Lagos artificiais



A membrana impermeável é protegida da perfuração pela aplicação de geotêxteis Fibertex.

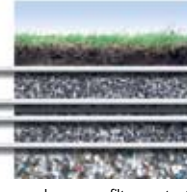
### Reservatórios de Água



Os geotêxteis Fibertex protegem as membranas impermeáveis da perfuração.

## Aterros sanitários

### AS - Camadas superficiais



Em aterros sanitários vigiados, os geotêxteis Fibertex colocados em ambas as faces das membranas, protegem-nas de serem perfuradas. Além disso, os geotêxteis Fibertex são usados como filtro protector das camadas de drenagem.

### AS - Camadas inferiores



Os geotêxteis Fibertex protegem as membranas como foi descrito anteriormente. Também são utilizados nas camadas detectoras de fugas.

### Sistemas de purificação de água



Os geotêxteis Fibertex colocados de ambos os lados da membrana impermeável, protegem o sistema das perfurações.

Separação

Filtragem

Drenagem

Protecção

Aplicações



## Dados sobre Fibertex

Fibertex é uma empresa líder de mercado no fabrico de tecidos não tecidos agulhados e spunmelt para aplicações em sectores de aplicação industrial , técnico e higiénico. Com sede central em Aalborg, Dinamarca e fábricas de produção na Dinamarca, Malásia e República Checa, Fibertex está representada globalmente. Desde da sua fundação em 1968, a Fibertex manteve-se em expansão contínua e, actualmente os tecidos não tecidos são fabricados para clientes em todo o mundo e para diversas aplicações.

## Próximo dos nossos clientes

O objectivo da Fibertex é ser local no mercado mundial. Em consequência os nossos escritórios de representação ,subsidiárias e extensa rede de distribuição jogam um papel decisivo em nos ajudar a alcançar o dito objectivo. Oferecemos um serviço técnico em todo o mundo para poder estar próximo de si.

## Procure inspiração em [www.fibertex.com](http://www.fibertex.com)

Visite a nossa página web para obter mais informação. Na área de negócio "Geotexteis" encontrará informação detalhada sobre os nossos produtos, fichas técnicas e catálogos que poderá consultar /download assim como obter informação de contacto.

*A informação facilitada nesta publicação é de carácter ilustrativo. A forma de utilização é de exclusiva responsabilidade do usuário que deverá assumir todos os riscos e encargo em relação a esta.*



**Elephant Nonwovens Portugal, Lda**  
 Rua Conde Moser, 86 - 2º  
 Monte Estoril  
 P-2765-428 ESTORIL, Portugal  
 Tel. +351 21 464 62 10  
 Fax +351 21 464 62 16  
[elephant@fibertex.com](mailto:elephant@fibertex.com)  
[www.fibertex.com](http://www.fibertex.com)

