

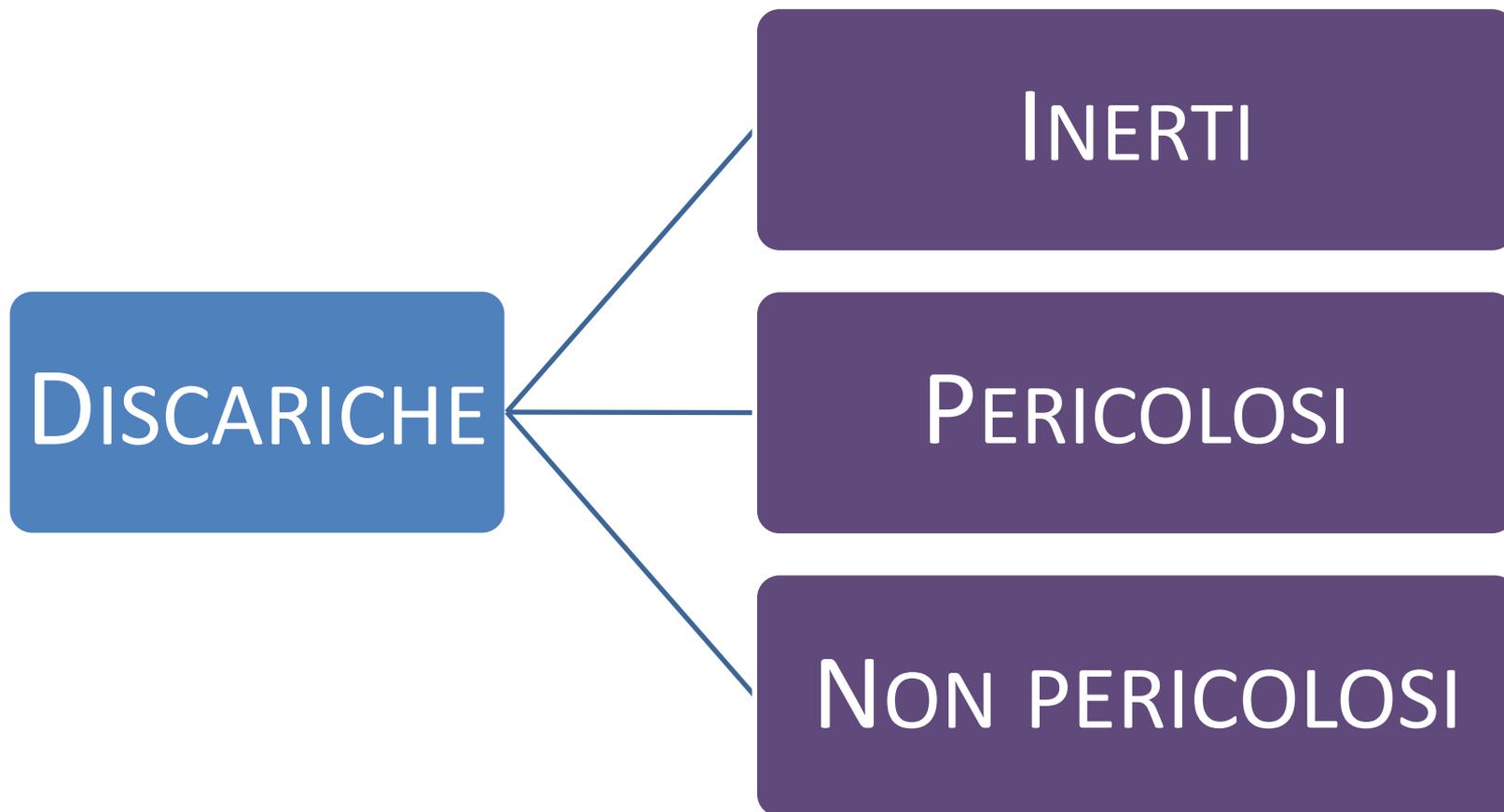
DISCARICHE

IL CAPPING CON MATERIALI  
GEOSINTETICI

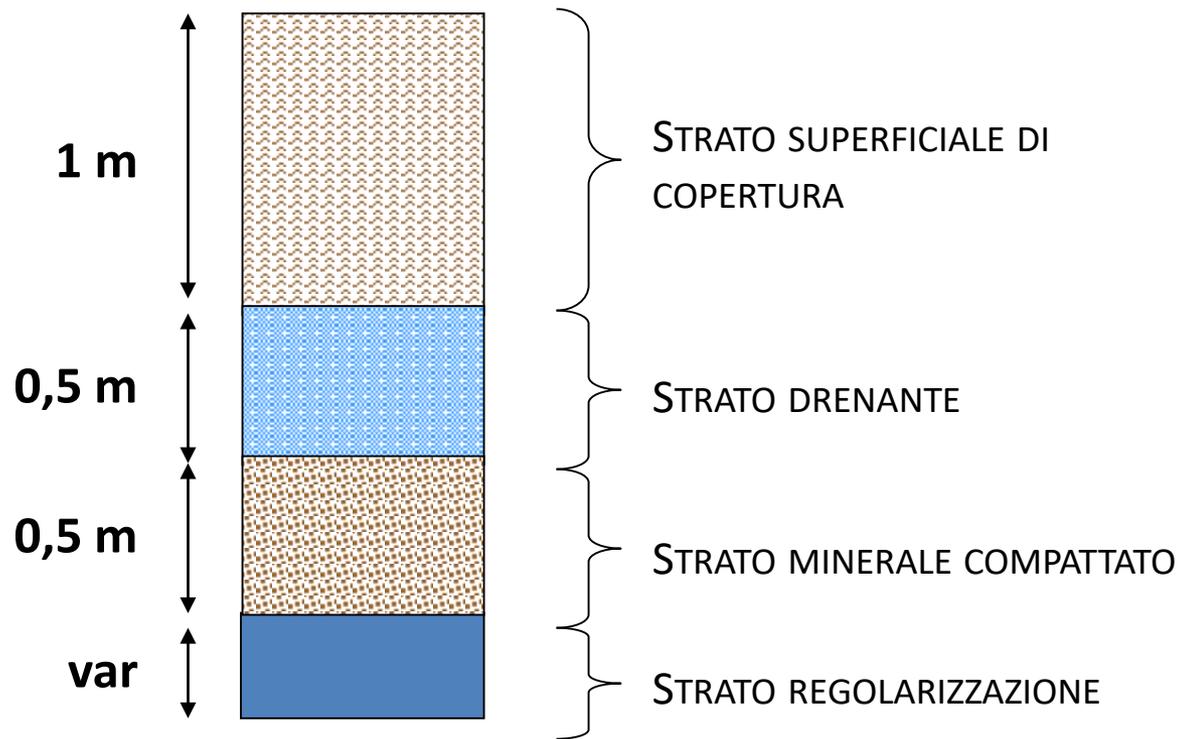
**ALLEGATO 1: LA STRATIGRAFIA DEL SISTEMA DI CHIUSURA DOVRÀ OTTEMPERARE ALLE SEGUENTI FUNZIONI:**

- *ISOLARE IL CORPO RIFIUTI DALL'AMBIENTE ESTERNO;*
- *MINIMIZZARE LA QUOTA DELLE INFILTRAZIONI D'ACQUA ALL'INTERNO DEL CORPO RIFIUTO;*
- *RIDURRE AL MINIMO L'ATTIVITÀ ANTROPICA PER INTERVENTI DI MANUTENZIONE;*
- *MINIMIZZARE L'INNESCARSÌ DI FENOMENI EROSIVI;*
- *GARANTIRE SUFFICIENTE RESISTENZA AGLI ASSESTAMENTI PROVOCATI DAI FENOMENI DI SUBSIDENZA LOCALIZZATA A SEGUITO DELLA DEGRADAZIONE DEL RIFIUTO;*

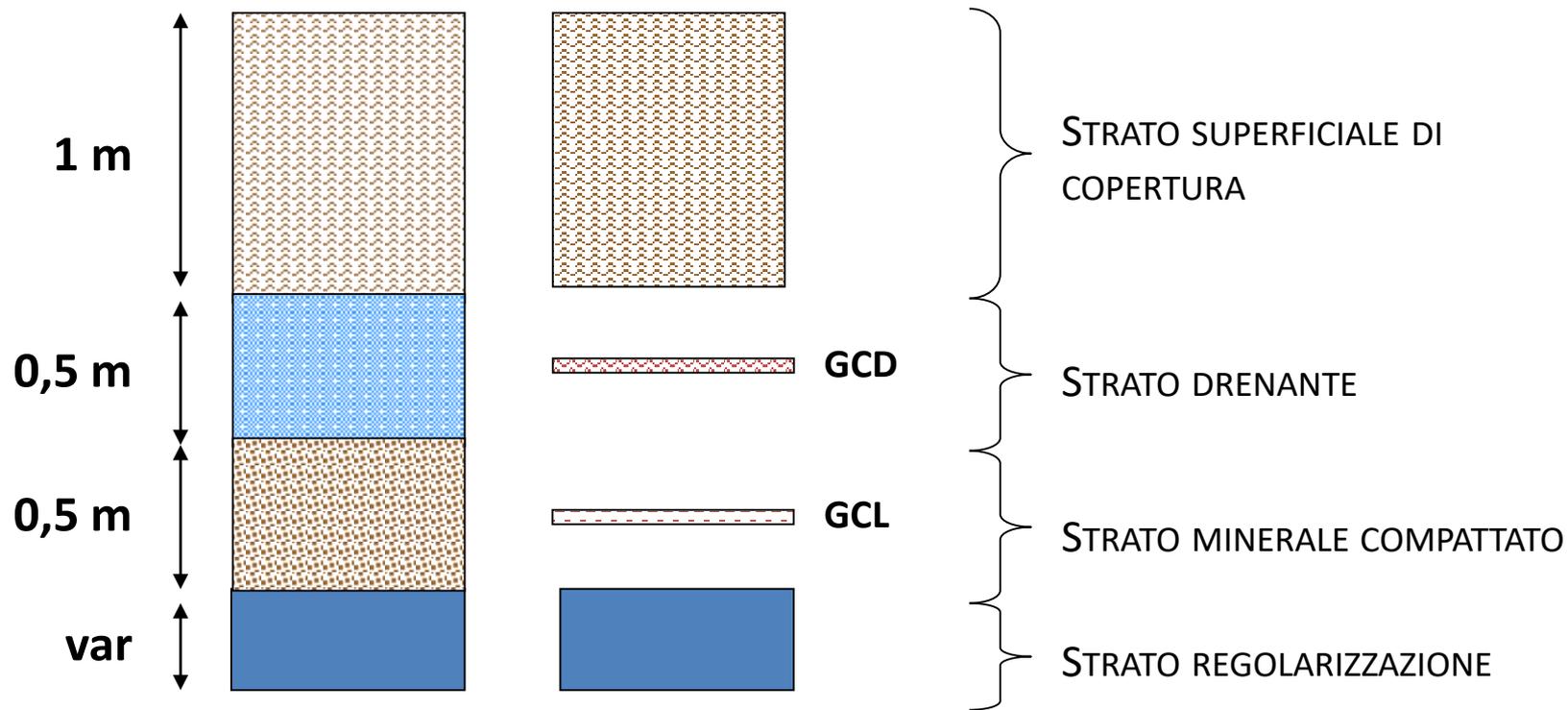
AI PUNTI 1.2.3 E 2.4.3. DELL'ALL.1, VENGONO DETTAGLIATI I REQUISITI MINIMI CHE IL SISTEMA DEVE DISPORRE A SECONDA SE SI TRATTI DI UNA DISCARICA PER INERTI O PER RIFIUTI PERICOLOSI/NON PERICOLOSI



D. LGS 36/2003 - DISCARICHE IN BASE AL TIPO DI RIFIUTI

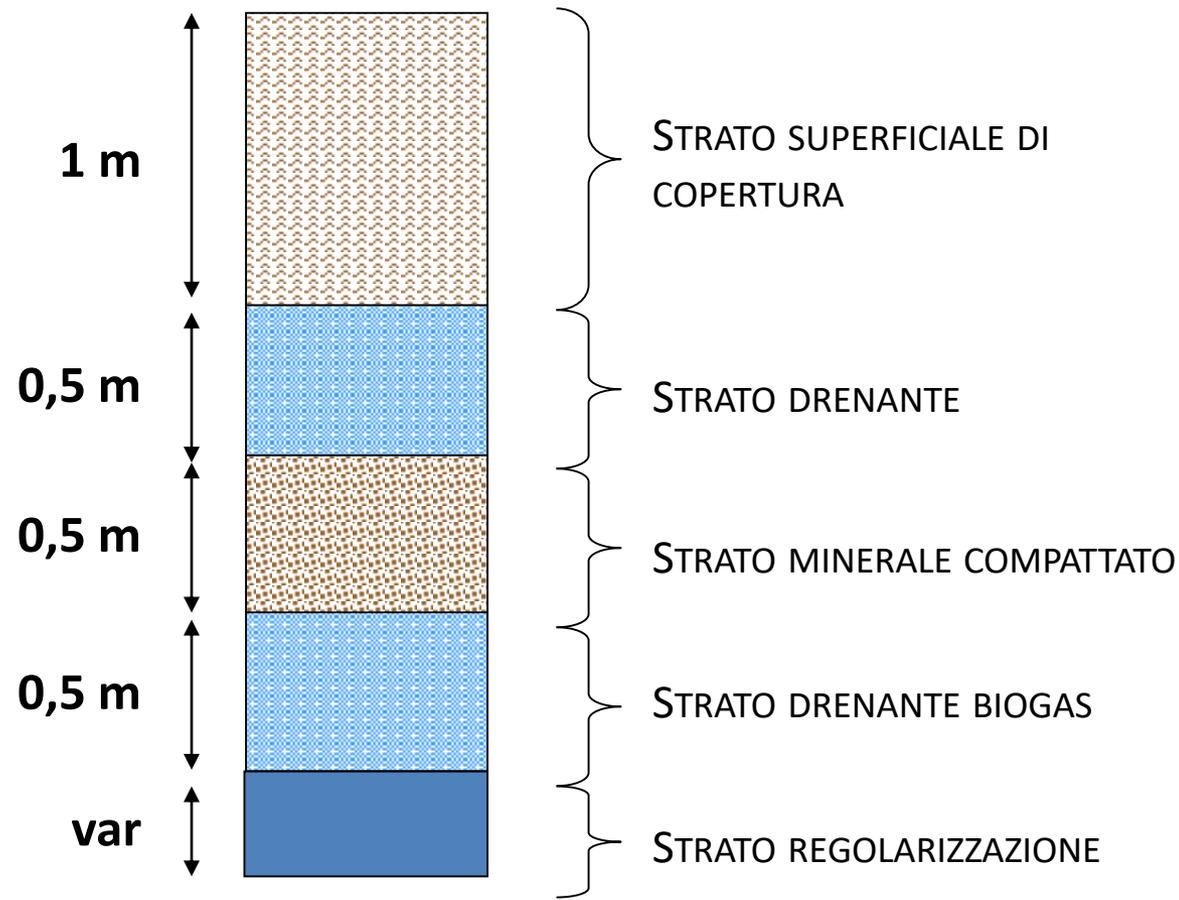


D. LGS 36/2003 – COPERTURA PER RIFIUTI INERTI

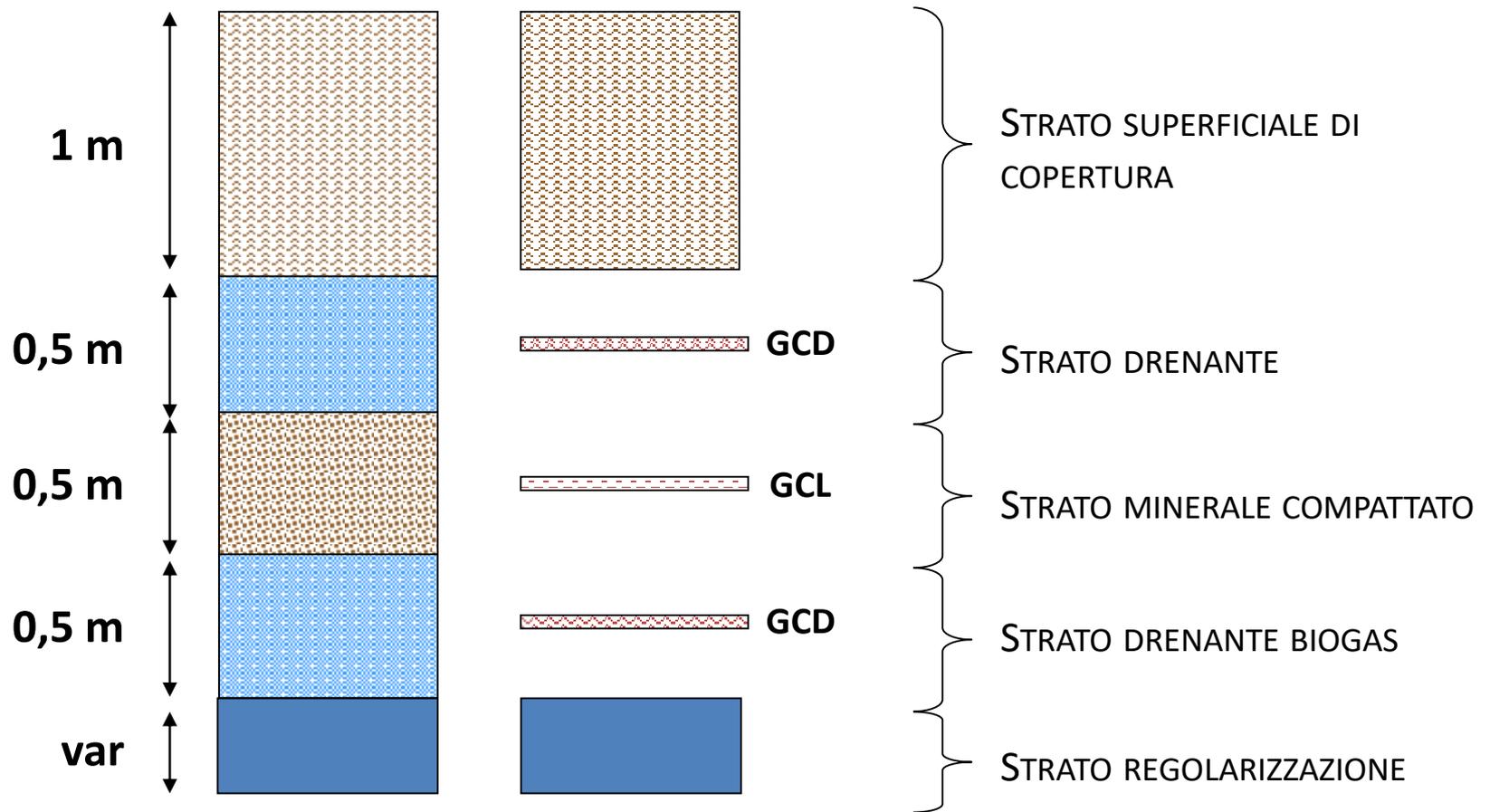


GCD: GEOCOMPOSITO DRENANTE  
 GCL: GEOCOMPOSITO BENTONITICO

## COPERTURA PER RIFIUTI INERTI CON GEOSINTETICI



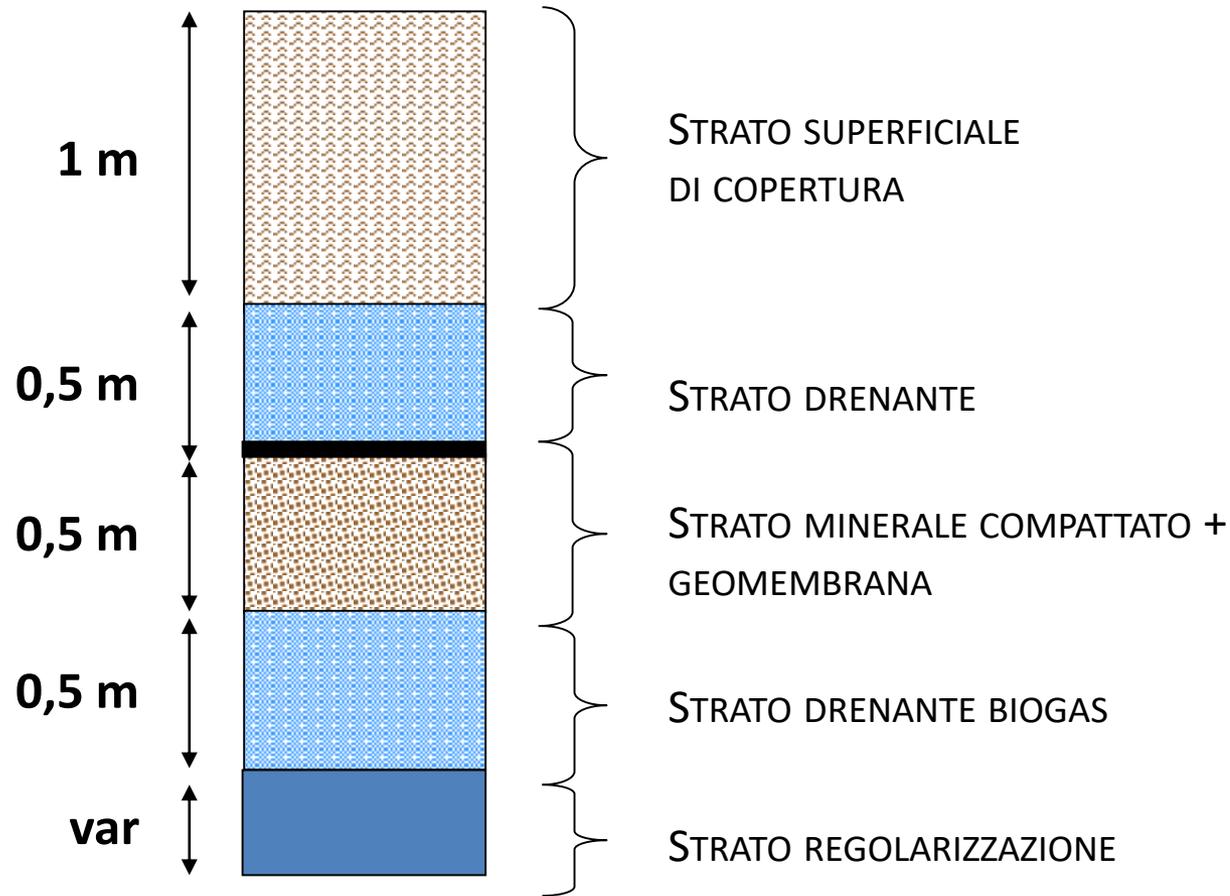
D. LGS 36/2003 – COPERTURA PER RIFIUTI NON PERICOLOSI



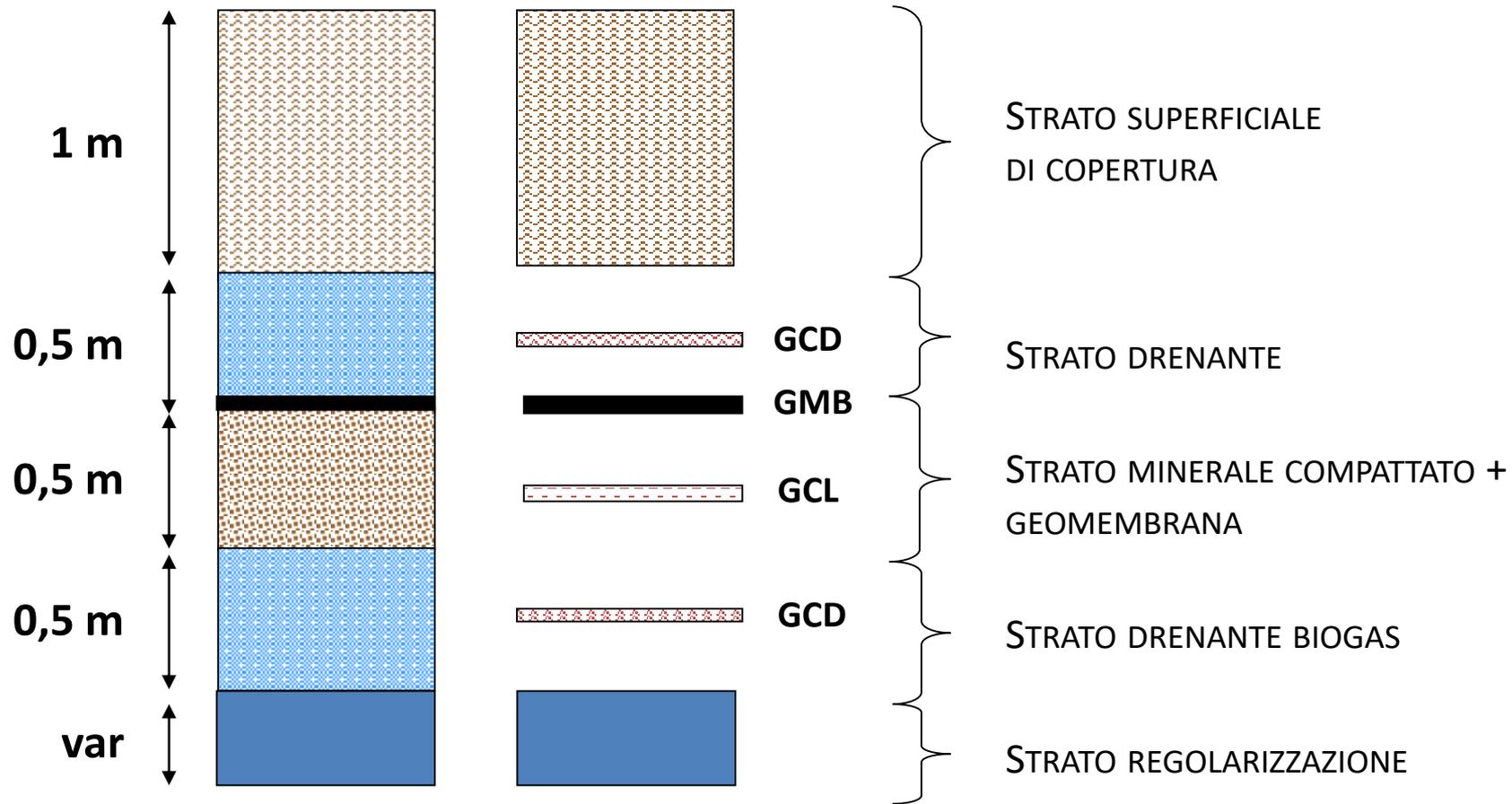
GCD: GEOCOMPOSITO DRENANTE

GCL: GEOCOMPOSITO BENTONITICO

## COPERTURA PER RIFIUTI NON PERICOLOSI CON GEOSINTETICI



## D. LGS 36/2003 – COPERTURA PER RIFIUTI PERICOLOSI



GCD: GEOCOMPOSITO DRENANTE

GMB: GEOMEMBRANA SINTETICA IN HDPE

GCL: GEOCOMPOSITO BENTONITICO

## COPERTURA PER RIFIUTI PERICOLOSI CON GEOSINTETICI

- SOLUZIONE TECNICA CHE RISOLVE MOLTO MEGLIO LA QUESTIONE RELATIVA ALLA STABILITÀ DELLE SPONDE (MEZZO METRO DI ARGILLA SU UNA SPONDA A 25°?)
- RISPARMIO NOTEVOLE NEGLI SPESSORI DEGLI STRATI CHE SI TRADUCE IN UN MAGGIORE VOLUME DI STOCCAGGIO
- MIGLIORE LOGISTICA DI CANTIERE E MIGLIORE IMPATTO AMBIENTALE PER VIA DELLA RIDUZIONE DRASTICA DEL NUMERO DI CAMION PER IL TRASPORTO MATERIALI
- AMPIA GAMMA DI MATERIALI GEOSINTETICI TRA CUI SCEGLIERE, AL FINE DI POTER OTTIMIZZARE COSTI E PRESTAZIONI

**COPERTURA CON GEOSINTETICI - I VANTAGGI PIU' EVIDENTI**

- SOLUZIONE TECNICA CHE RISOLVE MOLTO MEGLIO LA QUESTIONE RELATIVA ALLA STABILITÀ DELLE SPONDE (MEZZO METRO DI ARGILLA SU UNA SPONDA A 25°?)
- RISPARMIO NOTEVOLE NEGLI SPESSORI DEGLI STRATI CHE SI TRADUCE IN UN MAGGIORE VOLUME DI STOCCAGGIO
- MIGLIORE LOGISTICA DI CANTIERE E MIGLIORE IMPATTO AMBIENTALE PER VIA DELLA RIDUZIONE DRASTICA DEL NUMERO DI CAMION PER IL TRASPORTO MATERIALI
- AMPIA GAMMA DI MATERIALI GEOSINTETICI TRA CUI SCEGLIERE, AL FINE DI POTER OTTIMIZZARE COSTI E PRESTAZIONI

**COPERTURA CON GEOSINTETICI - I VANTAGGI PIU' EVIDENTI**

- SOLUZIONE TECNICA CHE RISOLVE MOLTO MEGLIO LA QUESTIONE RELATIVA ALLA STABILITÀ DELLE SPONDE (MEZZO METRO DI ARGILLA SU UNA SPONDA A 25°?)
- **RISPARMIO NOTEVOLE NEGLI SPESSORI DEGLI STRATI CHE SI TRADUCE IN UN MAGGIORE VOLUME DI STOCCAGGIO**
- MIGLIORE LOGISTICA DI CANTIERE E MIGLIORE IMPATTO AMBIENTALE PER VIA DELLA RIDUZIONE DRASTICA DEL NUMERO DI CAMION PER IL TRASPORTO MATERIALI
- AMPIA GAMMA DI MATERIALI GEOSINTETICI TRA CUI SCEGLIERE, AL FINE DI POTER OTTIMIZZARE COSTI E PRESTAZIONI

**COPERTURA CON GEOSINTETICI - I VANTAGGI PIU' EVIDENTI**

- SOLUZIONE TECNICA CHE RISOLVE MOLTO MEGLIO LA QUESTIONE RELATIVA ALLA STABILITÀ DELLE SPONDE (MEZZO METRO DI ARGILLA SU UNA SPONDA A 25°?)
- RISPARMIO NOTEVOLE NEGLI SPESSORI DEGLI STRATI CHE SI TRADUCE IN UN MAGGIORE VOLUME DI STOCCAGGIO
- **MIGLIORE LOGISTICA DI CANTIERE E MIGLIORE IMPATTO AMBIENTALE PER VIA DELLA RIDUZIONE DRASTICA DEL NUMERO DI CAMION PER IL TRASPORTO MATERIALI**
- AMPIA GAMMA DI MATERIALI GEOSINTETICI TRA CUI SCEGLIERE, AL FINE DI POTER OTTIMIZZARE COSTI E PRESTAZIONI

**COPERTURA CON GEOSINTETICI - I VANTAGGI PIU' EVIDENTI**

- SOLUZIONE TECNICA CHE RISOLVE MOLTO MEGLIO LA QUESTIONE RELATIVA ALLA STABILITÀ DELLE SPONDE (MEZZO METRO DI ARGILLA SU UNA SPONDA A 25°?)
- RISPARMIO NOTEVOLE NEGLI SPESSORI DEGLI STRATI CHE SI TRADUCE IN UN MAGGIORE VOLUME DI STOCCAGGIO
- MIGLIORE LOGISTICA DI CANTIERE E MIGLIORE IMPATTO AMBIENTALE PER VIA DELLA RIDUZIONE DRASTICA DEL NUMERO DI CAMION PER IL TRASPORTO MATERIALI
- **AMPIA GAMMA DI MATERIALI GEOSINTETICI TRA CUI SCEGLIERE, AL FINE DI POTER OTTIMIZZARE COSTI E PRESTAZIONI**

**COPERTURA CON GEOSINTETICI - I VANTAGGI PIU' EVIDENTI**



---

COPERTURA CON GEOSINTETICI - I GEOCOMPOSITI DRENANTI

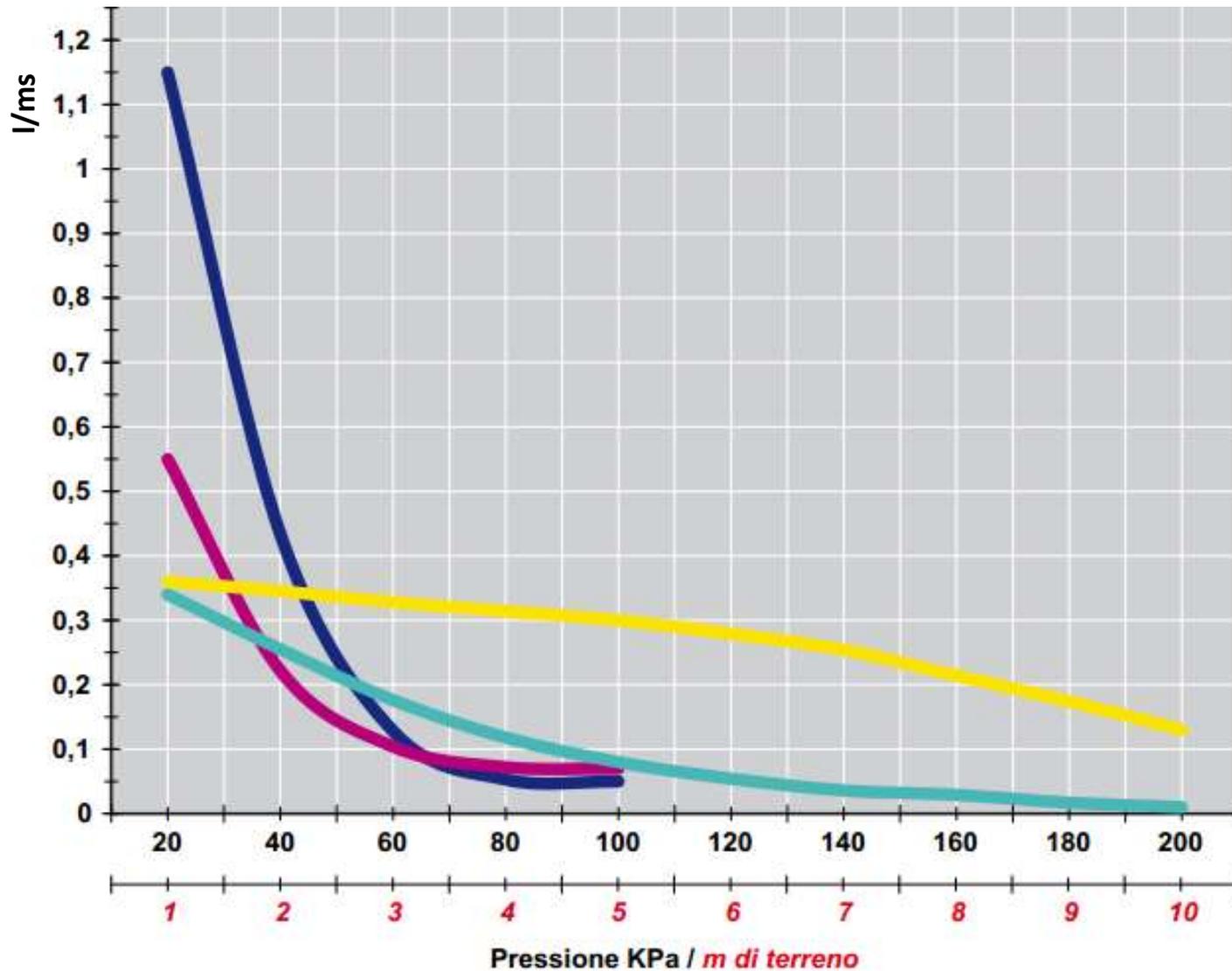
# 1. QUANTA ACQUA DEVO DRENARE?

$$Q_{progetto} = q_{progetto} * L = q_{pioggia} * \cos(\alpha) * \lambda * L \quad [m^3/s \text{ m}]$$



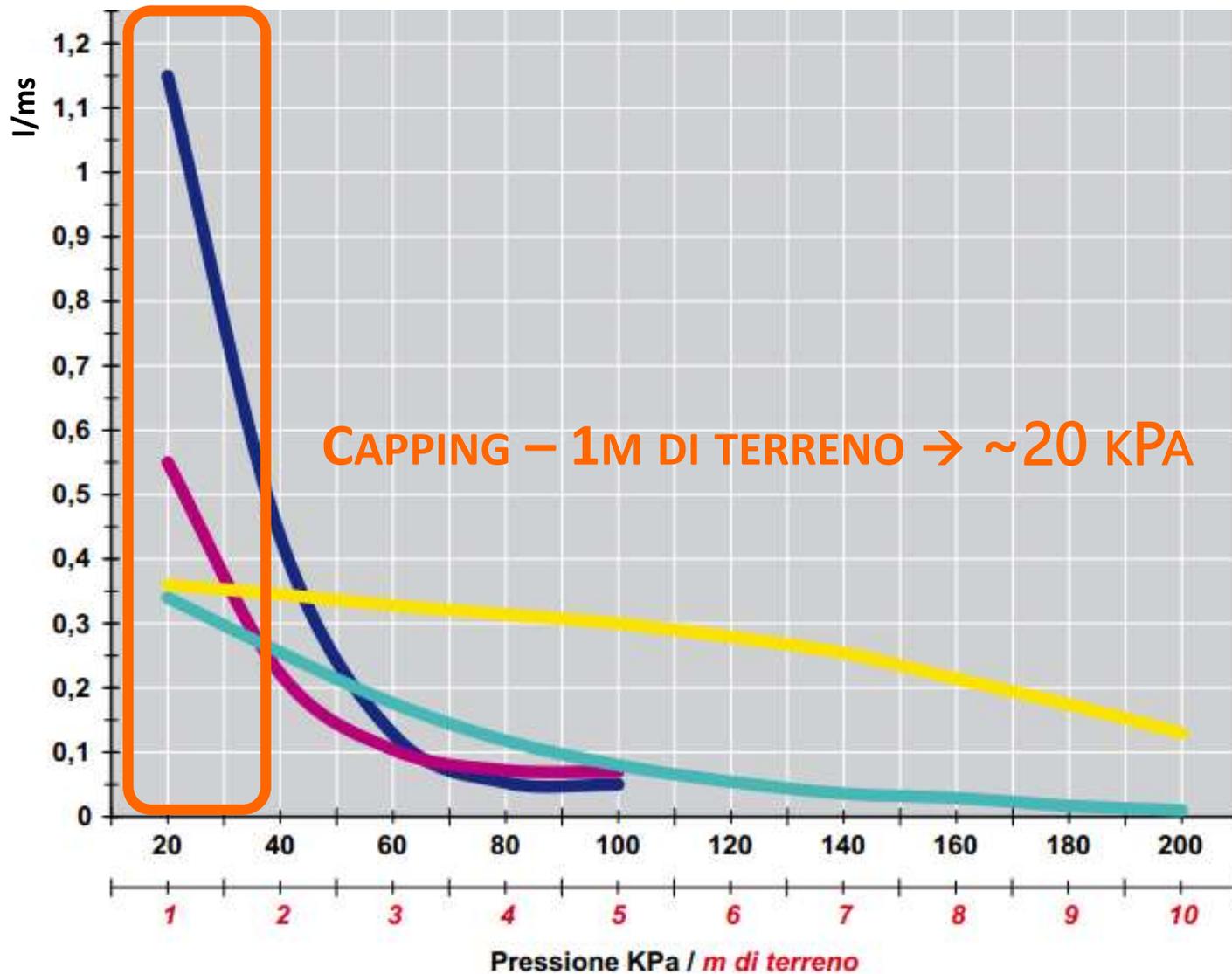
GEOCOMPOSITI DRENANTI - I CRITERI DI PROGETTO

## 2. QUALE CARICO AGISCE SUL GEODRENO?



GEOCOMPOSITI DRENANTI - I CRITERI DI PROGETTO

## 2. QUALE CARICO AGISCE SUL GEODRENO?



GEOCOMPOSITI DRENANTI - I CRITERI DI PROGETTO

### 3. HO CONDIZIONI CHIMICHE PARTICOLARI?

	POLIETILENE AD ALTA DENSITA' (HDPE)	POLIPROPILENE (PP)	POLIESTERE (PET)	POLIAMMIDE (PA)
Densita' (Kg/mc)	950	910	1380	1140
Tasso di ripresa d'umidita' (%)	< 0,05	< 0,05	0,4	6,5
Temperatura di fusione (°C)	125	165	250	250
Temperatura di rammollimento (°C)	110	140	220 - 240	230
Tenacita' (N/Tex)	0,4 - 0,6	0,4 - 0,65	0,4 - 0,8	0,4 - 0,8



Resistenza a:				
- Acidi - Basi	Eccellente Eccellente	Eccellente Eccellente	Buona Sufficiente	Sufficiente Buona
- Basi	Eccellente	Eccellente	Sufficiente	Buona
- Solventi clorurati ed aromatici	Sufficiente	Sufficiente	Buona	Buona
- Agenti ossidanti	Scarsa	Buona	Buona	Sufficiente
- Raggi UV	Scarsa	Scarsa	Sufficiente	Sufficiente
- Funghi	Eccellente	Buona	Sufficiente	Buona
- Insetti	Eccellente	Sufficiente	Sufficiente	Sufficiente
- Vermi	Eccellente	Sufficiente	Sufficiente	Sufficiente
- Riscaldamento secco	Sufficiente	Sufficiente	Buona	Sufficiente
- Riscaldamento umido	Sufficiente	Sufficiente	Sufficiente	Buona
- Abrasione	Buona	Buona	Eccellente	Eccellente

GEOCOMPOSITI DRENANTI - I CRITERI DI PROGETTO

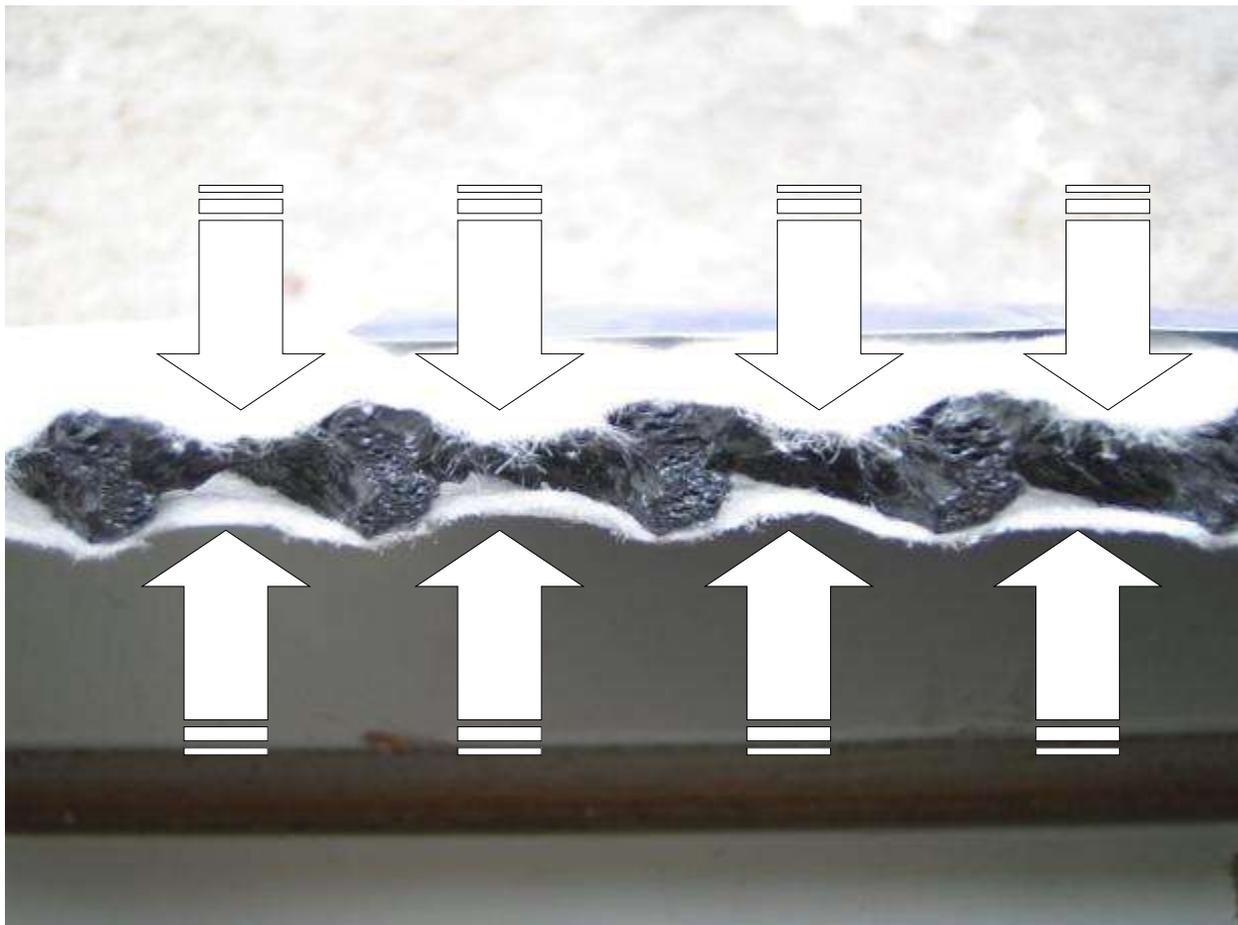
$$q_{amm} = q_{nom} \left[ \frac{1}{FS_1 * FS_2 * FS_3 * FS_4} \right]$$

Dove:

- $q_{nom}$  = portata specifica nominale del GCD calcolata secondo EN ISO 12958 (l/sm);
- $q_{amm}$  = portata specifica ammissibile del GCD;
- FS1 = fattore di danneggiamento che tiene in considerazione il fenomeno dell'intrusione del geotessile all'interno dell'anima drenante;
- FS2 = fattore di danneggiamento che tiene in considerazione il fenomeno del creep dei materiali polimerici;
- FS3 = fattore di danneggiamento che tiene in considerazione il fenomeno del "clogging" di natura chimica;
- FS4 = fattore di danneggiamento che tiene in considerazione il fenomeno del "clogging" di natura biologica;

**GEOCOMPOSITI DRENANTI - I CRITERI DI PROGETTO**

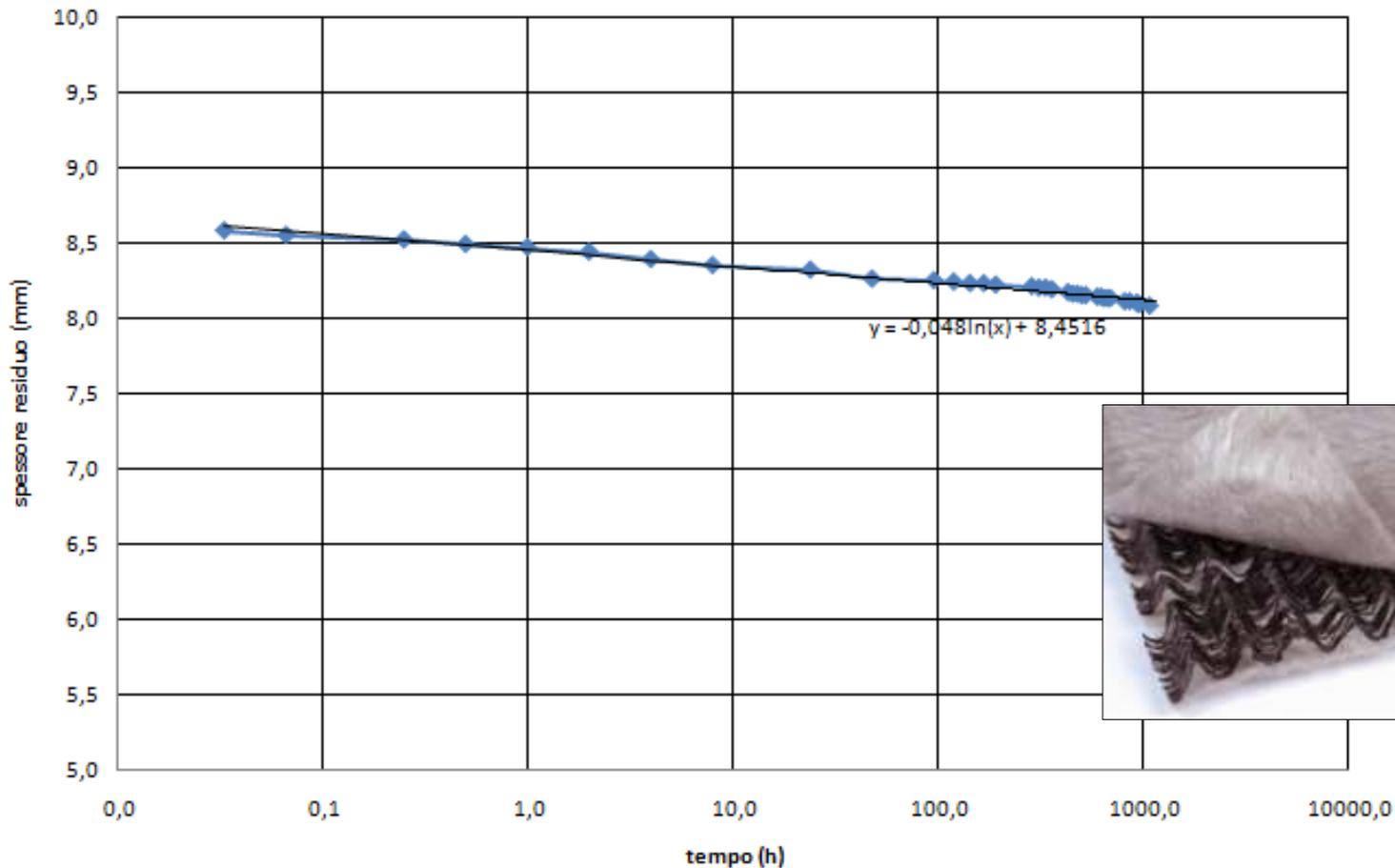
FS1 = FATTORE DI DANNEGGIAMENTO CHE TIENE IN CONSIDERAZIONE IL FENOMENO DELL'INTRUSIONE DEL GEOTESSILE ALL'INTERNO DELL'ANIMA DRENANTE



GEOCOMPOSITI DRENANTI - I CRITERI DI PROGETTO

FS2 = FATTORE DI DANNEGGIAMENTO CHE TIENE IN CONSIDERAZIONE IL FENOMENO DEL CREEP DEI MATERIALI POLIMERICI

Creep 200kPa



GEOCOMPOSITI DRENANTI - I CRITERI DI PROGETTO

**CARATTERISTICHE IDRAULICHE NOMINALI**

toll

Capacità drenante nel piano MD (*)	EN ISO 12958 ASTM D4716	l/(m·s)			+/-20%
<i>Gradiente idraulico</i>	<i>Contatto</i>	<i>i = 0,04</i>	<i>i = 0,10</i>	<i>i = 1</i>	
Carico 20 kPa	M/R	0,70	1,10	3,30	
" 50 kPa	M/R	0,13	0,22	0,82	
" 100 kPa	M/R	0,03	0,07	0,27	

**CARATTERISTICHE IDRAULICHE AMMISSIBILI NEL TEMPO**

toll

Capacità drenante nel piano MD (\*) - carico 20 kPa / i = 0,04

+/-20%

<i>Vita utile di progetto (tempo = anni)</i>	$RF_{cr}$	$RF_{cc}$	$RF_{bc}$	$RF_{tot}$	<i>Capacità drenante ammissibile</i>	
					$m^2/s$	$l/sm$
1	1,86	1	1,2	2,232	3,40E-04	0,34
10	2,33	1	1,2	2,796	2,70E-04	0,27
20	2,52	1	1,2	3,024	2,50E-04	0,25
30	2,62	1	1,2	3,144	2,40E-04	0,24
40	2,68	1	1,2	3,216	2,30E-04	0,23
50	2,73	1	1,2	3,276	2,30E-04	0,23

M/M: Contatto Morbido/Morbido - M/R: Contatto Morbido/Rigido - R/R: Contatto Rigido/Rigido

(\*): MD: DIREZIONE LONGITUDINALE

# GECOMPOSITI DRENANTI - I CRITERI DI PROGETTO

# MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI

DECRETO 17 gennaio 2018.

## **Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni».**

### **6.11.1.4 VERIFICHE DI SICUREZZA**

La stabilità del manufatto e dei terreni di fondazione deve essere valutata mediante specifiche analisi geotecniche, riferite alle diverse fasi della vita dell'opera. In particolare deve essere verificata la stabilità e la deformabilità del fondo, per garantire nel tempo l'efficacia e la funzionalità del sistema di raccolta del percolato, la stabilità globale e la stabilità delle pareti laterali.

In particolare, nel caso di barriere composite, devono essere valutate le condizioni di stabilità lungo superfici di scorrimento che comprendano anche le interfacce tra i diversi materiali utilizzati.

**GEOCOMPOSITI DRENANTI - I CRITERI DI PROGETTO**

### GEOSYNTHETIC - SOIL INTEREACE

Geomembrane (HDPE) - Sand	$\phi = 15^\circ$ to $28^\circ$
Geomembrane (HDPE) - Clay	$\phi = 5^\circ$ to $29^\circ$
Geotextile - Sand	$\phi = 22^\circ$ to $44^\circ$
Geosynthetic clay liner - Sand	$\phi = 20^\circ$ to $25^\circ$
Geosynthetic clay liner - Clay	$\phi = 14^\circ$ to $16^\circ$
Textured HDPE - Compacted clay	$\phi = 7^\circ$ to $35^\circ$ $c' = 20$ to $30$ kPa
Textured HDPE - Pea gravel	$\phi = 20^\circ$ to $25^\circ$
Textured HDPE - Sand	$\phi = 30^\circ$ to $45^\circ$
Geotextile - Clay	$\phi = 15^\circ$ to $33^\circ$

### GEOSYNTHETIC - GEOSYNTHETIC INTERFACE

Geonet - Geomembrane (HDPE)	$\phi = 6^\circ$ to $10^\circ$
Geomembrane (HDPE) - Geotextile	$\phi = 8^\circ$ to $18^\circ$
Geotextile - Geonet	$\phi = 10^\circ$ to $27^\circ$
Geosynthetic clay liner - Textured HDPE	$\phi = 15^\circ$ to $25^\circ$
Geosynthetic clay liner - Geomembrane (HDPE)	$\phi = 8^\circ$ to $16^\circ$
Geosynthetic clay liner - Geosynthetic clay liner	$\phi = 8^\circ$ to $25^\circ$ $c' = 8$ to $30$ kPa
Textured HDPE - Geonet	$\phi = 10^\circ$ to $25^\circ$
Textured HDPE - Geotextile	$\phi = 14^\circ$ to $52^\circ$

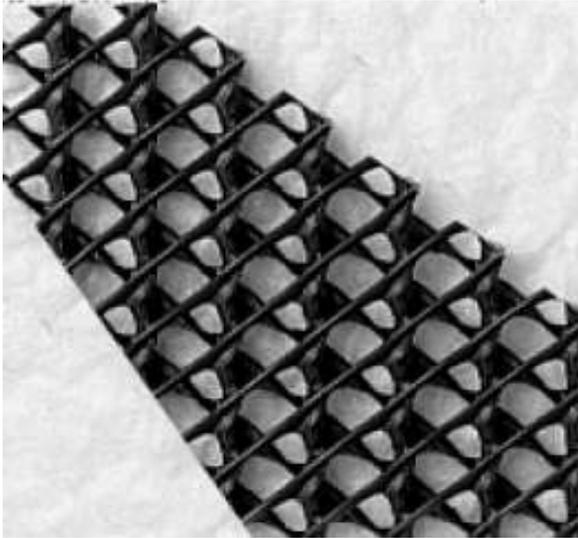
GEOCOMPOSITI DRENANTI - I CRITERI DI PROGETTO

## GEOSYNTHETIC - SOIL INTERFACE

Geomembrane (HDPE) - Sand	$\phi = 15^\circ$ to $28^\circ$
Geomembrane (HDPE) - Clay	$\phi = 5^\circ$ to $29^\circ$
Geotextile - Sand	$\phi = 22^\circ$ to $44^\circ$
Geosynthetic clay liner - Sand	$\phi = 20^\circ$ to $25^\circ$
Geosynthetic clay liner - Clay	$\phi = 14^\circ$ to $16^\circ$
Textured HDPE - Compaction	$\phi = 7^\circ$ to $35^\circ$ $c' = 20$ to $30$ kPa
Textured HDPE - Pea gravel	$\phi = 20^\circ$ to $25^\circ$
Textured HDPE - Sand	$\phi = 30^\circ$ to $45^\circ$
Geotextile - Clay	$\phi = 15^\circ$ to $33^\circ$
<b>REFACE:</b>	
Geomembrane - Geomembrane	$\phi = 6^\circ$ to $10^\circ$
Geomembrane - Geotextile	$\phi = 8^\circ$ to $18^\circ$
Geotextile - Geotextile	$\phi = 10^\circ$ to $27^\circ$
Geosynthetic clay liner - Geomembrane (HDPE)	$\phi = 15^\circ$ to $25^\circ$
Geosynthetic clay liner - Geosynthetic clay liner	$\phi = 8^\circ$ to $16^\circ$ $c' = 8$ to $30$ kPa
Textured HDPE - Geonet	$\phi = 8^\circ$ to $25^\circ$
Textured HDPE - Geotextile	$\phi = 10^\circ$ to $25^\circ$
Textured HDPE - Geomembrane	$\phi = 14^\circ$ to $52^\circ$



GEOCOMPOSITI DRENANTI - I CRITERI DI PROGETTO



**CON GEORETI**

**NUCLEO IN HDPE, MA TESSUTI IN PP**



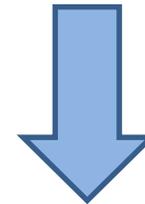
**GEOCOMPOSITI DRENANTI - TIPOLOGIE**



**CON MONOFILI**

SPESSORI DA

20 - 15 - 10 - 8 - 5 - 3 MM



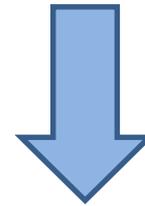
DIVERSE CAPACITÀ DRENANTI E  
DIVERSO COMPORTAMENTO SOTTO CARICO

**GEOCOMPOSITI DRENANTI - TIPOLOGIE**



**CON MEMBRANE BUGNATE**

SPESSORI DA  
20 - 10 – 8 MM



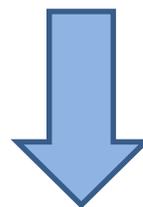
DIVERSE CAPACITÀ DRENANTI E  
DIVERSO COMPORTAMENTO SOTTO CARICO +  
**PROTEZIONE MECCANICA DELLA IMPERMEABILIZZAZIONE**

**GEOCOMPOSITI DRENANTI - TIPOLOGIE**



**“MICROBUGNATO”**

SPESSORE 5 MM



**OTTIMO COMPORTAMENTO SOTTO CARICO (> 600 kPa) +  
PROTEZIONE MECCANICA DELLA IMPERMEABILIZZAZIONE**

**GEOCOMPOSITI DRENANTI - TIPOLOGIE**



**GEOTESSILE + TESSUTO NON TESSUTO  
CON INTERPOSTA BENTONITE SODICA  
(MONTMORILLONITE)**



**CONDUTTIVITÀ IDRAULICA  
<1x10<sup>-11</sup> M/S**

**GEOCOMPOSITI BENTONITICI**



LA MONTMORILLONITE A CONTATTO CON  
ACQUA SI ESPANDE FINO A **16** VOLTE IL  
PROPRIO VOLUME INIZIALE

GEOCOMPOSITI BENTONITICI



**UN GEOCOMPOSITO BENTONITICO E’  
“AUTORIPARANTE”**

**GEOCOMPOSITI BENTONITICI**



**UN GEOCOMPOSITO BENTONITICO NON  
PROTETTO E LASCIATO SOTTO IL SOLE, PERDERA'  
PARTE DEL CONTENUTO DI ACQUA**

**GEOCOMPOSITI BENTONITICI - STOCCAGGIO**

# MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI

DECRETO 17 gennaio 2018.

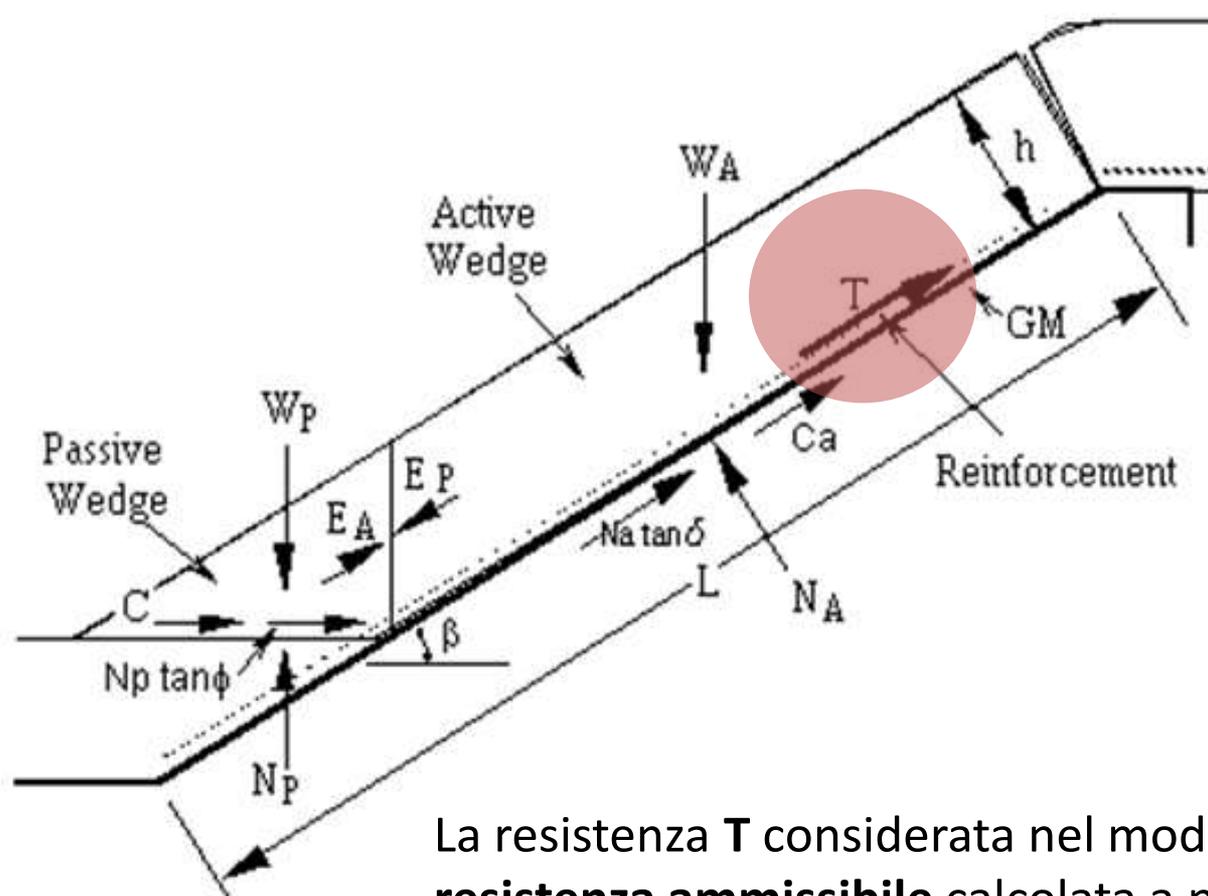
## **Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni».**

### **6.11.1.4 VERIFICHE DI SICUREZZA**

La stabilità del manufatto e dei terreni di fondazione deve essere valutata mediante specifiche analisi geotecniche, riferite alle diverse fasi della vita dell'opera. In particolare deve essere verificata la stabilità e la deformabilità del fondo, per garantire nel tempo l'efficacia e la funzionalità del sistema di raccolta del percolato, la stabilità globale e la stabilità delle pareti laterali.

In particolare, nel caso di barriere composite, devono essere valutate le condizioni di stabilità lungo superfici di scorrimento che comprendano anche le interfacce tra i diversi materiali utilizzati.

**LE SPONDE - I CRITERI DI PROGETTO**



La resistenza  $T$  considerata nel modello di calcolo è la **resistenza ammissibile** calcolata a partire dalla **nominale**, applicando degli opportuni fattori di sicurezza.

$$T_{\text{allow}} = T_{\text{ult}} \left( \frac{1}{F.C._{\text{inst}} \times F.C._{\text{creep}} \times F.C._{\text{ch/bio}}} \right)$$

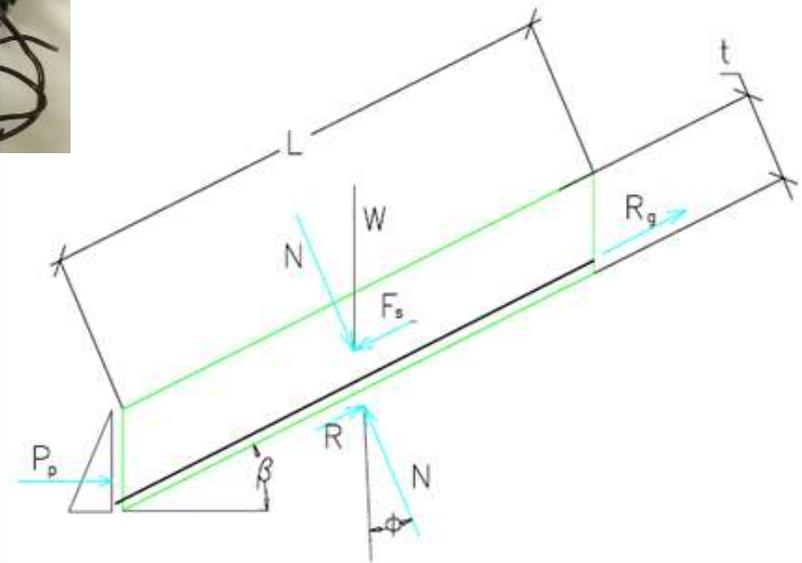
## LE SPONDE - I CRITERI DI PROGETTO



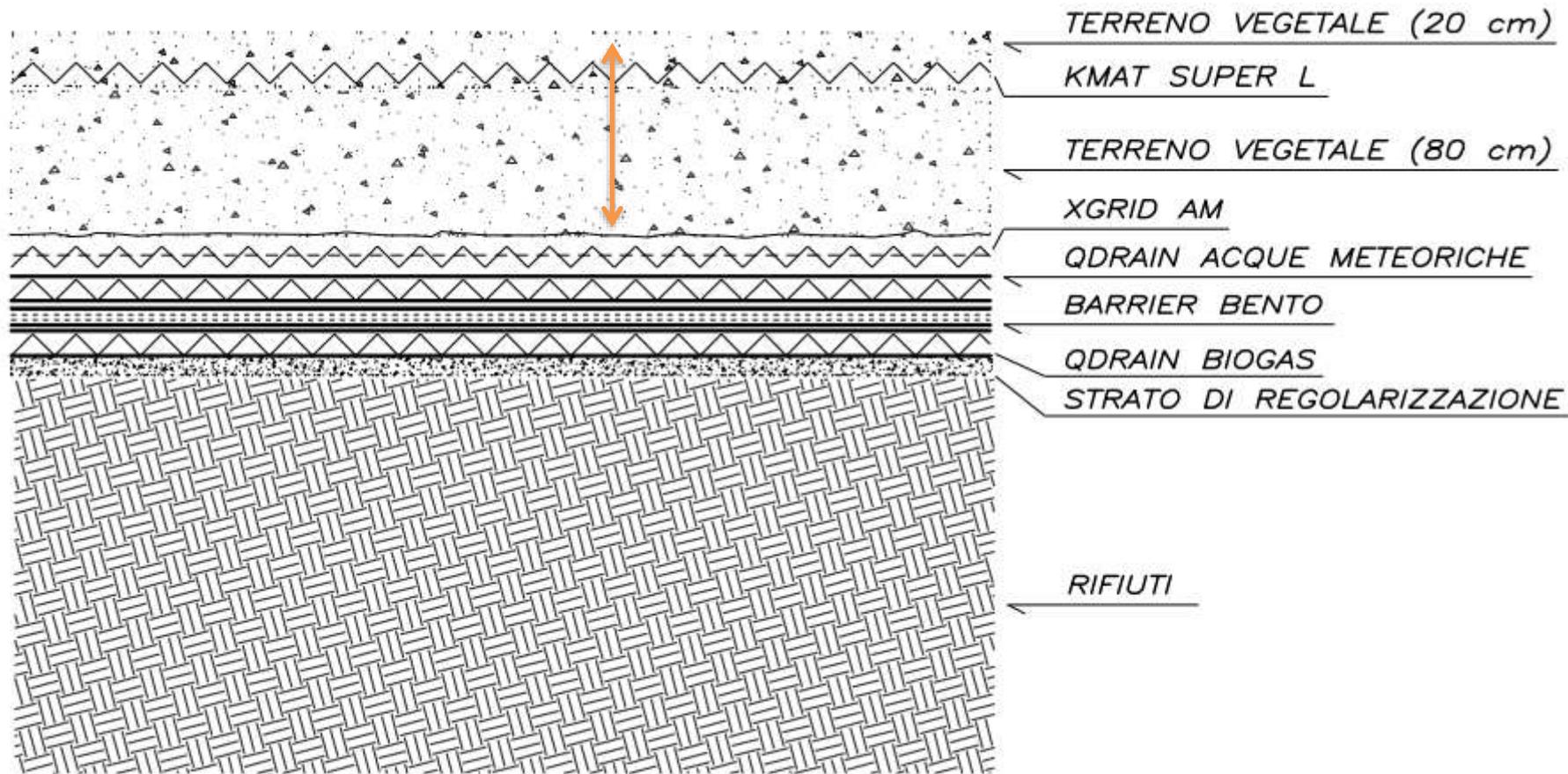
LE SPONDE - I CRITERI DI PROGETTO



**SPESSORI 10 - 20 MM, RESISTENZE  
DA 35 A 300 kN/M (E OLTRE)  
MA.....**



**LE SPONDE - LE GEOSTUOIE RINFORZATE**

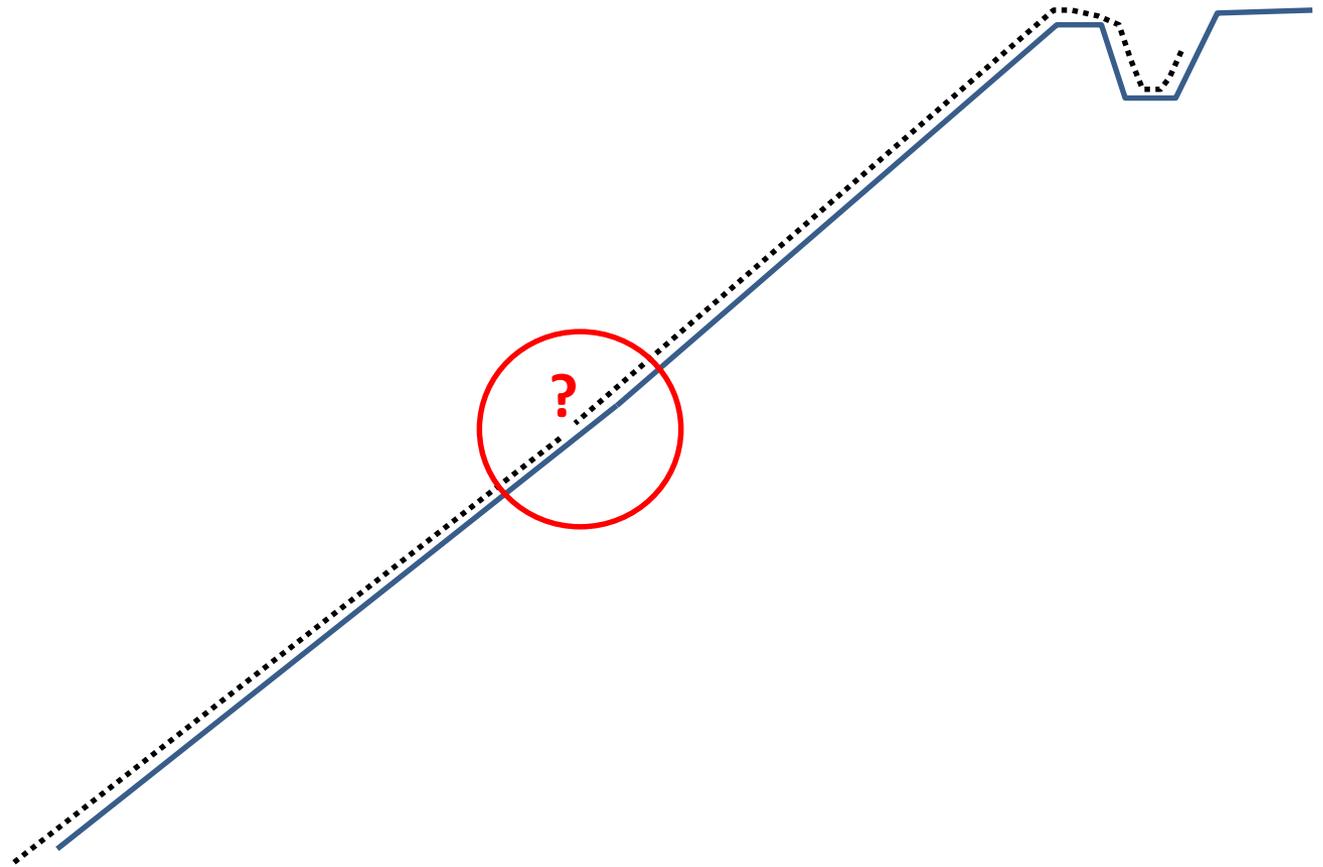


## LE SPONDE - LE GEOSTUOIE RINFORZATE

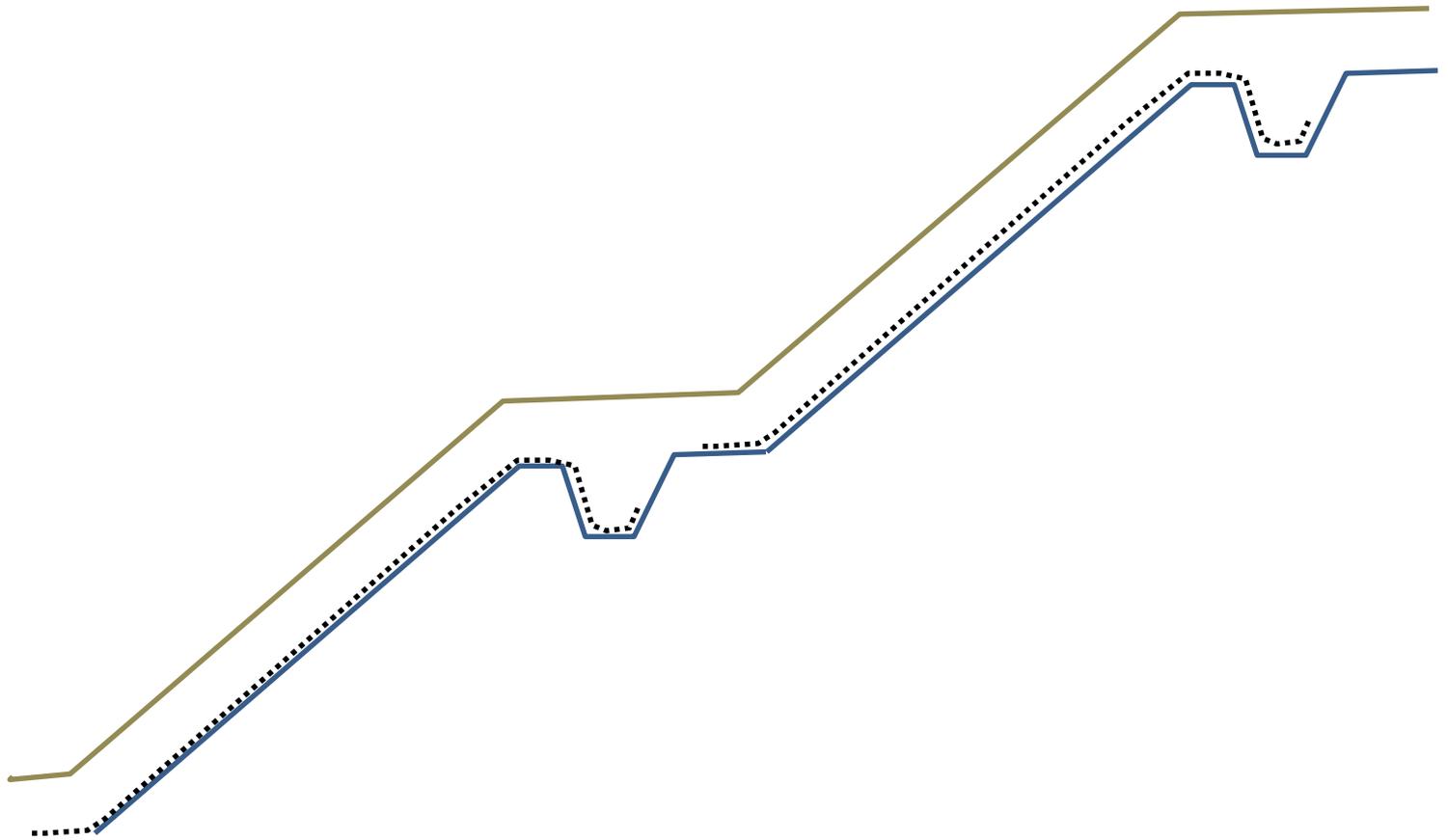


VALUTARE LA LUNGHEZZA DELLE SPONDE PER LA RESISTENZA DEI MATERIALI,  
PER IL LORO ANCORAGGIO, MA, SOPRATTUTTO, PER LA LUNGHEZZA DEI  
ROTOLI (~ 20M) → LE GIUNTE CHE RESISTENZA OFFRONO?

LE SPONDE - LE GEOSTUOIE RINFORZATE



LE SPONDE - LE GEOSTUOIE RINFORZATE



LE SPONDE - LE GEOSTUOIE RINFORZATE



CAPPING DISCARICA DI BENEVENTO



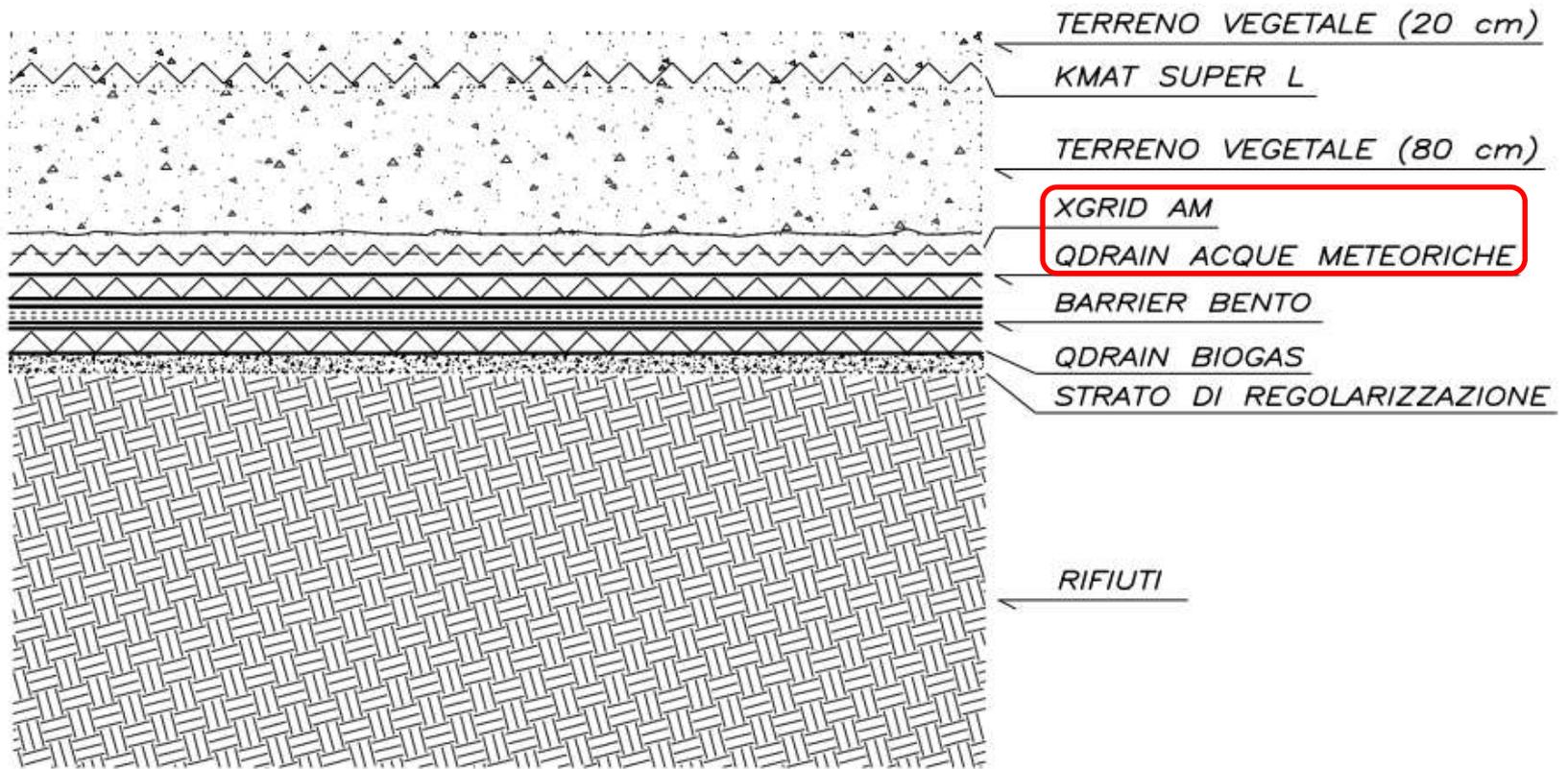
CAPPING DISCARICA RIFIUTI PERICOLOSI - BENEVENTO



CAPPING DISCARICA DI BENEVENTO – BENTONITE LAMINATA



CAPPING DISCARICA DI BENEVENTO - TRICOMPOSITO



UN GEOCOMPOSITO DRENANTE CON UN SOLO TESSUTO NON TESSUTO, ACCOPPIATO  
A UNA STUOIA ANTIEROSIVA RINFORZATA: UN SOLO PRODOTTO → UNA SOLA POSA

CAPPING DISCARICA DI BENEVENTO - TRICOMPOSITO

# Domande?