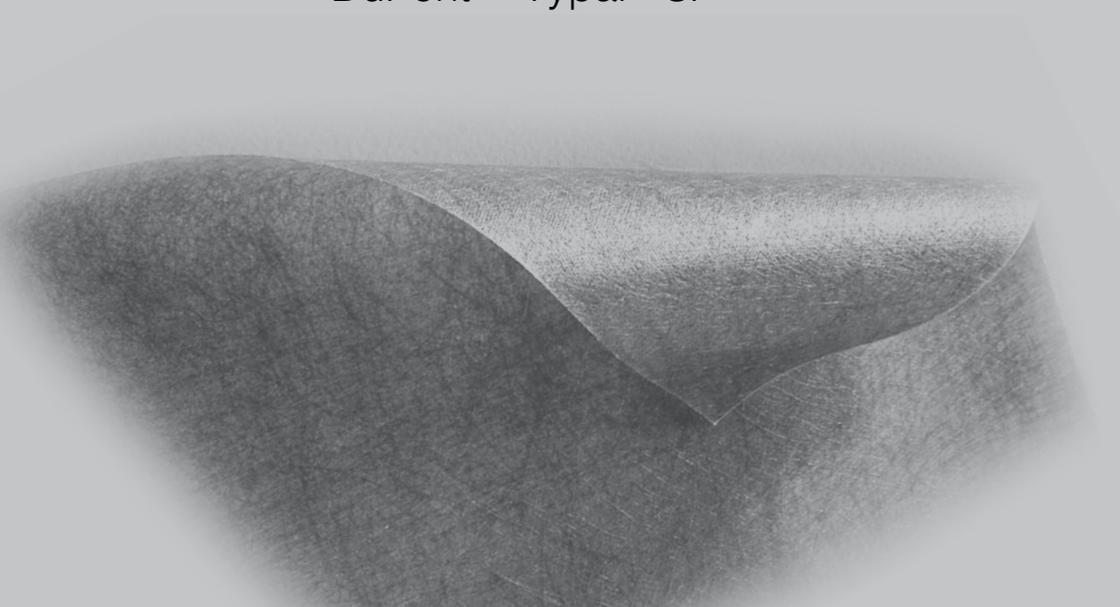


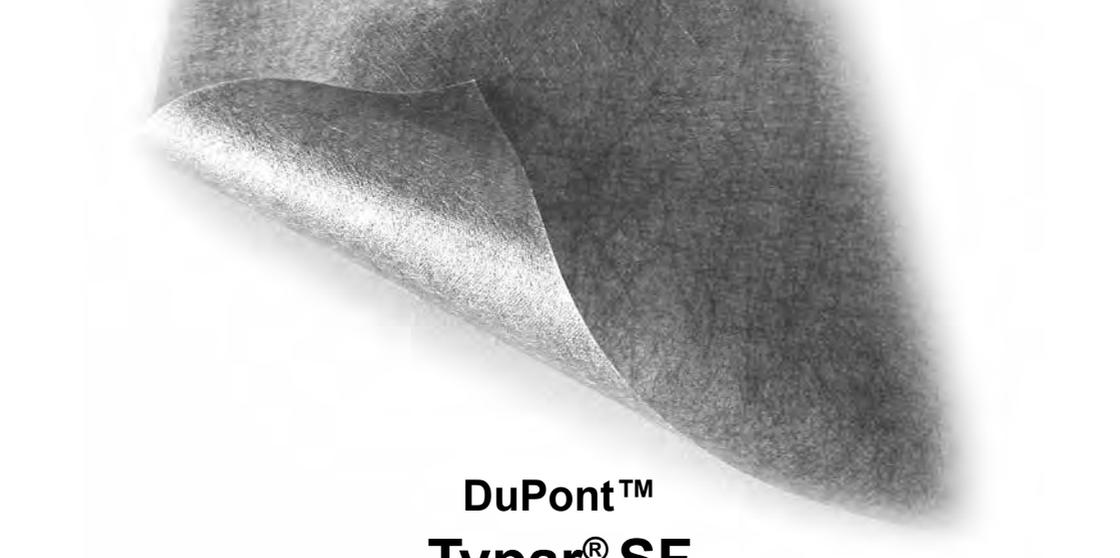


MANUALE DI CALCOLO

dimensionamento del Filtro Separatore

DuPont™ Typar® SF





DuPont™ Tylar® SF

Dimensionamento del Filtro Separatore

Manuale di calcolo

La HARPO spa • divisione **seic geotecnica** offre da sempre una concreta e qualificata assistenza dalle prime fasi della progettazione fino al cantiere, per aiutare l'impresa ad ottenere i migliori risultati mediante la corretta installazione dei materiali.

I dati tecnici riportati in questo manuale riflettono la nostra conoscenza al momento della pubblicazione. Ci riserviamo il diritto di modificare i dati in base allo sviluppo di nuove conoscenze ed esperienze. La stessa riserva vale per tutti i nostri prodotti. Non assumiamo alcuna responsabilità in relazione ai risultati ottenuti dall'impiego dei nostri materiali e dalle informazioni fornite.

DuPont™ e **Tylar®** sono rispettivamente un marchio commerciale e un marchio commerciale registrato di E. I. du Pont de Nemours and Company Inc. o di sue società affiliate.

Introduzione	4
Sistemi filtranti convenzionali	4
Le funzioni di Dupont™ Typar®	5
Proprietà di DuPont™ Typar®	5
Selezione delle caratteristiche del geotessile	6
Determinazione del diametro di filtrazione del non tessuto	6
Determinazione della permeabilità del non tessuto	6
Criteri di Filtrazione	8
Criteri di Permeabilità	8
Esempio	9
Selezione del modello	10
Progettazione di sistemi drenanti	11
Trincee drenanti ai lati delle strade	12
Trincee drenanti per l'abbassamento della falda freatica	13
Dati utili per la progettazione	14

Introduzione

Il presente manuale è una guida per la progettazione e la realizzazione di filtri separatori mediante l'utilizzo di DuPont™ Tytar®.

Le informazioni fornite nel presente manuale sull'impiego di DuPont™ Tytar® sono basate sull'esperienza maturata nel corso di numerose prove di laboratorio ed in sito e di migliaia di applicazioni in tutto il mondo.

DuPont™ Tytar® è un geotessile non tessuto costituito da un monofilamento in polipropilene termosaldato e viene impiegato come strato filtrante nei sistemi di drenaggio.

DuPont™ Tytar® è resistente alla putrefazione, agli insetti ed agli agenti chimici normalmente presenti sulla superficie di un dreno; è stabile dimensionalmente e possiede una buona resistenza alla lacerazione ed al punzonamento.

Sistemi filtranti convenzionali

Nelle applicazioni che prevedono il drenaggio dell'acqua di infiltrazione presente nel terreno, i filtri sono impiegati per impedire l'intasamento del corpo drenante ad opera delle particelle fini dilavate dal terreno in sito.

Il potenziale intasamento causa un cattivo funzionamento del sistema drenante e lo rende inefficace nel tempo.

Un buon mezzo filtrante, pertanto, deve trattenere le particelle del terreno, mantenendo una buona permeabilità del sistema.

I benefici derivanti dall'utilizzo dei geotessili quali strati filtranti in sostituzione dei filtri in materiale granulare sono:

1. basso costo;
2. facilità e velocità di posa in opera;
3. efficacia nelle prestazioni.

Le funzioni di DuPont™ Tytar®

DuPont™ Tytar® non solo funziona come strato filtrante del terreno ma, allo stesso tempo, permette la formazione di un filtro naturale a contatto con il geotessile.

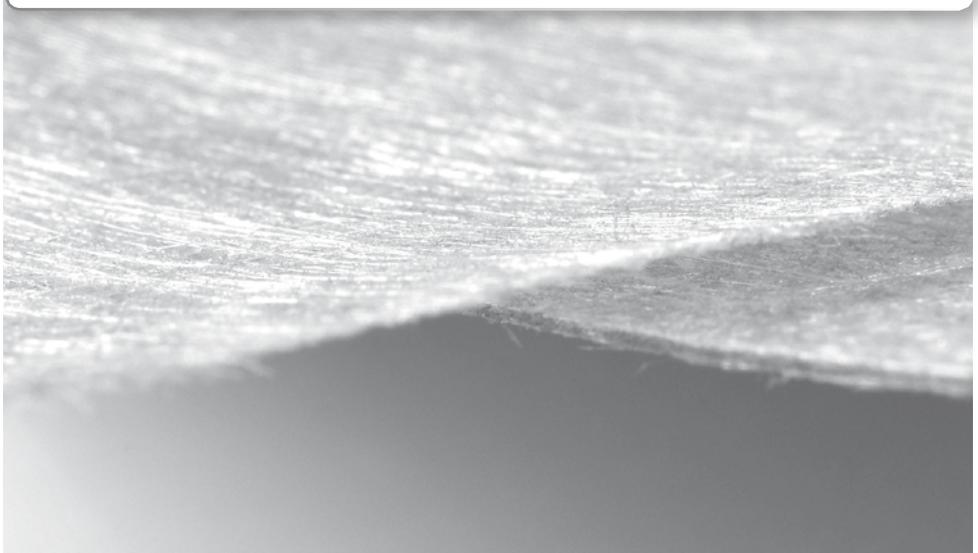
Il modello di DuPont™ Tytar® da utilizzare per la filtrazione dell'acqua nel terreno deve essere scelto con cura. Infatti:

- A. Se le dimensioni dei pori del geotessile sono troppo grandi rispetto al diametro caratteristico delle particelle di terreno da drenare, non si ha alcuna formazione del filtro rovescio naturale;
- B. Se le dimensioni dei pori del geotessile sono troppo piccoli, si ha la formazione di uno strato filtrante naturale costituito da particelle fini di terreno denso; tale fenomeno riduce la permeabilità all'interfaccia non tessuto/suolo.

Proprietà di DuPont™ Tytar®

Le principali proprietà di DuPont™ Tytar® impiegato quale mezzo filtrante sono:

- appropriato diametro di filtrazione dei pori, elevato indice di vuoti e distribuzione porometrica casuale;
- permeabilità maggiore del terreno da drenare, sufficiente anche sotto carichi elevati;
- sufficiente resistenza meccanica per sopportare lo stress in fase di installazione;
- elevata resistenza chimica.



Selezione delle caratteristiche del geotessile

I programmi di ricerca, effettuati in tutto il mondo, per definire quali devono essere i requisiti del materiale impiegato per la filtrazione dell'acqua presente nel terreno, hanno evidenziato la necessità di correlare

la **granulometria del terreno** da drenare
e le **condizioni idrauliche** esistenti nel terreno
con
il **diametro di filtrazione** del non tessuto
e la **permeabilità** del non tessuto.

In sintesi:

$$\begin{array}{ccc} O_{\text{DuPont™ Typar®}} & \Leftrightarrow & O_{\text{terreno}} \\ K_{\text{DuPont™ Typar®}} & \Leftrightarrow & K_{\text{terreno}} \end{array}$$

Determinazione del diametro di filtrazione del non tessuto

Si tratta di determinare il valore

O_{max} : diametro efficace della particella più grande di terreno che può attraversare il geotessile in presenza di un flusso d'acqua che, di norma, corrisponde al 95% del passante, cioè:

$$O_{\text{max}} = O_{95}$$

Il dato viene ottenuto mediante prove di laboratorio con vaglio o setaccio in presenza (Delft procedure) o assenza (Franzius Institut) di acqua, con filtrazione idrodinamica (CFG/Fayoux) e con analizzatore di immagine (A.L. Rollin).

Determinazione della permeabilità del non tessuto

Si tratta di determinare il valore

K_{Typar} : coefficiente di permeabilità del non tessuto, dove

$$\psi = K_{\text{Typar}} / d$$

ψ = permittività;
 d = spessore del geotessile

La permeabilità all'acqua del mezzo filtrante è inversamente proporzionale allo spessore del geotessile; è maggiore nei modelli con spessore ridotto, minore in quelli con spessore elevato. DuPont™ Typar®, essendo un geotessile termosaldato e precompresso, ha una elevata permeabilità.

Il valore della permeabilità del geotessile è ottenuta da prove in laboratorio con permeametro.

In sintesi, per scegliere il geotessile più idoneo, bisogna valutare l'interazione tra materiale e terreno, considerando:

PROPRIETA' DEL GEOTESSILE:

diametro di filtrazione (O_{max}), spessore, permeabilità all'acqua, compressibilità, struttura.

CONDIZIONI DEL TERRENO:

granulometria, coefficiente di uniformità, densità, compattazione, plasticità, densità.

CONDIZIONI IDRAULICHE:

direzione di flusso, gradiente.

CONDIZIONI DI POSA:

danni in fase di installazione, contenuto in acqua del terreno durante la posa.

Criteri di Filtrazione

 Commissione Geotessile Svizzera (SVG)¹

In Regime di Flusso Costante (laminare)			
Argille	Criterio generale	$O_{\max} \leq 2 D_{85}$	
	Terreni fini coesivi	$O_{\max} \leq 0.2 \text{ mm}$	
	$(D_{85} < 0.06; D_{10} < 0.002)$		
Sabbie limose	Terreni fini non coesivi	$O_{\max} \leq 6 D_{60}$	
	$(D_{40} < 0.06)$		
Sabbie grossolane e ghiaie	Terreni grossolani	$O_{\max} \leq 5 D_{10} \sqrt{C_u}$	dove $C_u = D_{60} / D_{10}$
	$(D_{40} > 0.06)$		

In Regime di Flusso Dinamico (Raccomandate le Prove di Laboratorio)			
Argille	Terreni fini coesivi	$O_{\max} \leq 2 D_{85}$	
	$(D_{85} < 0.06; D_{10} < 0.002)$	$O_{\max} \leq 10 D_{60}$	
Sabbie limose	Terreni fini non coesivi	$O_{\max} \leq D_{85}$	
	$(D_{40} < 0.06)$		
Sabbie grossolane e ghiaie	Terreni grossolani	$O_{\max} \leq D_{60}$	
	$(D_{40} > 0.06)$	$O_{\max} \leq 1,5 D_{10} \sqrt{C_u}$	

Criteri di Permeabilità²

Applicazioni in condizioni non critiche (terreni con contenuto in limo inferiore al 5%)	K_{Typar}	$> K_{\text{terreno}}$
Applicazioni standard e per geotessili tali da avere uno spessore $\leq 2,00\text{mm}$	K_{Typar}	$> 10 K_{\text{terreno}}$
Applicazioni speciali e per geotessili tali da avere uno spessore $> 2,00\text{mm}$ (dighe ed argini, condizioni di flusso dinamico)	K_{Typar}	$> 100 K_{\text{terreno}}$

¹ Association Suisse des Professionnels des Geotextiles (ASPG/SVG) c/o EMPA – St. Gallen - CH

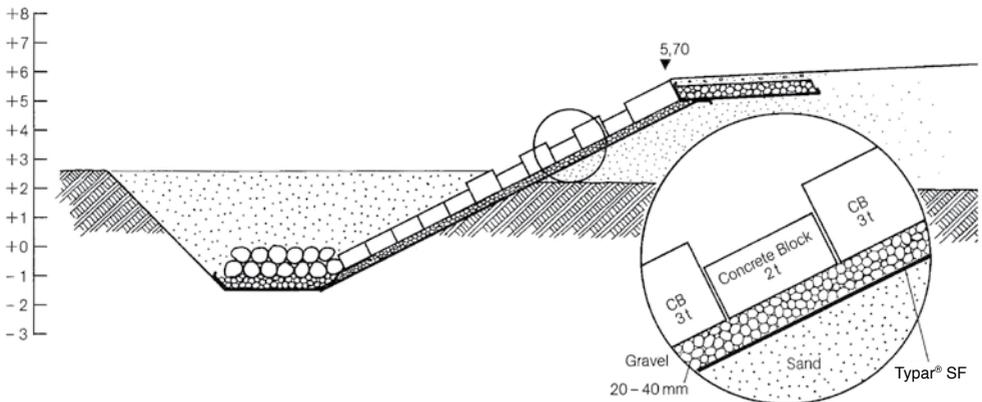
² da: * "Filter Criteria for Geotextiles" by J.P. Giroud – Woodward-Clyde Consultants – Chicago, Ill, USA – second Int. Conf. On Geotextiles – Las Vegas 1982

* "Recommandations pour l'emploi des geotextiles dans les systemes de drainage et de filtration" – Comité français des Geotextiles

* Association Suisse des Professionnels des Geotextiles (ASPG/SVG) c/o EMPA – St. Gallen - CH

Esempio

Costruzione di una diga in Danimarca – Mare del Nord



La superficie esterna della diga, esposta al moto ondoso, è costituita da una serie di blocchi in cls posati su uno strato di 20cm di ghiaia del diametro di 20-40mm, al fine di:

- Creare una base di appoggio stabile e sicura;
- Garantire una sufficiente permeabilità all'acqua e dissipare velocemente la pressione alla base dei blocchi.

I blocchi sono disposti in modo alternato, in modo da formare una superficie irregolare per una migliore dissipazione dell'energia del moto ondoso.

Caratteristiche dei blocchi in cls

Peso: 2 - 3t Dimensioni: 1 x 1.7 x 0.5m o 1 x 1.7 x 0.75m

Il top della diga è protetto dall'erosione del moto ondoso da uno strato di 50cm di pietrame di diametro compreso tra 150 - 300mm.

Il piede della diga è protetto da pietre di peso 200 - 500kg posate su uno strato di pietrame di diametro compreso tra 150 - 300mm.

Requisiti della struttura

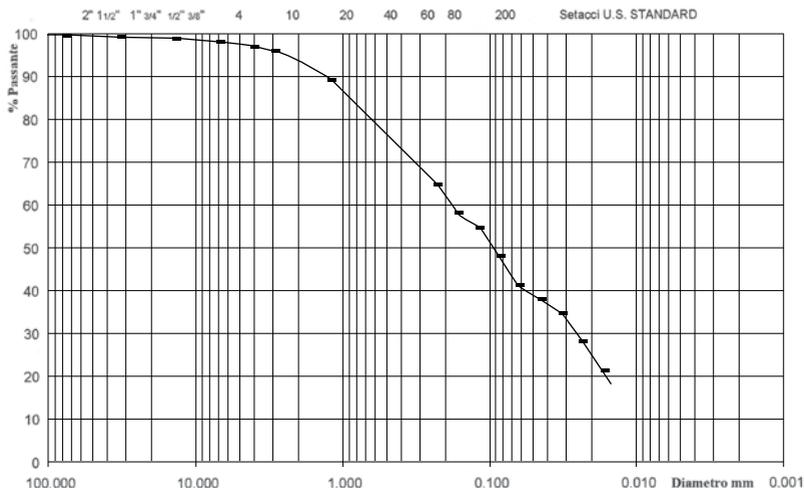
La struttura deve essere dimensionata considerando due requisiti fondamentali:

1. massima stabilità contro il moto ondoso
2. rapida dissipazione della pressione dell'acqua sotto la struttura

Selezione del modello

Per evitare il fenomeno del sifonamento (piping) delle particelle fini di terreno, il geotessile deve essere scelto secondo i Criteri di Filtrazione.

Curva granulometrica del terreno in sito



In condizioni di flusso dinamico in terreni grossolani dove $D_{60} \geq 0.06$ mm, si devono seguire i seguenti Criteri:

Criteri di Filtrazione $O_{max} \leq D_{60}$ terreno $O_{max} \leq 1.5 D_{10}$ terreno $\sqrt{C_u}$

Dai calcoli, il diametro efficace di filtrazione che il geotessile deve avere risulta essere:

$$O_{max} \leq 0.18 - 0.40 \text{ mm (media: } 0.30 \text{ mm)}$$

⇒ dalla Scheda Tecnica³ delle "Misure e caratteristiche" di DuPont™ Typar®, il modello più idoneo risulta essere DuPont™ Typar®SF32 (in subordine i modelli più pesanti)

Criteri di Permeabilità $K_{DuPont™ Typar®} \geq 10 K_{terreno}$

La permeabilità del terreno in sito, dalle prove effettuate, risulta essere

$$K_{terreno} = 3 \times 10^{-5} \text{ m/s}$$

⇒ la permeabilità di DuPont™ Typar® deve essere

$$K_{DuPont™ Typar®} \geq 3 \times 10^{-4} \text{ m/s}$$

⇒ dalla Scheda Tecnica di DuPont™ Typar®, i modelli che soddisfano tale valore di permeabilità sono DuPont™ Typar®SF20, DuPont™ Typar®SF27 e DuPont™ Typar®SF32.

Pertanto il modello di DuPont™ Typar® da utilizzare è del tipo SF32.

³ vedi "Opening Size $O_{95D_{95}}$ ", diametro di filtrazione O_{95} secondo norma ASTM D4751

Progettazione di sistemi drenanti

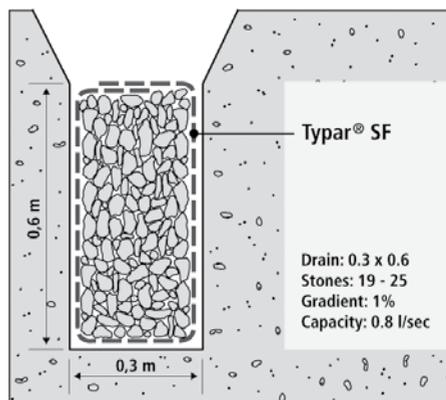
È possibile impiegare DuPont™ Typar® come filtro separatore di sistemi drenanti (trincee in ghiaia). I criteri tecnici da usarsi sono gli stessi criteri di filtrazione e permeabilità ora enunciati.

Se consideriamo dei dreni costituiti da terreno granulare ad elevata permeabilità, la capacità drenante Q è proporzionale alla sezione del dreno ed al gradiente idraulico:

Capacità drenante ↔ Sezione del dreno
Gradiente idraulico

Esempio: dati i valori

Dimensioni del Dreno	0.3m x 0.6m
Granulometria	19 – 25mm
Gradiente idraulico	1%

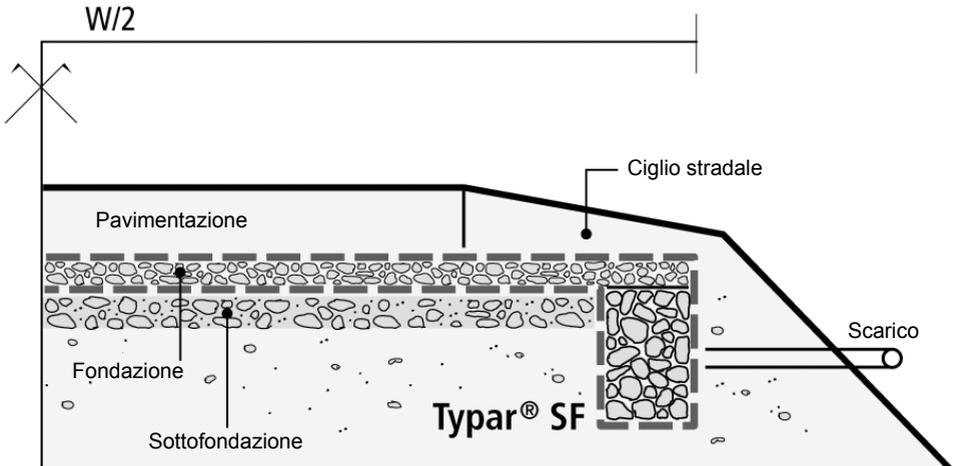


Dalla Tabella 1 si ottiene il valore della
Capacità drenante: 0.8 l/sec

CAPACITA' DRENANTE DI UN SISTEMA CON MATERIALE GRANULARE						
Granulometria (mm)	Gradiente idraulico (%)	Q = capacità drenante (l/sec)				
		0.3 x 0.3	0.3 x 0.6	0.6 x 0.6	0.6 x 0.9	0.6 x 1.2
50	1.0	0.7	1.4	2.8	4.2	5.6
	2.0	1.4	2.8	5.6	8.4	11.2
19 – 25	1.0	0.4	0.8	1.6	2.4	3.2
	2.0	0.8	1.6	3.2	4.8	6.4
9 – 12	1.0	0.1	0.2	0.4	0.6	0.8
	2.0	0.2	0.4	0.8	1.2	1.6
6 - 9	1.0	0.02	0.04	0.08	0.12	0.16
	2.0	0.04	0.08	0.16	0.24	0.32

Tabella 1

Trincee drenanti ai lati delle strade



W = larghezza della sede stradale e del ciglio stradale (m);
 L = lunghezza della sezione del dreno tra i collettori di scarico (m);
 i = gradiente idraulico (%);
 R = piovosità critica (m/s);
 P_R = assorbimento delle precipitazioni (%)

$$\text{Capacità drenante } Q \text{ (l/s)} = 10^3 L \times W \times R \times P_R$$

La sezione del dreno si determina dalla Tabella 1

Trincee drenanti per l'abbassamento della falda freatica

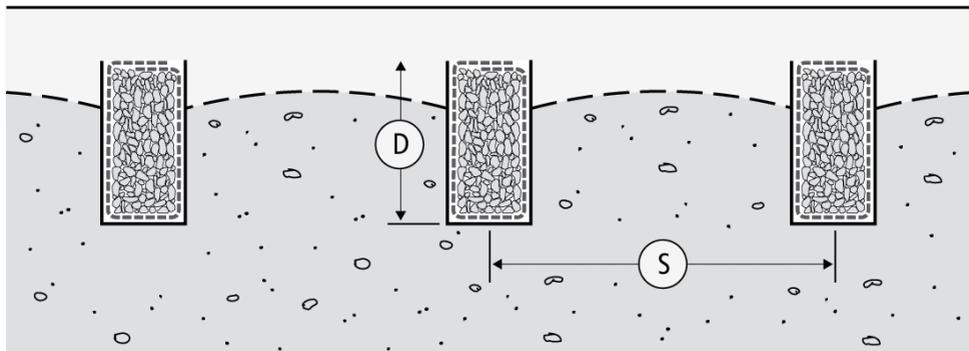


Tabella 2

Tipo di terreno	Permeabilità K m/sec	Interasse dreni (m) per diverse profondità di drenaggio		
		d = 1.0m	d = 1.3m	d = 1.6m
Argilla organica	3.0×10^{-7}	5m	6m	8m
Limo	5.0×10^{-6}	18m	25m	30m
Limo sabbioso	3.0×10^{-5}	47m	62m	77m
Sabbia limosa	7.0×10^{-5}	67m	88m	109m

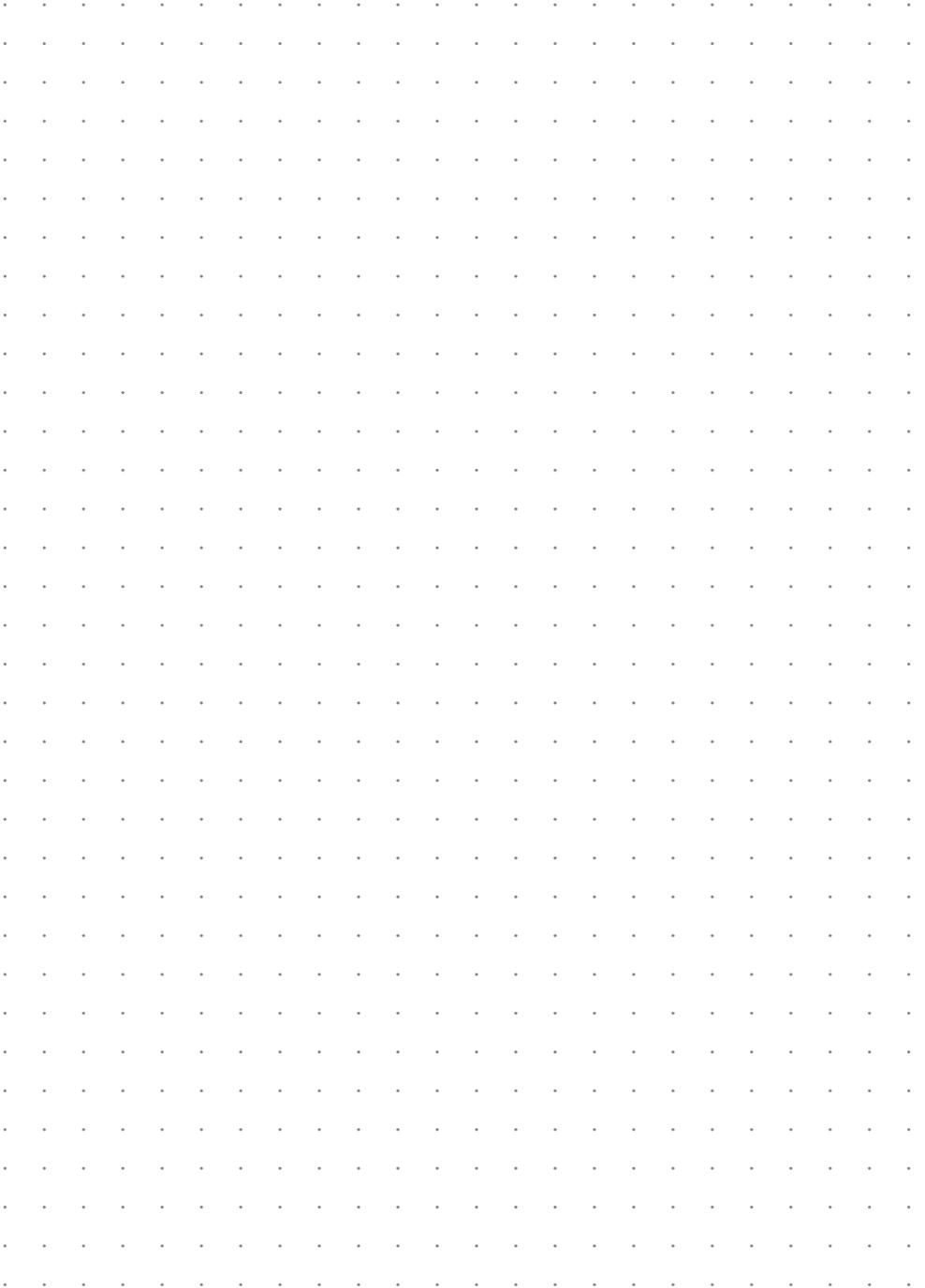
Tabella 2: dimensionamento di trincee drenanti per l'abbassamento della falda freatica a seguito di intense precipitazioni piovose. Assumendo che ciascun dreno sia in grado di captare e di espellere la medesima quantità di acqua, si calcola la

$$\text{Capacità drenante } Q \text{ (l/s)} = 10^3 \times S \times L \times R$$

La sezione del dreno si determina dalla Tabella 1

Dati utili per la progettazione

CLASSIFICAZIONE DELLE TERRE U S C S						
Sigla	Tipo di terreno	% particelle			Indice di plasticità I (%)	Permeabilità caratteristica K (m/s)
		< 0.06	0.06 – 2mm	> 2mm		
GW	Ghiaia ben graduata, ghiaia sabbiosa	<5	Var	>50	-	$10^{-1}-10^{-4}$
GP	Ghiaia poco graduata, ghiaia sabbiosa	<5	Var	>50	-	$10^{-1}-10^{-4}$
GM	Ghiaia sabbiosa G+S+M	<15	Var	>50	<7	$10^{-5}-10^{-8}$
GC	Ghiaia argillosa G+S+C	<15	Var	>50	>7	$10^{-8}-10^{-10}$
SW	Sabbia ben graduata, sabbia ghiaiosa	<5	>50	var	-	$10^{-2}-10^{-5}$
SP	Sabbia poco graduata, sabbia ghiaiosa	<5	>50	Var	-	$10^{-2}-10^{-5}$
SM	Sabbia limosa	<15	>50	Var	<7	$10^{-5}-10^{-8}$
SC	Sabbia argillosa	<15	>50	Var	>7	$10^{-8}-10^{-10}$
ML	Limo, sabbia fine	>50	~50	Var	<4	$10^{-5}-10^{-8}$
CL	Limo	>50	~20	Var	>7	$10^{-8}-10^{-10}$
GM-ML	Ghiaia limosa	>15	Var	>40	<4	$10^{-5}-10^{-8}$
GM-GC	Ghiaia argilloso-limosa	>15	Var	>40	4-7	$10^{-8}-10^{-10}$
GC-CL	Ghiaia argillosa	>15	Var	>40	>7	$10^{-8}-10^{-10}$
SM-ML	Sabbia limosa – limo sabbioso	15-50	~50	Var	<4	$10^{-5}-10^{-8}$
SM-SC	Sabbia argilloso-limosa	15-50	~40	Var	4-7	$10^{-8}-10^{-10}$
SC-CL	Sabbia argillosa-argilla sabbiosa	15-50	~40	Var	>7	$10^{-8}-10^{-10}$
CL-ML	Limo argilloso	>50	Var	Var	4-7	$10^{-7}-10^{-10}$
OL	Limo organico	>50	Var	Var	>10	-
OH	Argilla organica	>50	Var	Var	>20	-
PT	Torba	-	-	-	-	-





The miracles of Science™

 **Harpo**
TRIESTE 1897

Harpo spa
tel. +39 040 3186611
fax +39 040 3186666
harpogroup.it

sede legale
via torino, 34
34123 trieste
italia

sede operativa
via caduti sul lavoro, 7
z.l. noghere 34015 muggia
trieste italia