

Sistemi di drenaggio delle acque di infiltrazione

**GEOCOMPOSITI DRENANTI
TUBI MICROFESSURATI**

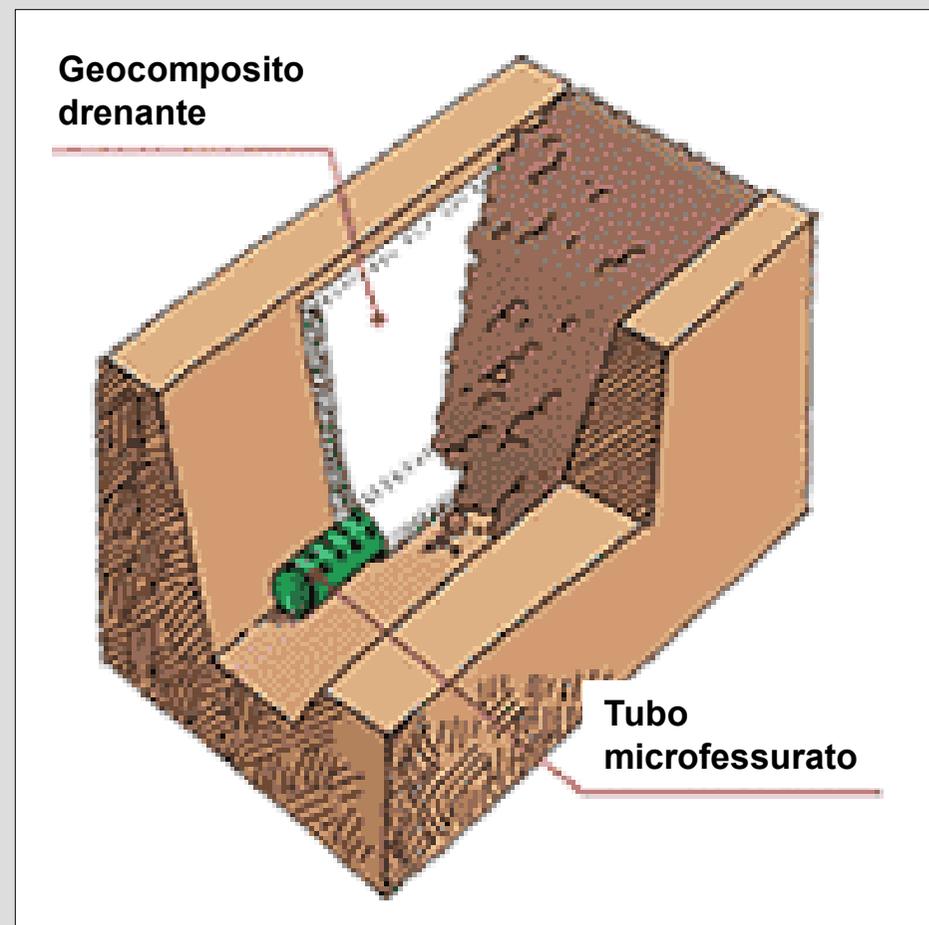
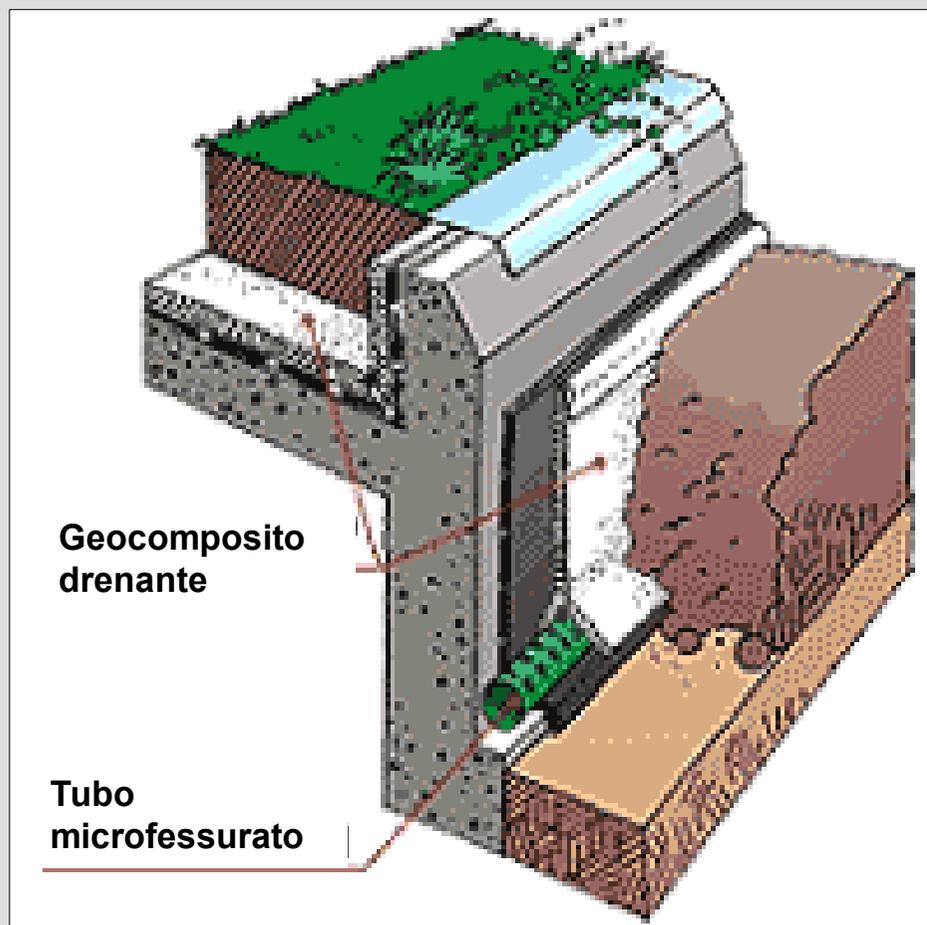
Cosa sono i geocompositi drenanti?

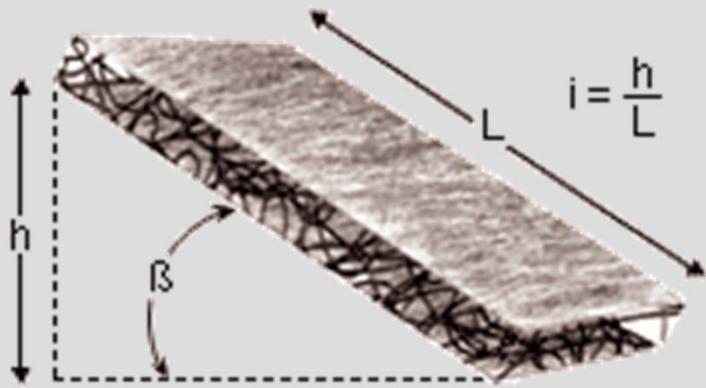
Materiali compositi tridimensionali costituiti da:

- un nucleo drenante ad elevato indice di vuoti
- uno o due geotessili non tessuti filtranti

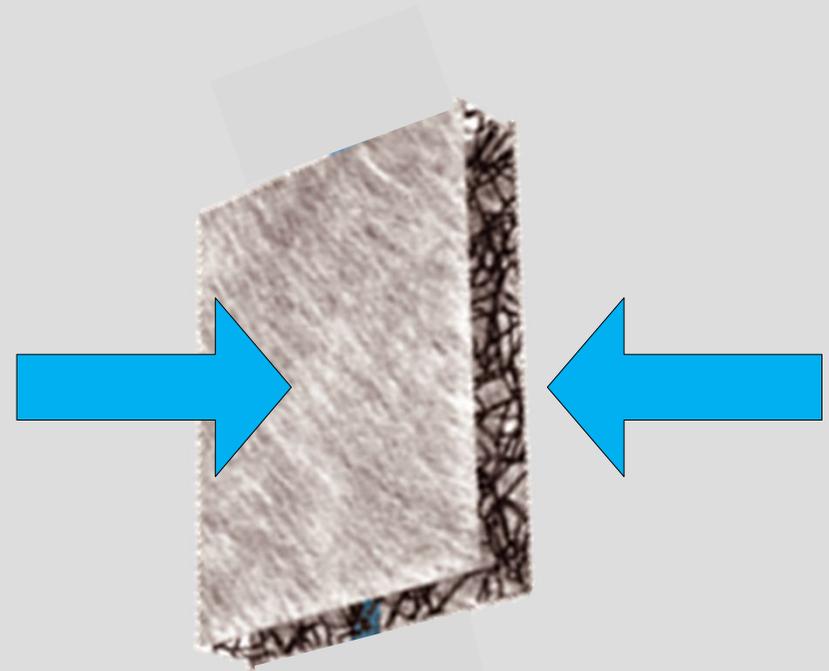
Quale è la loro funzione?

Vengono utilizzati per drenare le acque di infiltrazione meteorica nei terreni

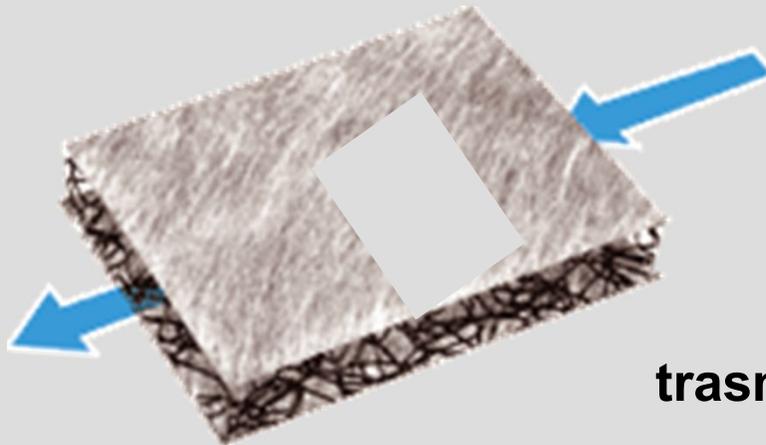




gradiente idraulico i



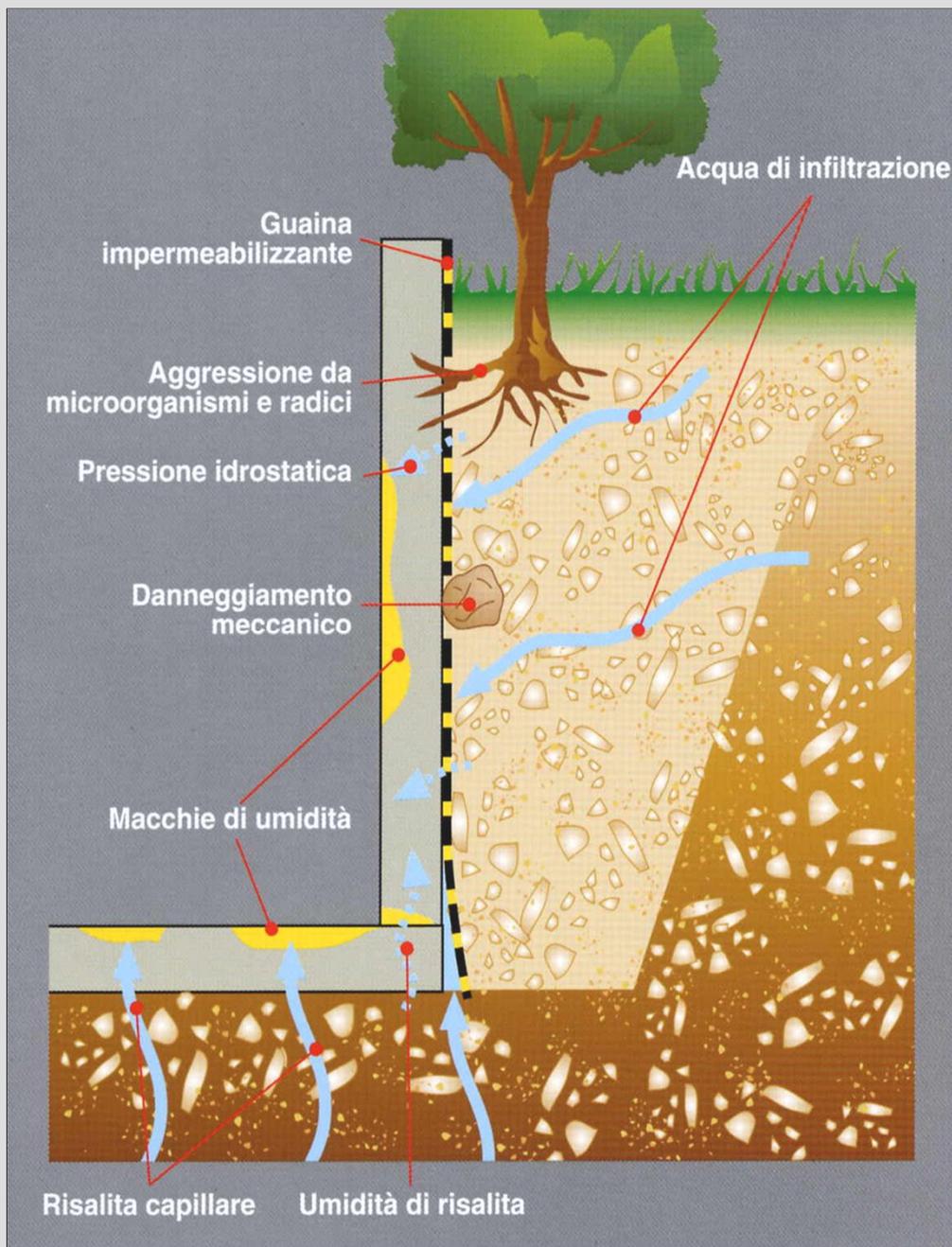
permeabilità

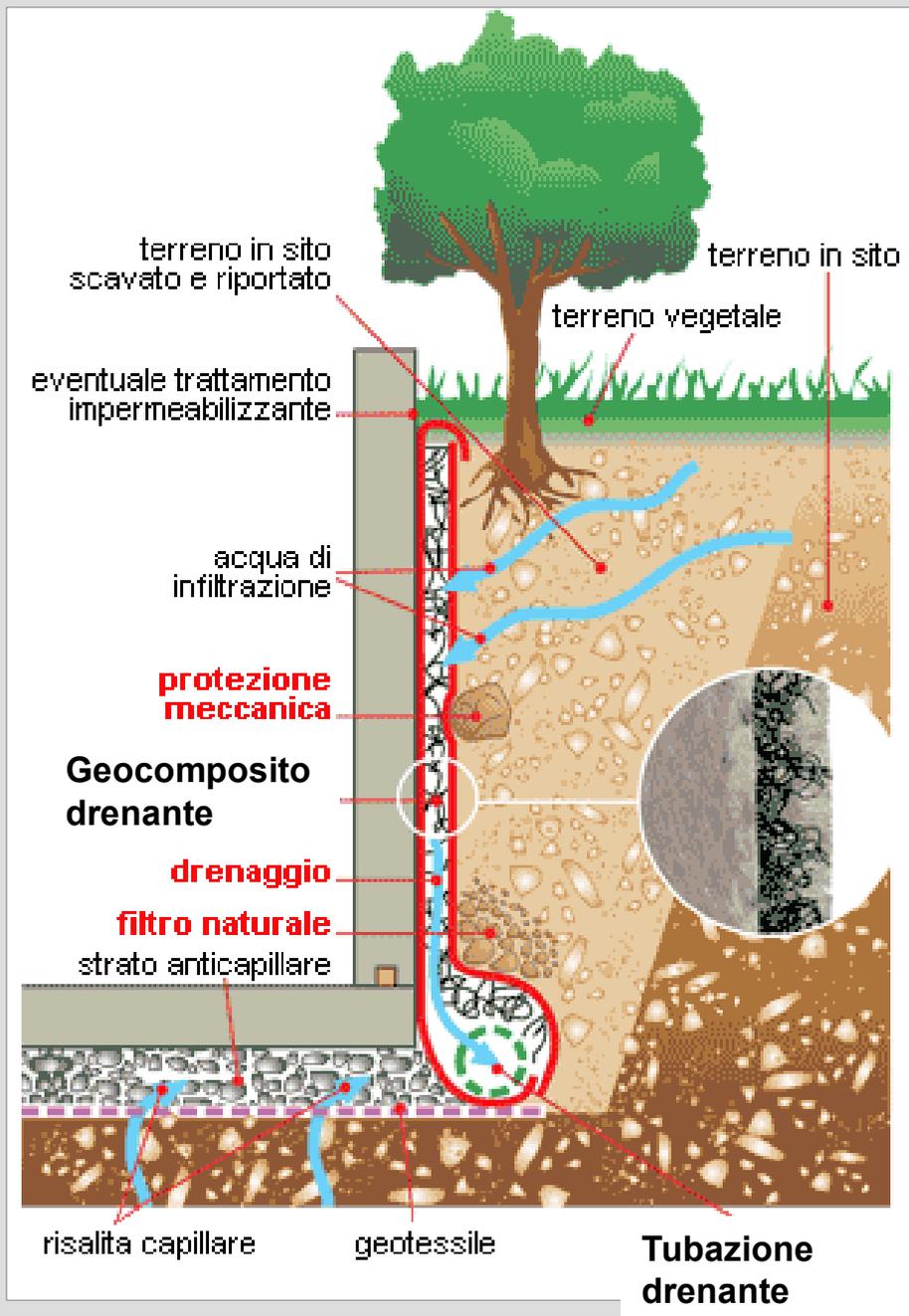


trasmissività o capacità drenate

Un eccesso di acqua nei terreni a ridosso delle strutture è all'origine di:

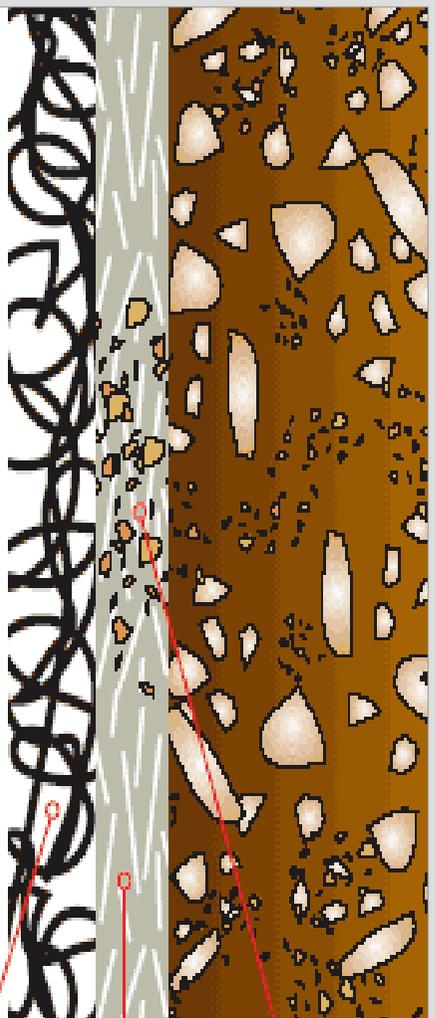
- sovrappressioni idrauliche
- sovraccarichi strutturali ed infiltrazioni attraverso giunti e fessurazioni
- degrado progressivo del calcestruzzo
- umidità e muffe nei locali





→ intercettare ed allontanare l'acqua in eccesso

→ offrire protezione meccanica al sistema di impermeabilizzazione

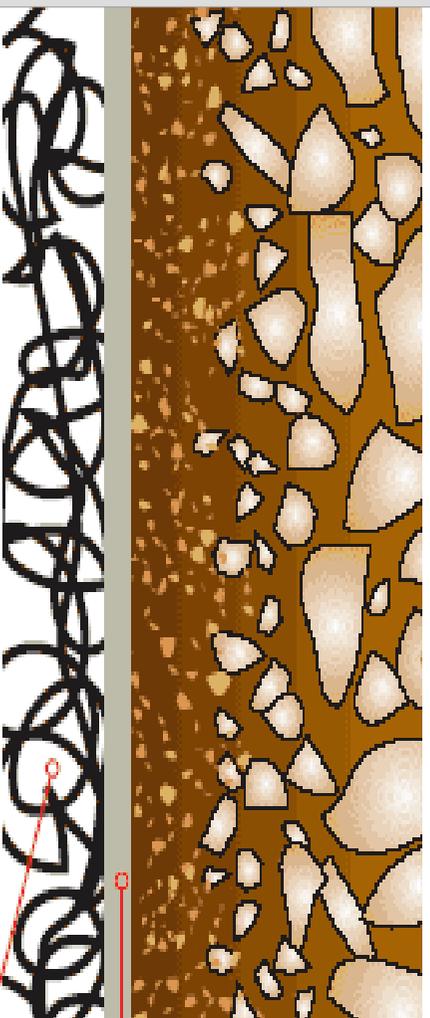


Effetto clogging

Effetto intasamento

Nucleo drenante

Geocomposito drenante



t.n.t. «a basso
intasamento»

Nucleo drenante

Geocomposito drenante

membrana impermeabilizzante

terreno vegetale

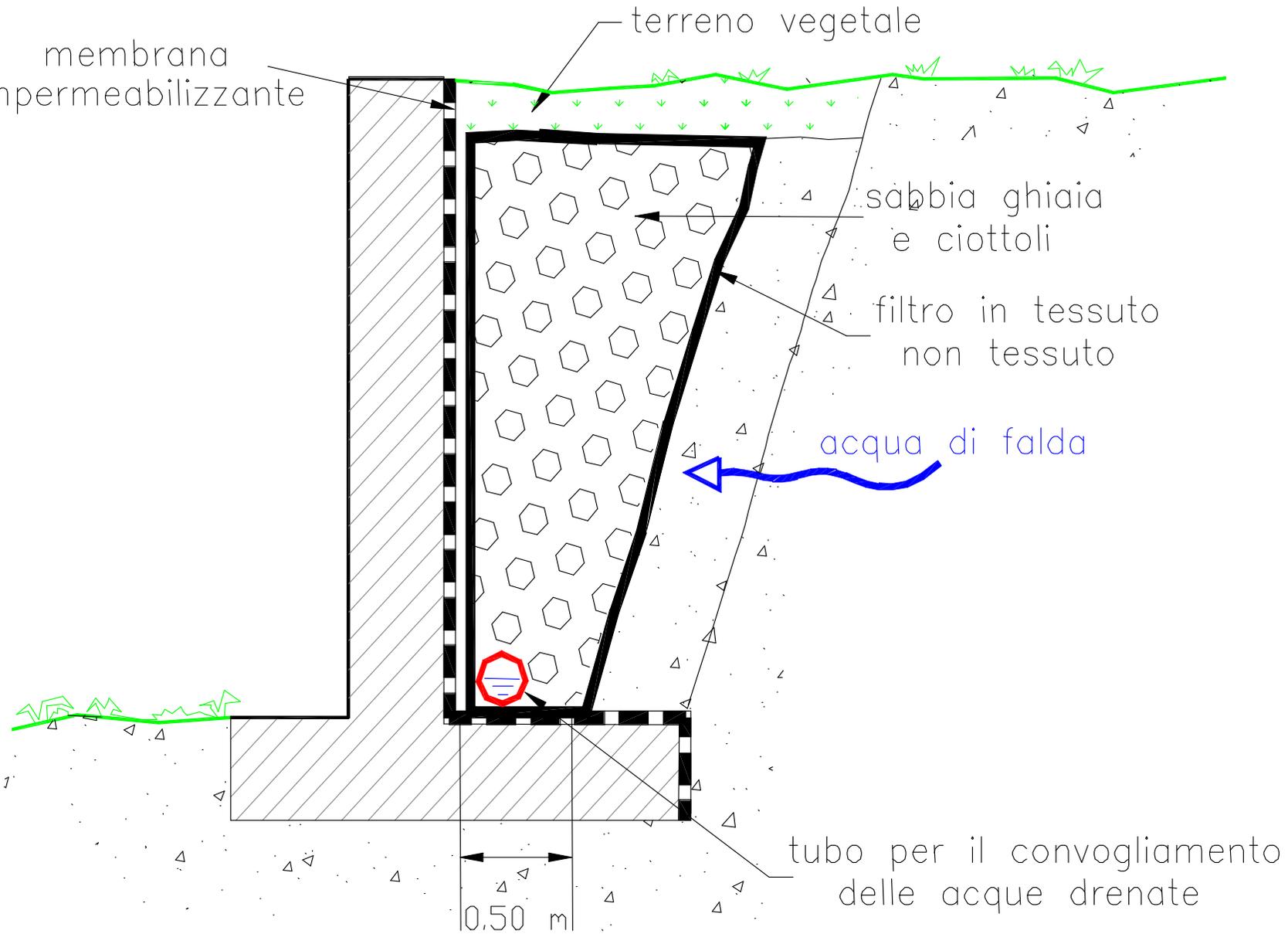
sabbia ghiaia e ciottoli

filtro in tessuto non tessuto

acqua di falda

tubo per il convogliamento delle acque drenate

0,50 m



Drenaggio tradizionale

1. Approvvigionamento e trasporto in cantiere di materiali:
 - drenanti naturali da cave
 - pesanti
 - di non facile reperibilità
 - costosi

2. Rimozione e smaltimento a discarica del terreno di scavo

Fasi di realizzazione drenaggio tradizionale

- esecuzione dello scavo
- posa geotessile non tessuto filtro-separatore
- posa tubo drenante
- riempimento del nucleo della trincea con materiale naturale (es: ghiaia)
- risvolto del geotessile a protezione del nucleo drenante
- chiusura scavo con terreno di risulta/argilla
- trasporto in discarica del materiale di risulta

membrana impermeabilizzante

terreno vegetale

geocomposito drenante

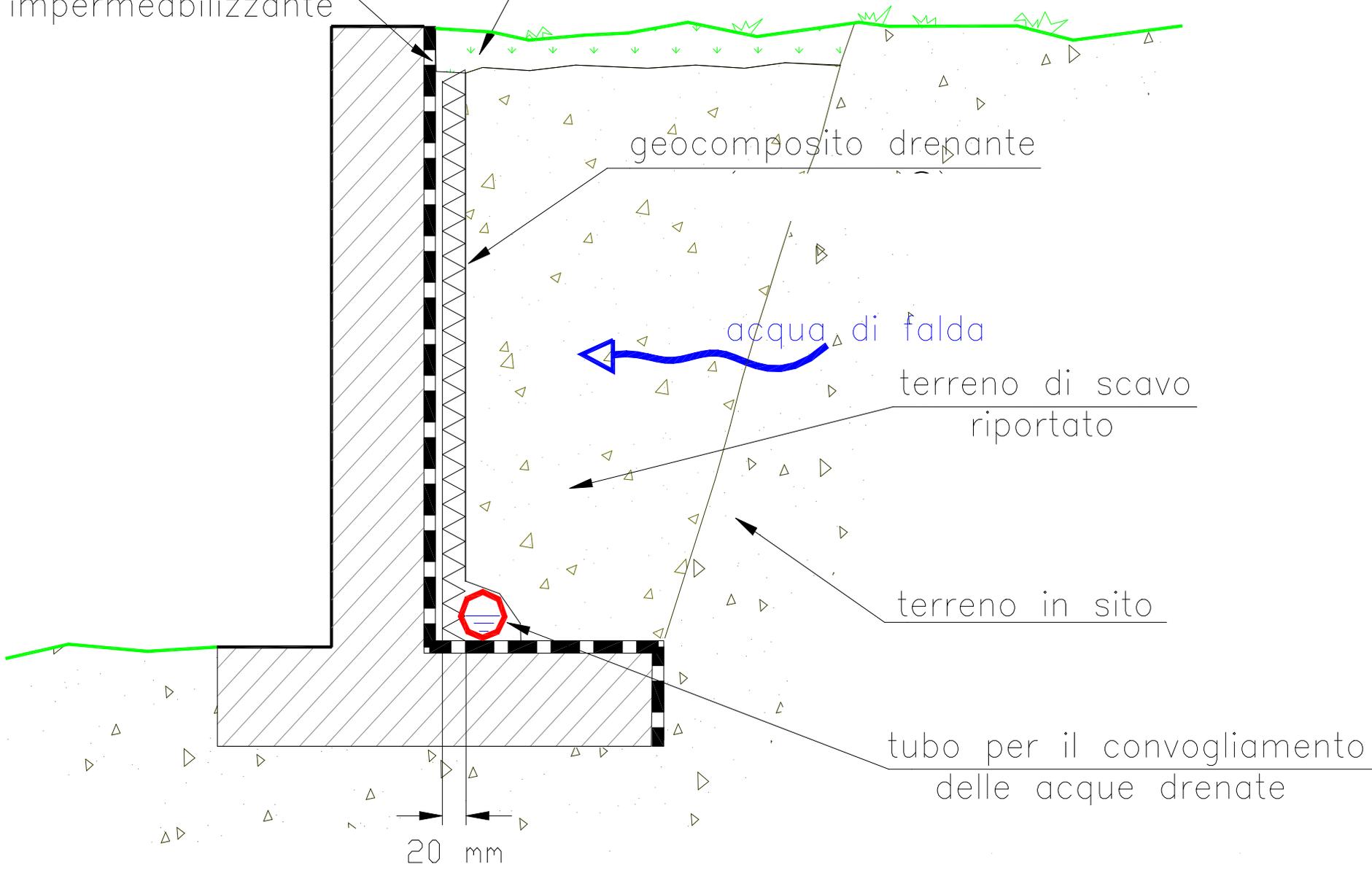
acqua di falda

terreno di scavo
riportato

terreno in sito

tubo per il convogliamento
delle acque drenate

20 mm



Drenaggio con geocompositi drenanti

- utilizzo di materiali più leggeri e facili da trasportare, con conseguente diminuzione dei rischi in cantiere
- riduzione dei volumi di scavo
- riutilizzo come terreno di riporto del terreno di scavo
- protezione del sistema di impermeabilizzazione contro l'eventuale danneggiamento meccanico per punzonamento in fase di posa e di rinterro;
- protezione contro l'intasamento del tubo microfessurato collettore ad opera delle particelle fini del terreno

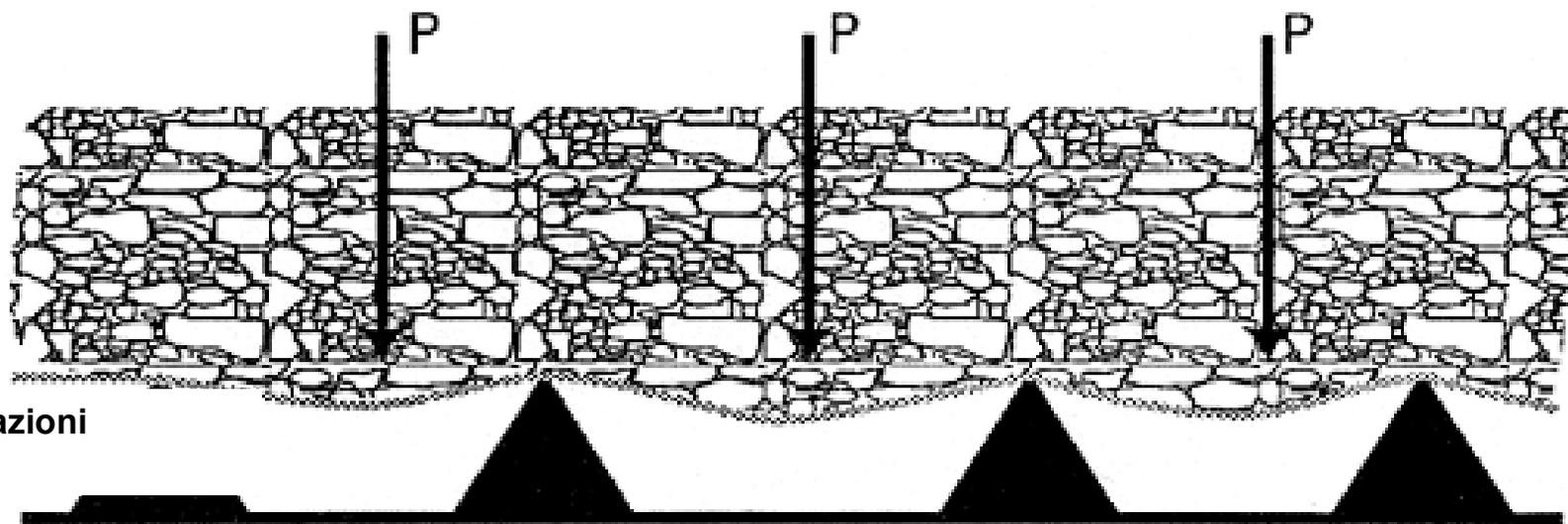
Fasi di realizzazione con geocompositi drenanti

- esecuzione dello scavo con volumi ridotti
- posa geocomposito drenante con tubazione microfessurata già assemblata (per trincee drenanti possibilità di posare il sistema da fuori scavo)
- riempimento scavo con materiale di risulta

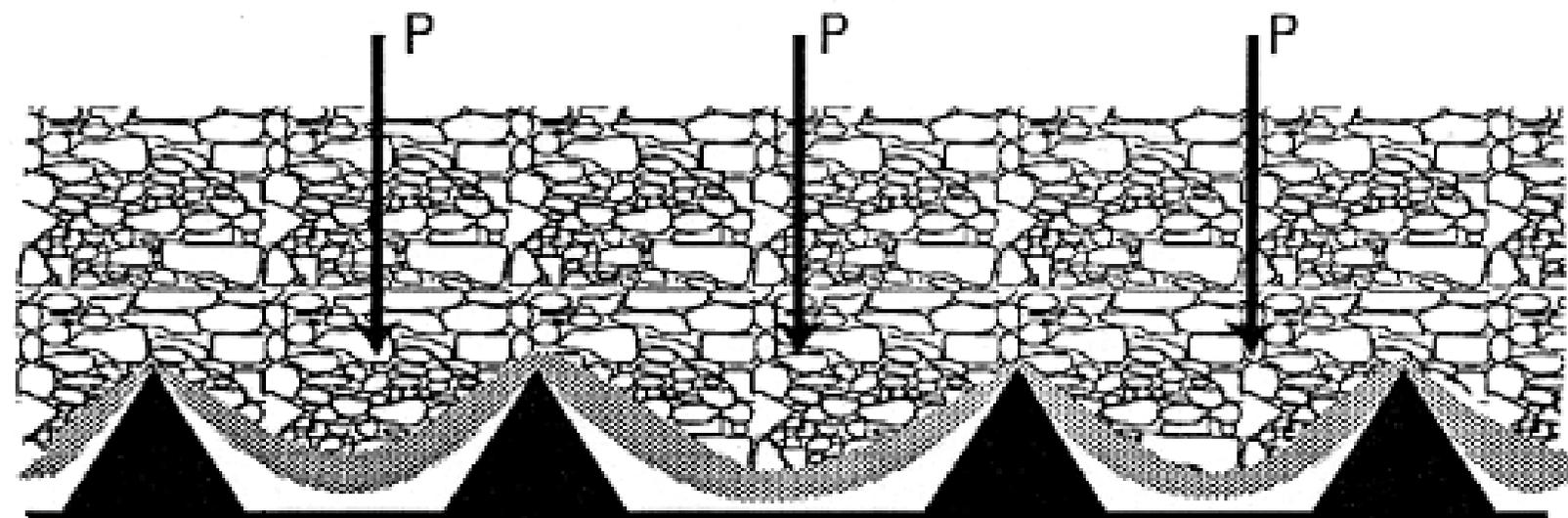
Caratteristiche dell'intervento	Drenaggi tradizionali	Drenaggi con geocompositi drenanti
Velocità di realizzazione	lenta	veloce
Volume di scavo	elevato	ridotto
Ingombro dello scavo	esteso	limitato
Materiale a discarica	materiale di scavo	nessuno
Materiali in arrivo	geotessile ed inerti	geocomposito
Materiale riutilizzato	nessuno	tutto
Mezzi in cantiere	scavatori/camion	scavatori
Accessibilità zona intervento	da valutare	ottima
Necessità di persone nello scavo	si	no
Movimentazione dei materiali	mezzi meccanici	mezzi meccanici/manuale
Sicurezza nel lavoro	da valutare	elevata
Impatto ambientale	elevato (cave/discariche)	ridotto
Disponibilità dei materiali	da valutare	ottima

Non tessuto

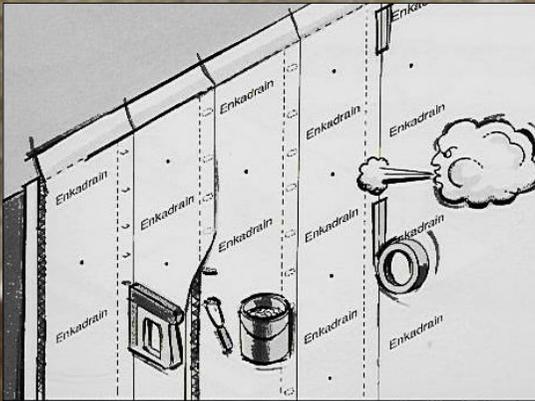
con buone prestazioni
meccaniche

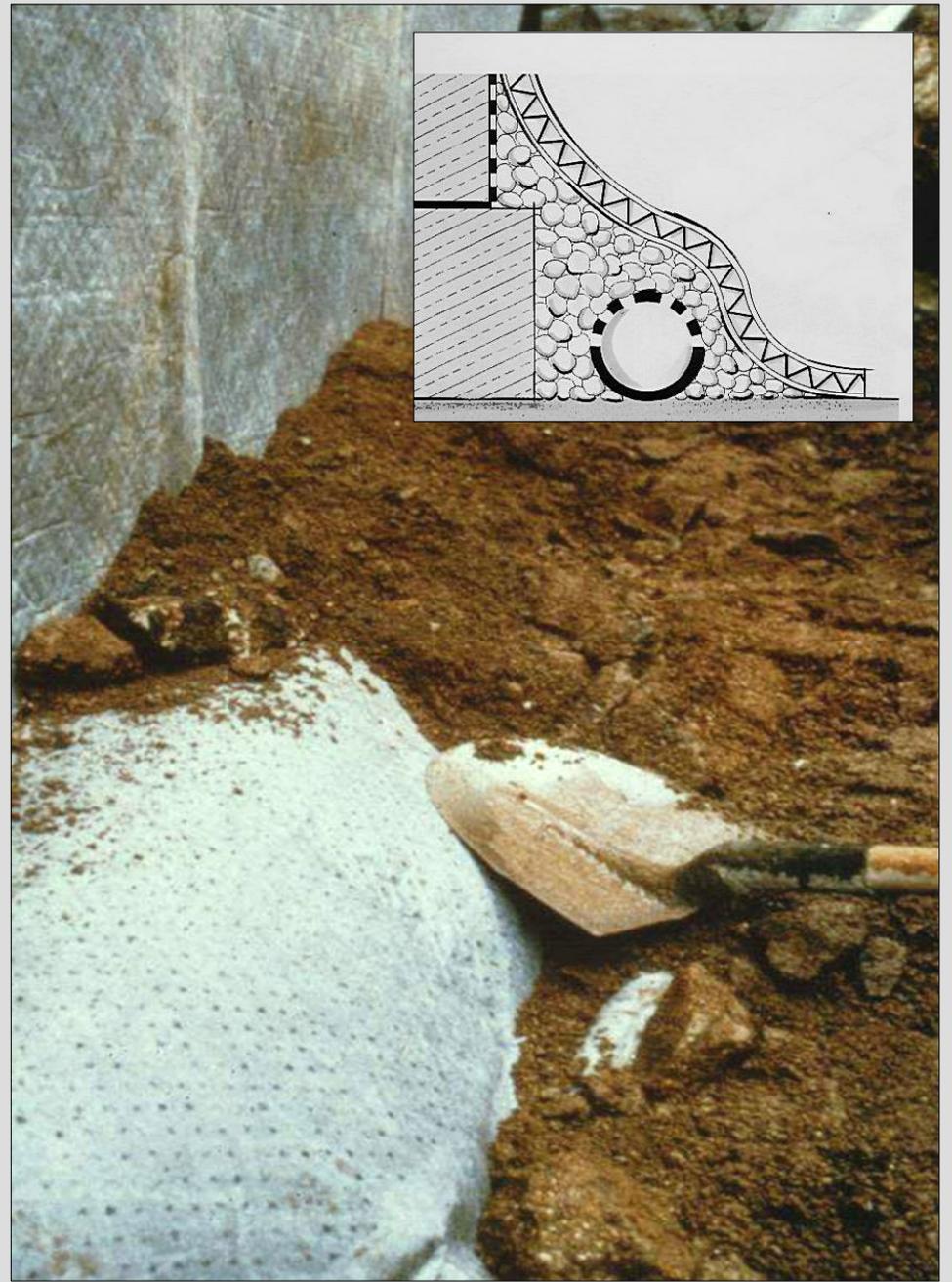
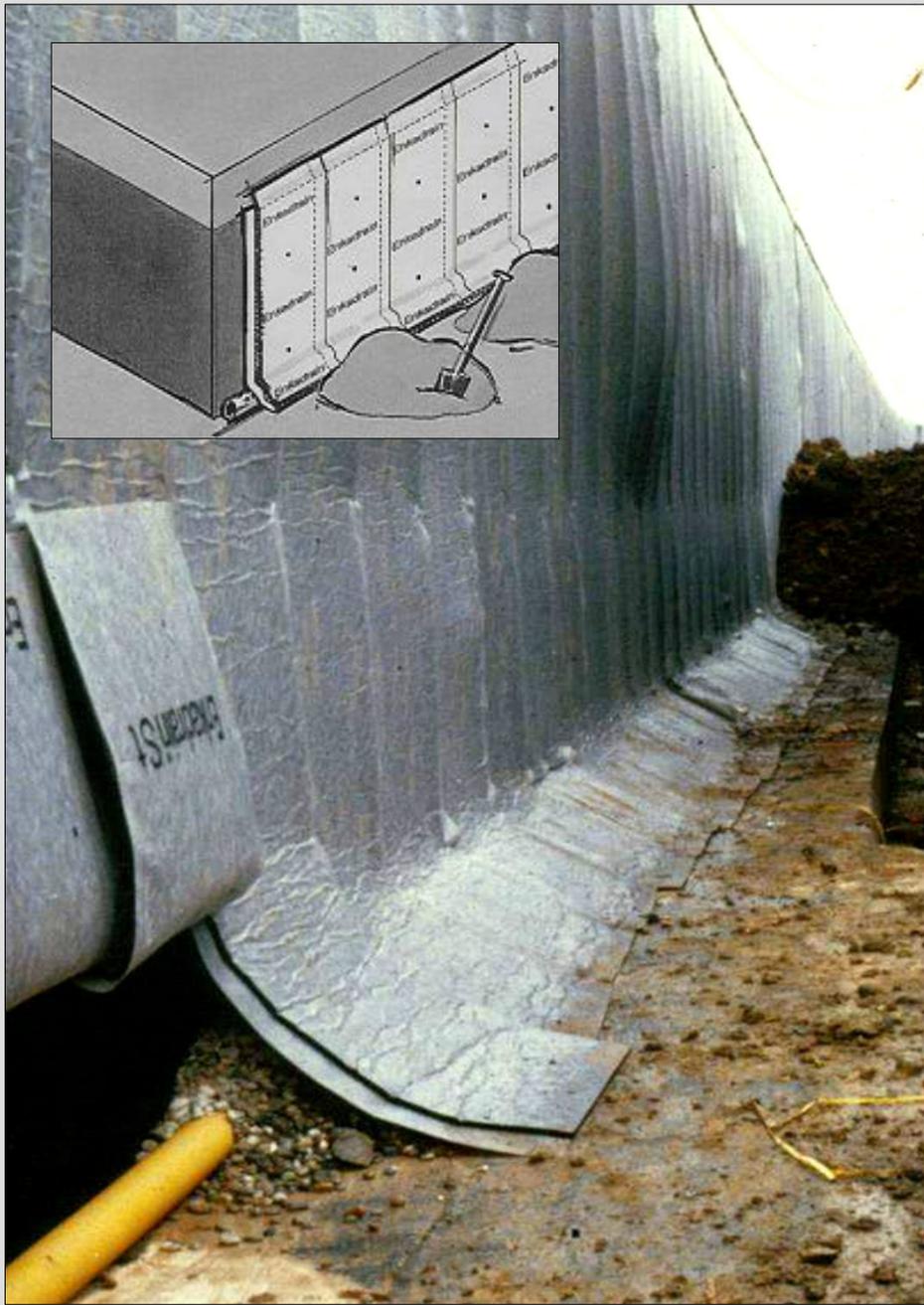


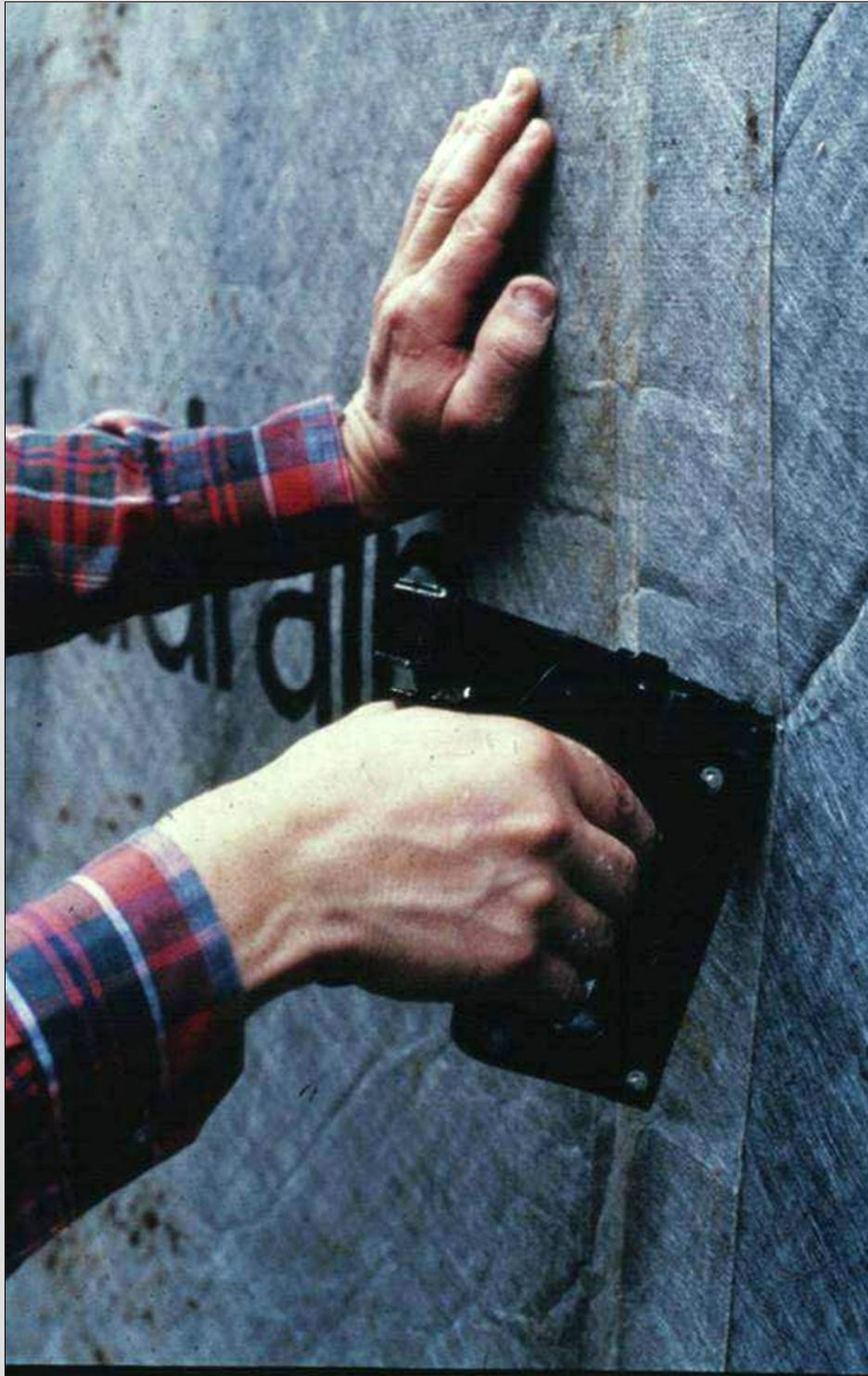
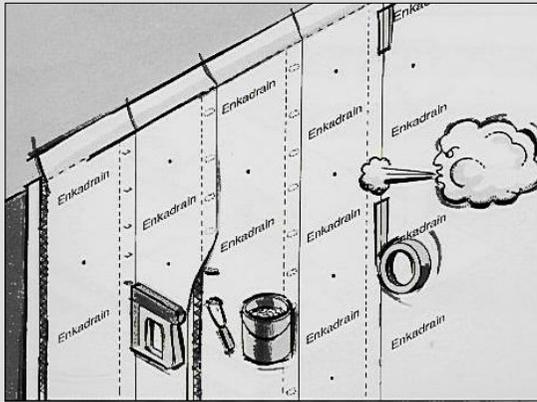
Non tessuto

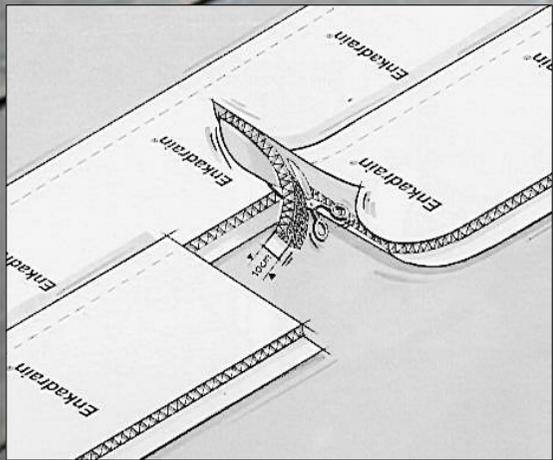
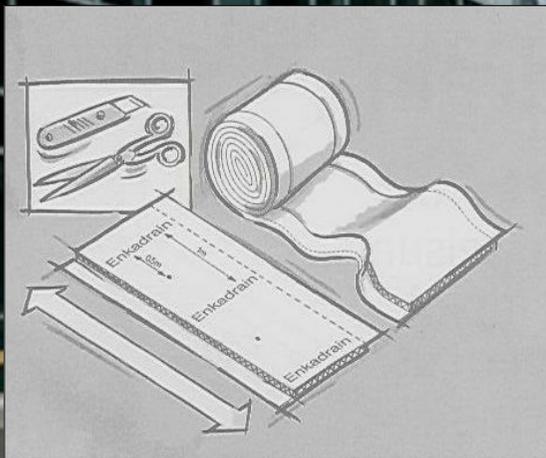
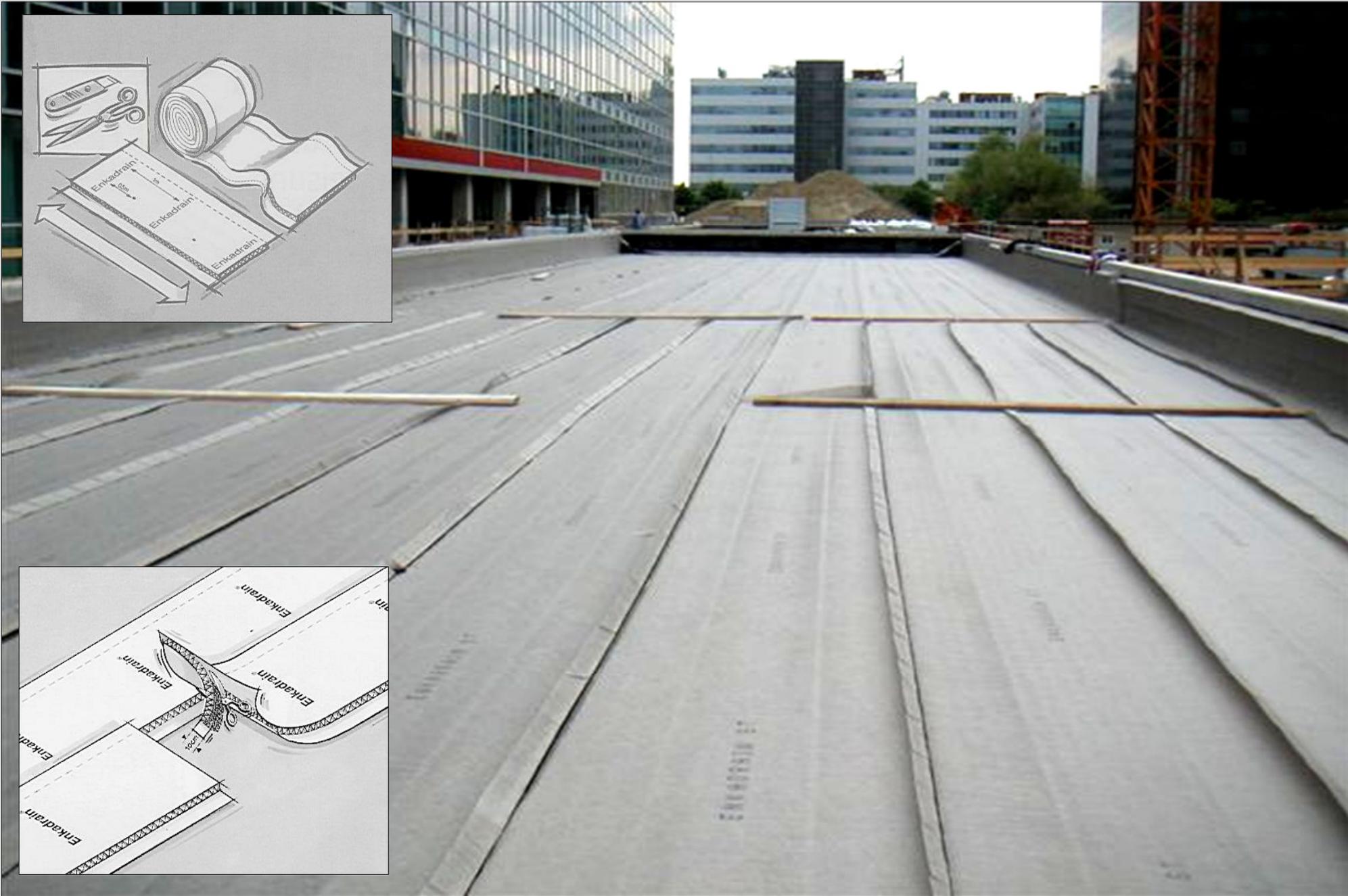


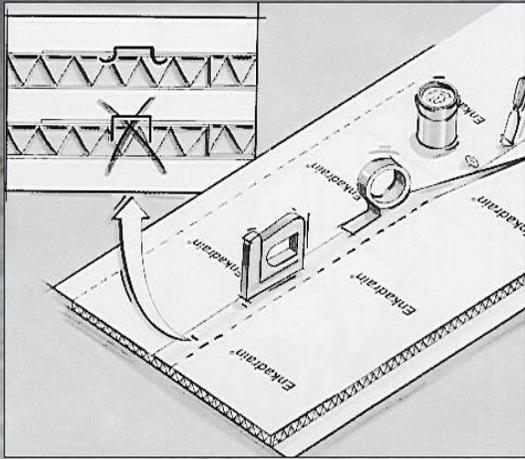
Esempi di posa













**Esempi di stabilizzazione dei
versanti mediante l'utilizzo di
geocompositi drenanti**

- Trincee drenanti realizzate con tecniche tradizionali
- Trincee drenanti realizzate con di geocompositi
- Modalità posa e casi reali
- Cenni di dimensionamento dei geocompositi drenanti

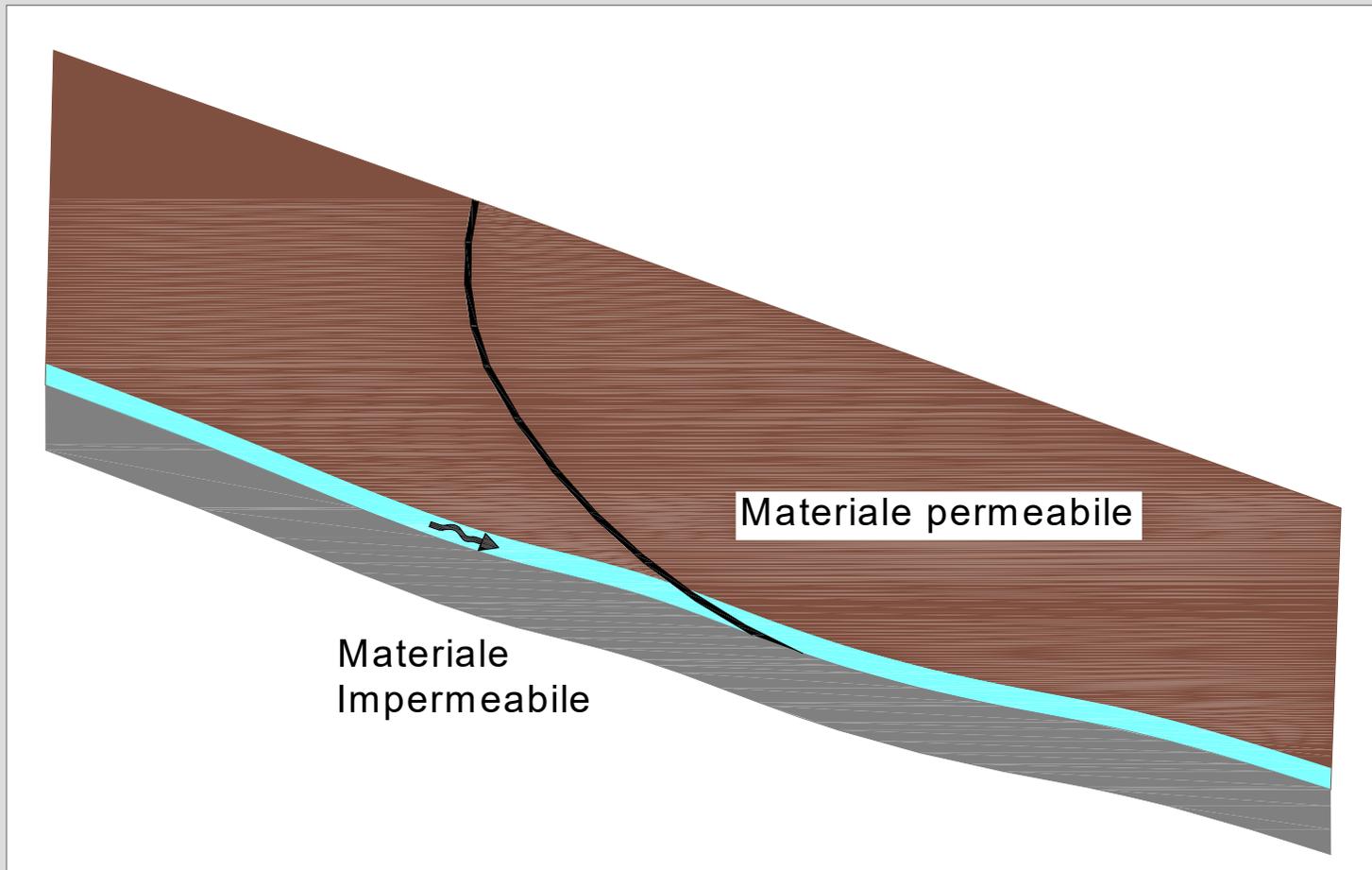












Presenza di acqua



Instabilità

L'efficacia del drenaggio su un pendio può essere facilmente verificata considerando un modello geotecnico a comportamento rigido-plastico costituito da un pendio infinito (Fig.3) formato da:

- uno strato di terreno superficiale a spessore costante;
- un substrato stabile ed idealmente impermeabile;
- flusso d'acqua con moto di filtrazione piano e parallelo al pendio.

Un tale modello simula abbastanza bene situazioni geologiche in cui una coltre di terreno superficiale di estensione elevata e pendenza costante, contraddistinta da terreni con caratteristiche idrauliche e meccaniche pseudo-omogenee, scivola con meccanismi di rottura di tipo traslazionale su un substrato stabile a bassa permeabilità.

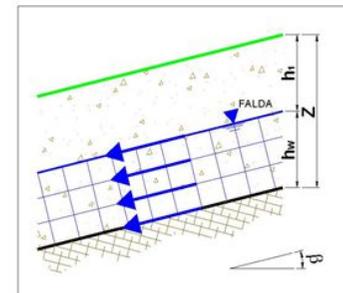
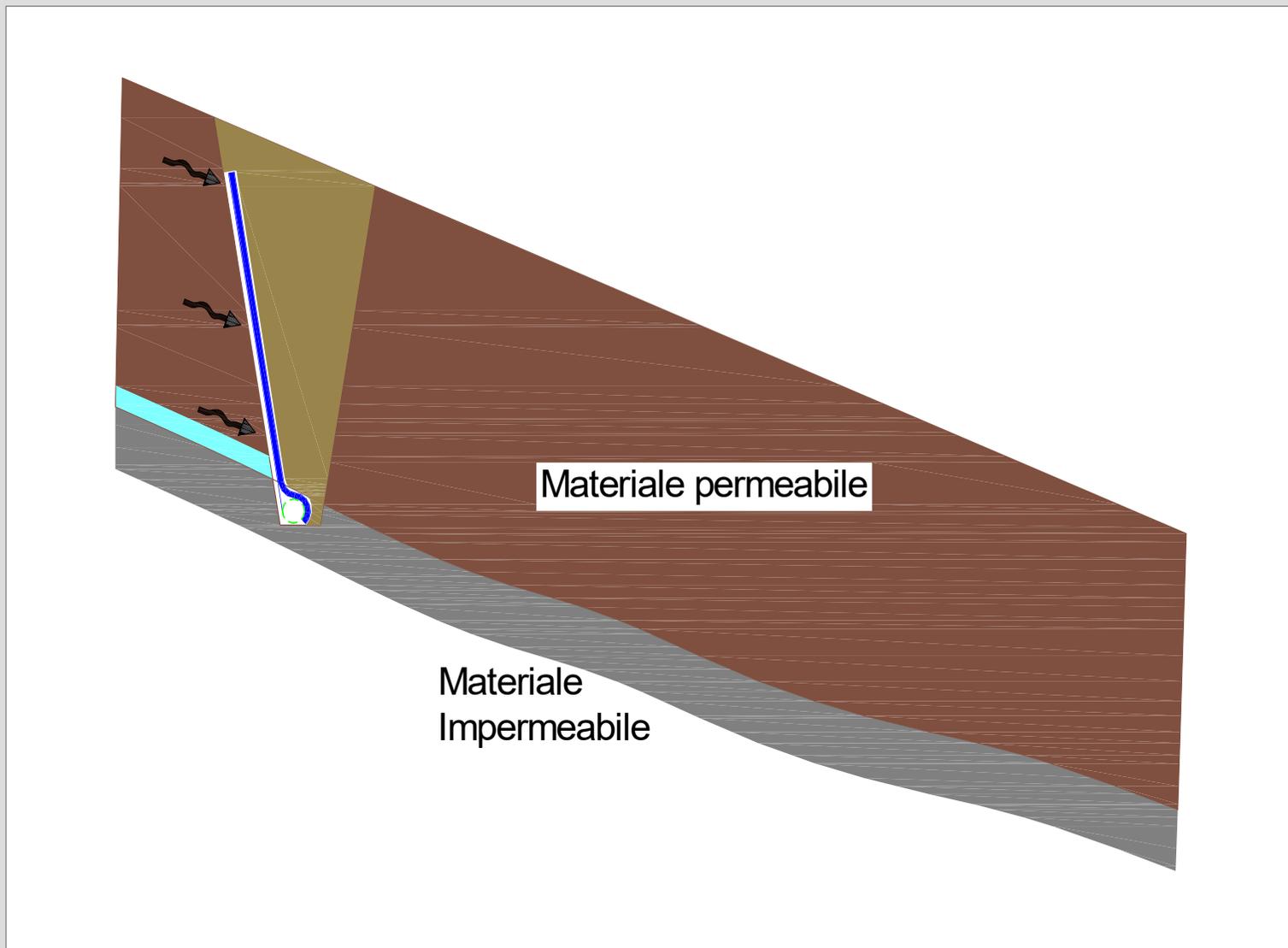
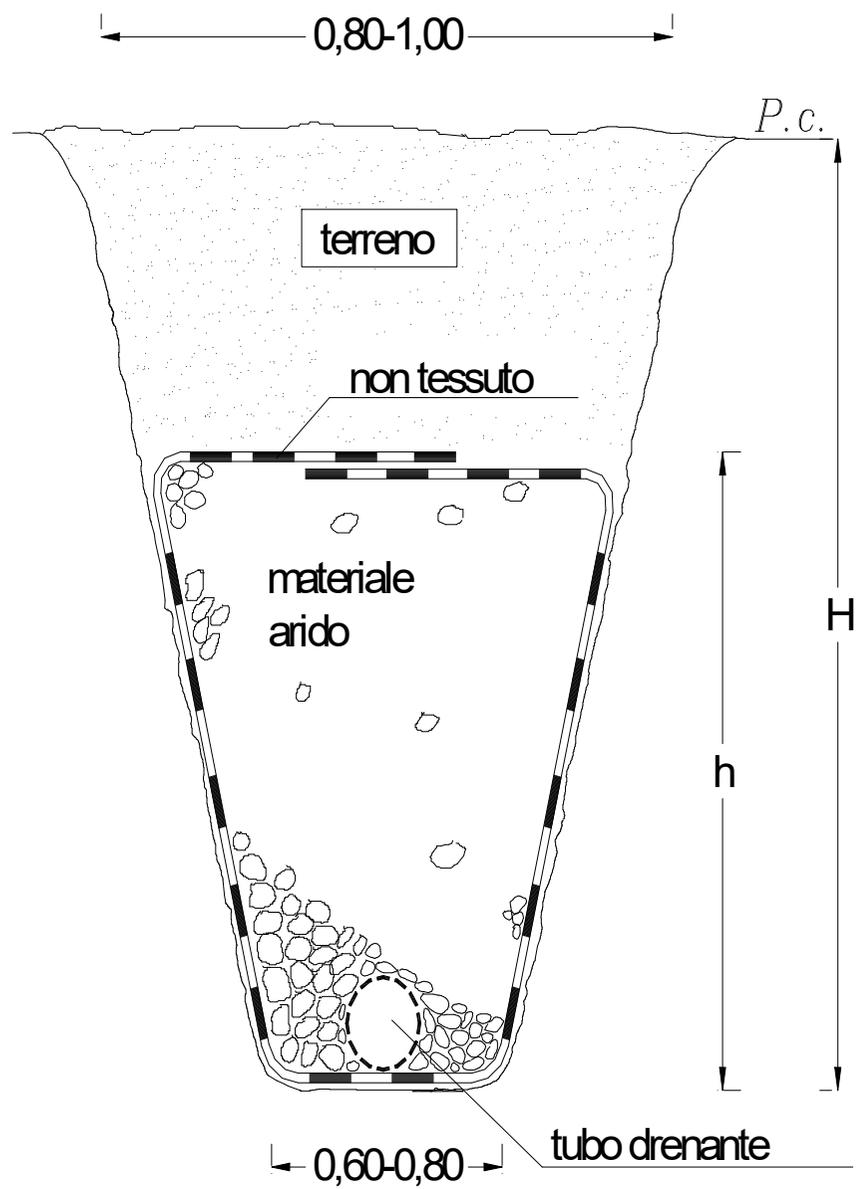


Fig.3

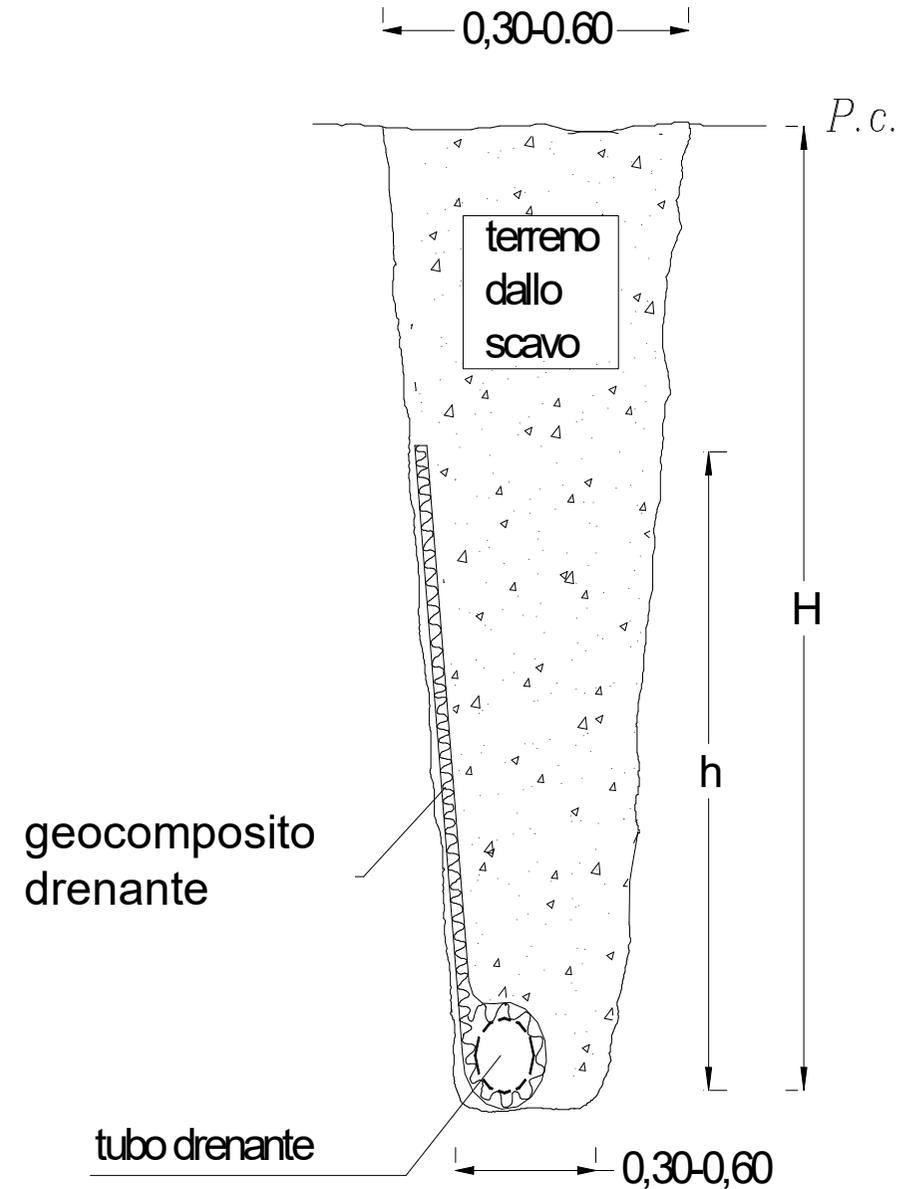


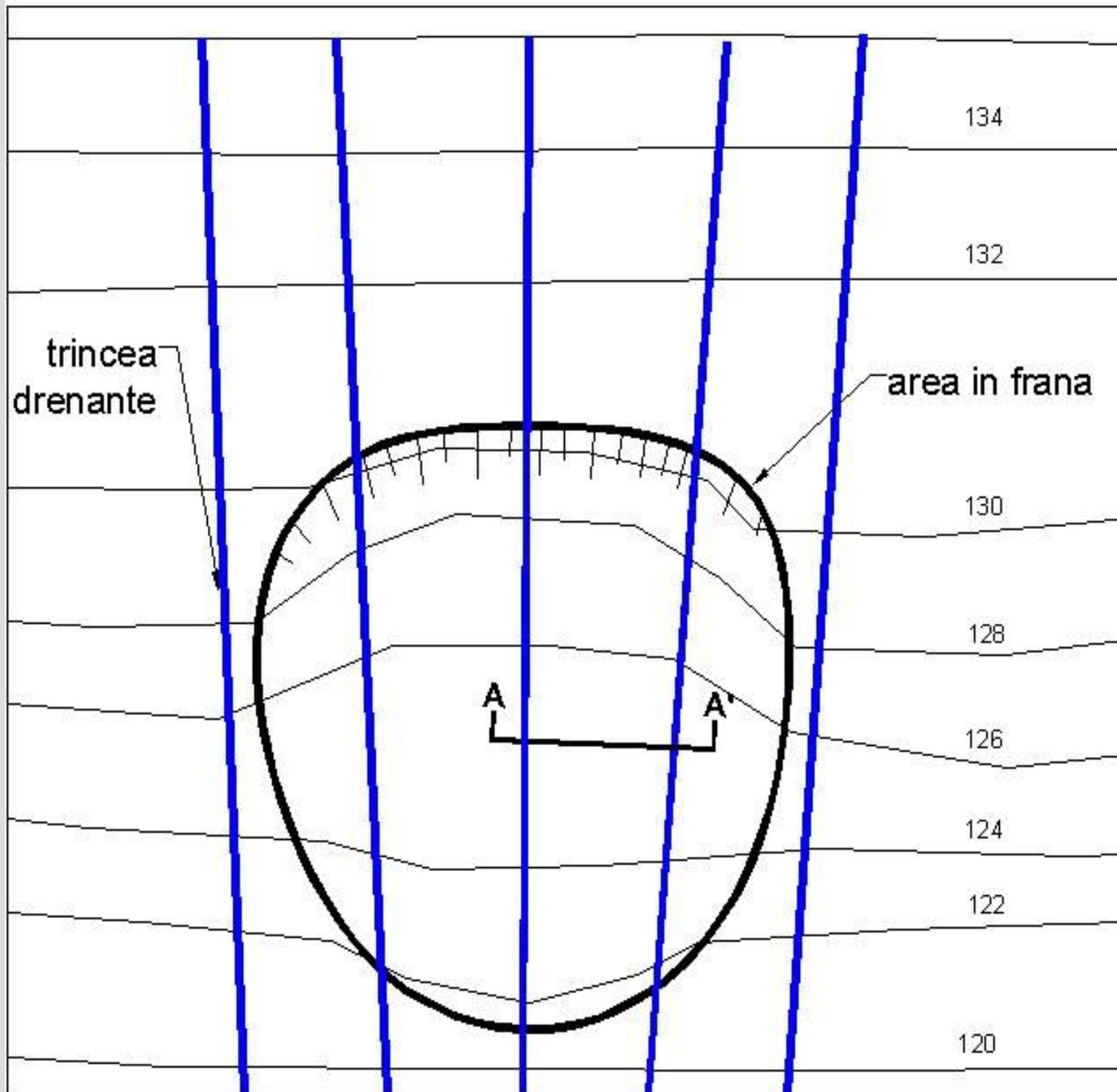
IMPORTANTE: VALUTARE LA STABILITA' DELLE PARETI DELLE TRINCEE (FRONTI DI SCAVO)

Schema trincea drenante tradizionale



Schema trincea drenante con geocomposito drenante





Trincee tra loro
«indipendenti»

Altri esempi:

- drenaggio su pendio a gradoni (trincee di tipo «indipendente»)
- drenaggio «a spina di pesce» (trincee comunicanti con un collettore principale)











Esempio di dimensionamento

- determinazione della quantità di acqua da drenare
- determinazione capacità drenante del geocomposito
- dimensionamento della tubazione di drenaggio

Dati

Profondità drenaggio:	5.00 m
Peso di volume terreno γ :	19 kN/m
Angolo di attrito residuo terreno ϕ :	24°
Coesione terreno c :	0 kN/m
Lunghezza drenaggio L :	50 m

DETERMINAZIONE QUANTITÀ DI ACQUA DA DRENARE

valore di permeabilità dei terreni da drenare

Permeabilità di progetto = 10^{-5} m/s

$$10^{-5} \text{ m/s} = 10^{-5} \cdot 10^3 \text{ l/m}^2\text{s} = 10^{-2} \text{ l/m}^2\text{s}$$

Profondità drenaggio = 5.00m

$$10^{-2} \text{ l/m}^2\text{s} \times 5.00\text{m} = 5 \times 10^{-2} \text{ l/m}^2\text{s} = 5 \times 10^{-2} \text{ l/ms}$$

quantità di acqua da drenare
per ml di drenaggio

DETERMINAZIONE CAPACITA' DRENANTE GEOCOMPOSITO

P = pressione orizzontale del terreno alla massima profondità h

$P = K_a \cdot \gamma \cdot h$ K_a = coeff. di spinta attiva di Rankine $K_a = \tan^2(45^\circ - \phi/2)$

$P = 0.42 \times 19 \times 5.00 = 39.9 \text{ kPa}$

Capacità drenante a diversi valori di pressione e gradiente

Pressione applicata kPa	Capacità drenante (EN ISO 12958)					
	gradiente idraulico $i = 1.0$		gradiente idraulico $i = 0.1$		gradiente idraulico $i = 0.03$	
	l/(s m)	l/(h m)	l/(s m)	l/(h m)	l/(s m)	l/(h m)
20	2,50****	9.000	0,70	2.520	0,35	1.260
50	2,40	8.640	0,65	2.340	0,30	1.080
100	2,30	8.280	0,60	2.160	0,24	864
200	1,40	5.040	0,24	864	0,11	396

**** Il valore riportato è corrispondente alla prestazione tecnica richiesta per la marcatura CE.

DETERMINAZIONE CAPACITA' DRENANTE GEOCOMPOSITO

CAPACITA' DRENANTE NOMINALE



Calcolare il valore di CAPACITA' DRENANTE AMMISSIBILE che tiene conto dei diversi fattori relativi alla riduzione della capacità drenante del geocomposito nel tempo

$$q_{\text{prog.}} = q_{\text{nom.}} / RF_{\text{in.}} * RF_{\text{cr.}} * RF_{\text{bc.}} * RF_{\text{cc.}}$$

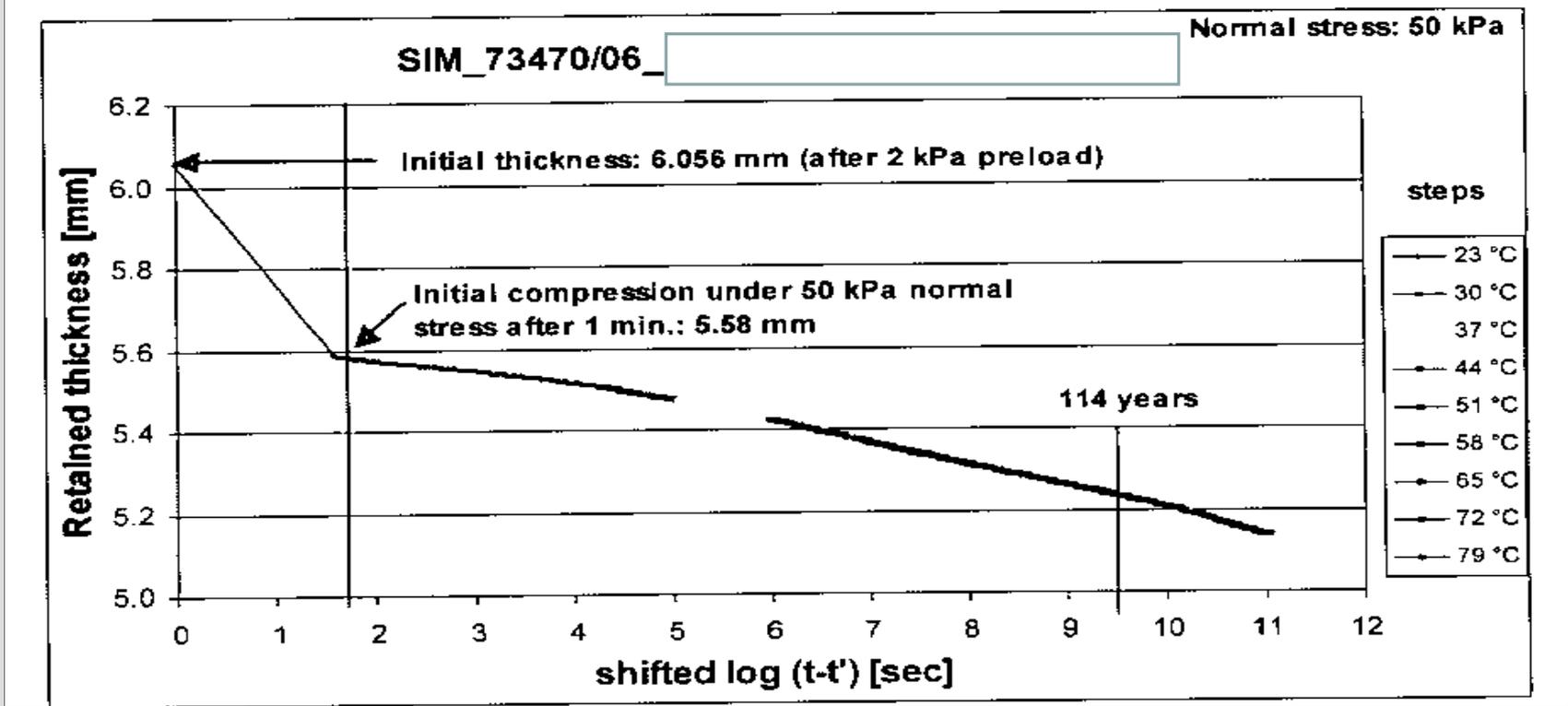
Formula GRI (Geosynthetics
Research Institute)

$RF_{\text{in.}}$: fattore di riduzione per deformazioni elastiche o intrusione del geotessile

$RF_{\text{cr.}}$: fattore di riduzione per deformazioni da creep del nucleo drenante

$RF_{\text{bc.}}$: fattore di riduzione per intrusione di natura biologica o per opera di terreno fine

$RF_{\text{cc.}}$: fattore di riduzione per intasamento chimico del nucleo drenante



Dimensionamento tubo microfessurato

Definito il massimo apporto d'acqua che verrà convogliato al tubo collettore ogni ml, è possibile dimensionare quest'ultimo in base alla lunghezza ed alla pendenza del fondo della trincea.

Considerando la quantità d'acqua da drenare per metro lineare pari a 0,05 l/sm e una lunghezza della trincea pari a 30 m, la massima quantità d'acqua "Q" da convogliare mediante tubo sarà:

$$Q = q \cdot L = 0,05 \text{ l/sm} \cdot 30 \text{ m} = 1,50 \text{ l/s}$$

Portata e velocità dell'acqua in rapporto alla pendenza

Ø [mm]	110		125		140		160		200	
	v [m/s]	Q [l/s]								
4.00	-	-	0.50	4.37	0.54	6.23	0.60	9.19	0.69	16.66
5.00	0.51	3.36	0.56	4.91	0.61	6.99	0.67	10.31	0.78	18.67
6.00	0.55	3.69	0.61	5.39	0.67	7.67	0.74	1.32	0.85	20.49
7.00	0.60	3.99	0.66	5.83	0.72	8.30	0.80	12.25	0.92	22.17
8.00	0.64	4.28	0.71	6.25	0.77	8.89	0.85	13.11	0.99	23.73
9.00	0.68	4.54	0.75	6.63	0.82	9.44	0.90	13.93	1.05	25.20
10.00	0.72	4.80	0.79	7.00	0.87	9.96	0.95	14.69	1.11	26.58
11.00	0.76	5.04	0.83	7.35	0.91	10.46	1.00	15.42	1.16	27.90
12.00	0.79	5.26	0.87	7.68	0.95	10.94	1.05	16.12	1.21	29.16
13.00	0.82	5.48	0.91	8.00	0.99	11.39	1.09	16.79	1.26	30.37
14.00	0.86	5.70	0.94	8.31	1.03	11.83	1.13	17.44	1.31	31.53
15.00	0.89	5.90	0.98	8.61	1.07	12.25	1.17	18.06	1.36	32.66
16.00	0.92	6.10	1.01	8.90	1.10	12.66	1.21	18.66	1.40	33.74
17.00	0.95	6.29	1.04	9.18	1.14	13.06	1.25	19.24	1.45	34.79
18.00	0.97	6.47	1.07	9.45	1.17	13.44	1.29	19.81	1.49	35.82
19.00	1.00	6.66	1.10	9.71	1.20	13.81	1.32	20.36	1.53	36.81
20.00	1.03	6.83	1.13	9.97	1.23	14.18	1.36	20.90	1.57	37.78
21.00	1.05	7.00	1.16	10.22	1.26	14.53	1.39	21.42	1.61	38.72
22.00	1.08	7.17	1.19	10.46	1.29	14.88	1.42	21.93	1.65	39.64
23.00	1.10	7.33	1.21	10.70	1.32	15.22	1.46	22.43	1.69	40.55
24.00	1.13	7.49	1.24	10.93	1.35	15.55	1.49	22.92	1.72	41.43
25.00	1.15	7.65	1.26	11.16	1.38	15.88	1.52	23.40	1.76	42.29
26.00	1.17	7.81	1.29	11.39	1.41	16.20	1.55	23.87	1.79	43.14
27.00	1.20	7.96	1.32	11.61	1.44	16.51	1.58	24.33	1.83	43.97
28.00	1.22	8.11	1.34	11.82	1.46	16.82	1.61	24.78	1.86	44.78
29.00	1.24	8.25	1.36	12.04	1.49	17.12	1.64	25.22	1.90	45.58
30.00	1.26	8.39	1.39	12.24	1.51	17.41	1.67	25.66	1.93	46.37
32.00	1.30	8.67	1.43	12.65	1.56	17.99	1.72	26.51	1.99	47.91
34.00	1.35	8.94	1.48	13.05	1.61	18.55	1.78	27.33	2.05	49.40
36.00	1.40	9.21	1.53	13.46	1.66	19.10	1.83	28.14	2.11	50.84
38.00	1.45	9.48	1.58	13.87	1.71	19.65	1.88	28.95	2.17	52.24
40.00	1.50	9.75	1.63	14.28	1.76	20.20	1.93	29.76	2.23	53.60
42.00	1.55	10.02	1.68	14.69	1.81	20.75	1.98	30.57	2.29	54.92
44.00	1.60	10.29	1.73	15.10	1.86	21.30	2.03	31.38	2.35	56.20
46.00	1.65	10.56	1.78	15.51	1.91	21.85	2.08	32.19	2.41	57.44
48.00	1.70	10.83	1.83	15.92	1.96	22.40	2.13	33.00	2.47	58.64
50.00	1.75	11.10	1.88	16.33	2.01	22.95	2.18	33.81	2.53	59.80
52.00	1.80	11.37	1.93	16.74	2.06	23.50	2.23	34.62	2.59	61.00
54.00	1.85	11.64	1.98	17.15	2.11	24.05	2.28	35.43	2.65	62.16
56.00	1.90	11.91	2.03	17.56	2.16	24.60	2.33	36.24	2.71	63.28
58.00	1.95	12.18	2.08	17.97	2.21	25.15	2.38	37.05	2.77	64.36
60.00	2.00	12.45	2.13	18.38	2.26	25.70	2.43	37.86	2.83	65.40
62.00	2.05	12.72	2.18	18.79	2.31	26.25	2.48	38.67	2.89	66.50
64.00	2.10	12.99	2.23	19.20	2.36	26.80	2.53	39.48	2.95	67.56
66.00	2.15	13.26	2.28	19.61	2.41	27.35	2.58	40.29	3.01	68.58
68.00	2.20	13.53	2.33	20.02	2.46	27.90	2.63	41.10	3.07	69.56
70.00	2.25	13.80	2.38	20.43	2.51	28.45	2.68	41.91	3.13	70.50
72.00	2.30	14.07	2.43	20.84	2.56	29.00	2.73	42.72	3.19	71.50
74.00	2.35	14.34	2.48	21.25	2.61	29.55	2.78	43.53	3.25	72.46
76.00	2.40	14.61	2.53	21.66	2.66	30.10	2.83	44.34	3.31	73.38
78.00	2.45	14.88	2.58	22.07	2.71	30.65	2.88	45.15	3.37	74.26
80.00	2.50	15.15	2.63	22.48	2.76	31.20	2.93	45.96	3.43	75.10
82.00	2.55	15.42	2.68	22.89	2.81	31.75	2.98	46.77	3.49	75.90
84.00	2.60	15.69	2.73	23.30	2.86	32.30	3.03	47.58	3.55	76.66
86.00	2.65	15.96	2.78	23.71	2.91	32.85	3.08	48.39	3.61	77.38
88.00	2.70	16.23	2.83	24.12	2.96	33.40	3.13	49.20	3.67	78.06
90.00	2.75	16.50	2.88	24.53	3.01	33.95	3.18	50.01	3.73	78.70
92.00	2.80	16.77	2.93	24.94	3.06	34.50	3.23	50.82	3.79	79.30
94.00	2.85	17.04	2.98	25.35	3.11	35.05	3.28	51.63	3.85	79.86
96.00	2.90	17.31	3.03	25.76	3.16	35.60	3.33	52.44	3.91	80.38
98.00	2.95	17.58	3.08	26.17	3.21	36.15	3.38	53.25	3.97	80.86
100.00	3.00	17.85	3.13	26.58	3.26	36.70	3.43	54.06	4.03	81.30