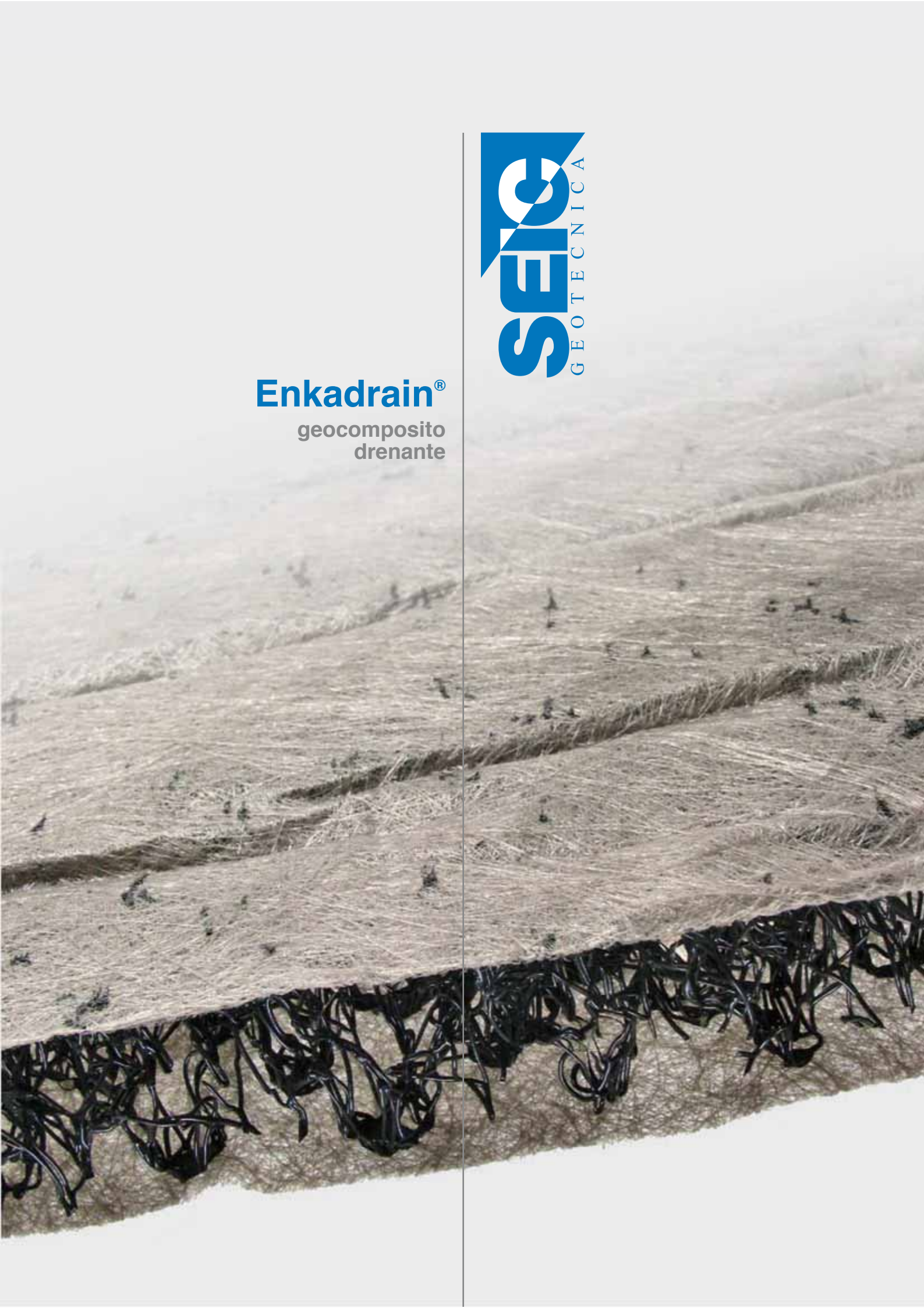


**Enkadrain®**

geocomposito  
drenante

**SETEC**  
G E O T E C N I C A



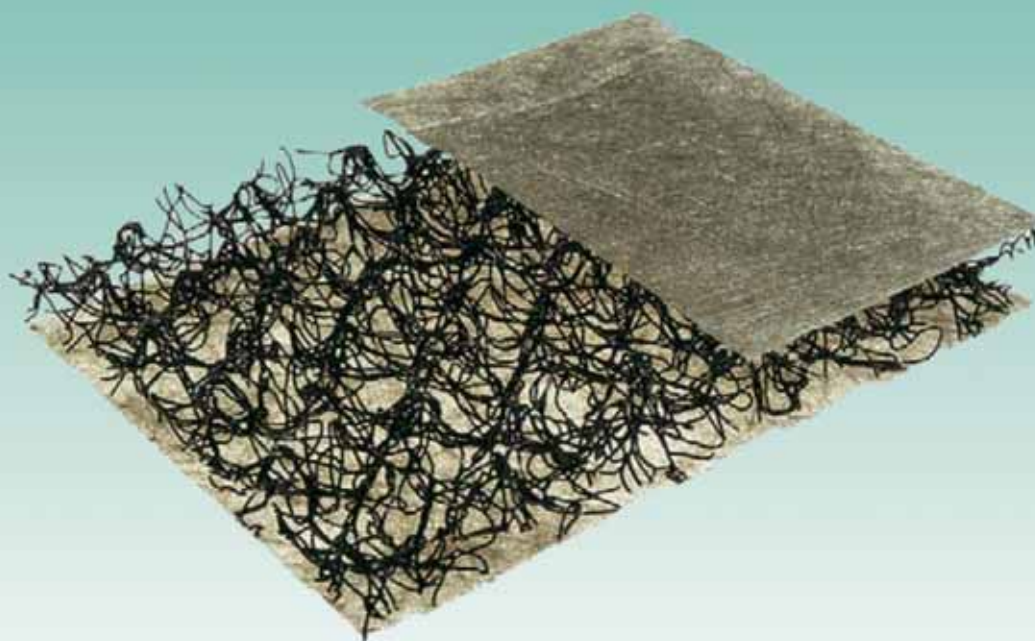




Il controllo e la gestione delle acque sono di fondamentale importanza per garantire l'efficacia di tutti gli interventi di opere civili ed ambientali a contatto con il terreno.

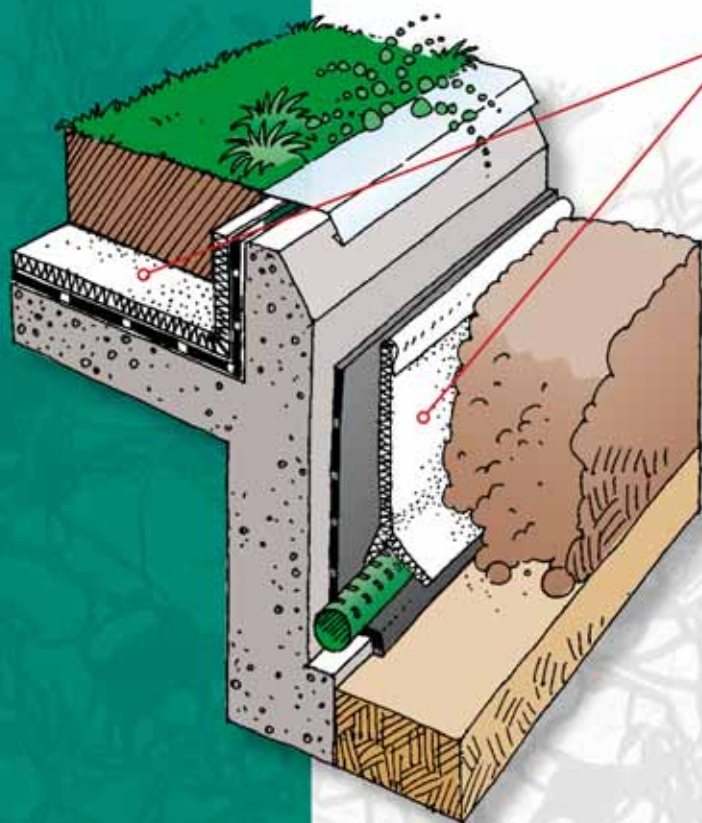
L'utilizzo di sistemi innovativi di drenaggio, oramai ampiamente diffusi nella pratica progettuale, soddisfa pienamente tali necessità, in un corretto rapporto costi/benefici.

In edilizia ad esempio, molto spesso si verificano problemi di infiltrazione di acqua attraverso i giunti e le fessure delle murature, che possono condurre ad un degrado progressivo delle stesse e ad una sensibile riduzione dell'efficienza e della funzionalità del manufatto. In questi casi risulta necessario prevedere la realizzazione di un drenaggio, realizzato a ridosso dell'elemento interrato, allo scopo di allontanare l'acqua in eccesso e di proteggere il sistema di impermeabilizzazione.





## I geocompositi drenanti Enkadrain®



L'Enkadrain® è un geocomposito che sostituisce i sistemi tradizionali di drenaggio in ghiaia, captando, filtrando e asportando l'acqua presente nel terreno. Può svolgere la sua funzione drenante sia su superfici sub-orizzontali, sia verticali.

L'Enkadrain® è costituito da un nucleo drenante racchiuso tra due filtri non tessuti a filamento continuo del tipo termosaldato.

L'Enkadrain® viene realizzato con tecnologie di produzione innovative, utilizzando diversi tipi di polimero in base alle specifiche applicazioni.

Ad esempio nella linea **Enkadrain® Premium** si utilizza per il nucleo drenante la poliammide 6 (PA6) e per i due filtri non tessuti dei filamenti in poliestere-poliammide. Questo consente di produrre un geocomposito drenante costituito da tre elementi (1 nucleo + 2 filtri) saldati termicamente tra loro sull'intera superficie di contatto.

L'efficienza prestazionale dell'**Enkadrain®** trova conferma nei risultati delle prove di laboratorio eseguite da autorevoli istituti ed università di diversi Paesi e delle numerose applicazioni nel campo dell'ingegneria civile a partire dal 1975.

**EMPA**



**UBU**

**SKZ**

**CE**

Una vasta gamma di prodotti  
Enkadrain è certificata CE  
(certificato Colbond n. 0799-CPD)



L'Enkadrain è prodotto secondo gli standards più elevati, con la garanzia della certificazione ISO 9001 (certificato n° 935136). L'Enkadrain è un geocomposito frutto dell'esperienza maturata nel corso degli anni dalla Colbond Geosynthetics. L'Enkadrain è garantito a partire dalla scelta della materia prima fino alla fase di posa in opera.

**L'Enkadrain® Premium è un geocomposito drenante costituito da:**

- un nucleo ad alto indice di vuoti, formato da una geostuoia tridimensionale realizzata in monofilamenti intrecciati di poliammide
- due strati filtranti costituiti da due tessuti non tessuti termosaldati realizzati da monofilamenti di poliestere rivestiti in poliammide.

I tre strati sono termosaldati nei punti di contatto in modo da ottenere una struttura solidale.



## I vantaggi

**Utilizzando l'Enkadrain® al posto dei sistemi di drenaggio tradizionali, è possibile:**

- movimentare e posare un materiale più leggero, con conseguente diminuzione dei rischi in cantiere connessi alla posa in opera;
- ridurre i volumi di scavo;
- riutilizzare il terreno di scavo come riporto;
- proteggere eventuali sistemi di impermeabilizzazione dal danneggiamento meccanico per punzonamento in fase di posa e di rinterro;
- proteggere il tubo collettore dall'intasamento ad opera delle particelle fini del terreno.





## Le funzioni

### Le principali funzioni dell'Enkadrain® sono:

- **Drenaggio:** Il nucleo drenante, grazie all'elevato indice di vuoti della sua struttura, consente lo smaltimento dell'acqua sino al sistema di convogliamento
- **Filtro separazione:** le proprietà dei filtri utilizzati consentono la separazione del terreno dal nucleo drenante e la filtrazione delle acque al suo interno

### ● Il nucleo drenante

Il nucleo del geocomposito drenante deve mantenere la sua efficienza in relazione alla vita utile prevista per l'opera ed alle condizioni di carico a cui è sottoposto.

Per questo è importante che il nucleo drenante possieda:

- un elevato indice di vuoti;
- una buona resistenza ai carichi agenti, sia a breve che a lungo termine;
- una buona resistenza chimico-fisica alle condizioni ambientali.

I test di laboratorio eseguiti sulla gamma **Enkadrain® Premium** hanno evidenziato come il nucleo in poliammide soddisfi pienamente i requisiti sopra citati.

Il nucleo in poliammide 6 ha un buon comportamento al fuoco e caratteristiche di autoestinguenza.

In applicazioni speciali (gallerie, discariche, ecc.) ove vengono richiesti requisiti aggiuntivi, sono disponibili modelli di nucleo realizzati con tecnologie costruttive e polimeri diversi.



## ● I non tessuti filtranti

La funzione dei non tessuti filtranti è quella di far percolare l'acqua all'interno del nucleo drenante ed impedire che il terreno compenetri nel nucleo stesso.

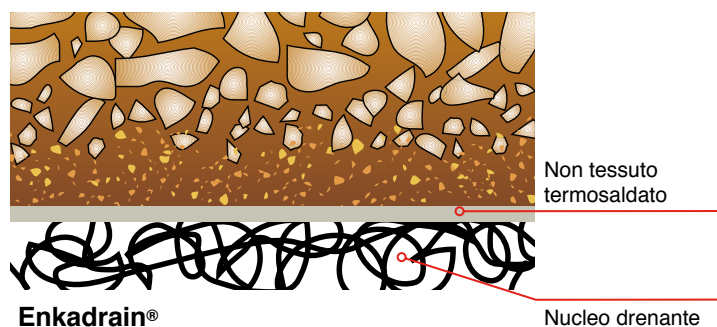
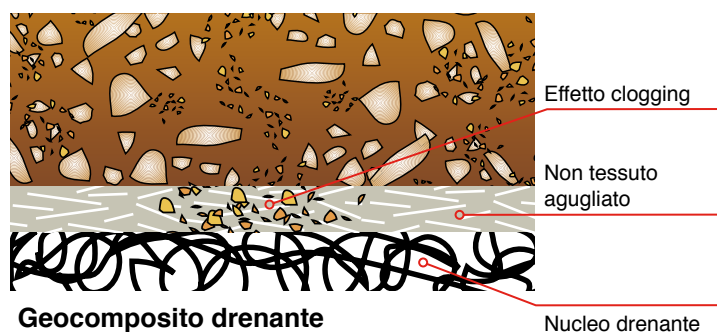
Pertanto, è essenziale che le particelle di terreno non intasino i filtri nel tempo.

I filtri del geocomposito drenante **Enkadrain®** sono realizzati con la tecnologia del filamento continuo e della termosaldatura. Questa tecnologia produttiva consente di ottenere dei non tessuti filtranti aventi caratteristiche prestazionali elevate, che si differenziano dai filtri realizzati con altre tecnologie, quale ad esempio l'agugliatura meccanica.

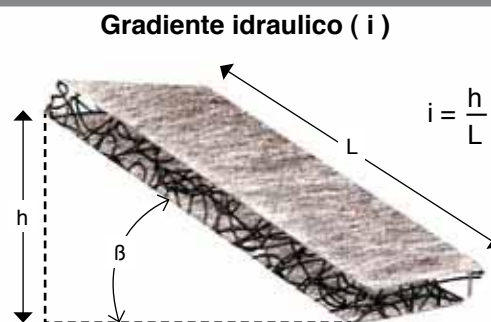
I non tessuti filtranti dell'**Enkadrain®** sono contraddistinti dalle seguenti caratteristiche tecniche:

- spessore ridotto: in tal modo si ostacola il fenomeno del clogging esercitato dal terreno nei confronti del non tessuto, rendendo il materiale privo di fenomeni di intasamento interno;
- elevato numero dei pori e casuale distribuzione degli stessi: in tal modo, simulando la naturale struttura del terreno, si ottiene un geotessile non tessuto di difficile intasamento superficiale (blocking o blinding).

Lo spessore ridotto e la compattezza ottenuta mediante il particolare trattamento di termosaldatura permettono di ottenere un materiale di ridotta comprimibilità e deformabilità nel tempo e, quindi, in grado di mantenere le proprie prestazioni sotto carichi elevati esercitati dalle pressioni di confinamento del terreno circostante.



### Richiami di teoria: gradiente idraulico (i) e capacità drenante (θ)



Il gradiente idraulico esprime il rapporto fra la differenza di quota e la lunghezza dell'elemento drenante.

### Capacità drenante o trasmissività



Esprime la capacità di un materiale di evacuare l'acqua in funzione del sovraccarico, ovvero la quantità d'acqua che il materiale riesce a trasportare in direzione longitudinale. Viene espressa in litri al secondo per metro (l/s·m).

**La trasmissività varia in funzione della pressione a cui è sottoposto il materiale in esercizio e del gradiente idraulico.**

### IMPORTANTE

Al fine di eseguire una corretta progettazione del sistema drenante, nelle schede tecniche dei materiali vengono riportati valori generalmente compresi tra  $i=1$  (drenaggio verticale) e  $i=0,03$  (drenaggio sub-orizzontale). Si consideri la capacità drenante corrispondente al gradiente idraulico di progetto.



# Progettare con i geocompositi drenanti:

## le prestazioni tecniche

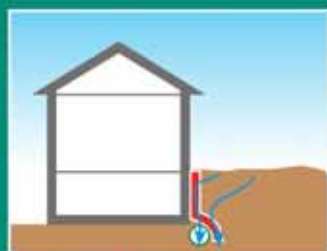
Per dimensionare correttamente un sistema di drenaggio, è fondamentale simulare il più possibile le condizioni di esercizio nelle quali il geocomposito drenante si troverà ad operare (carico del terreno ed eventuali sovraccarichi, pendenza, durata/vita utile, condizioni ambientali).

Il valore della trasmissività o capacità drenante è il parametro più importante e viene definito sulla base di test di laboratorio effettuati in conformità all'attuale norma di riferimento EN ISO 12958.

Tale normativa, al fine di simulare il comportamento del geocomposito drenante in fase di esercizio, indica la necessità di considerare le seguenti opzioni per definire i valori corretti di capacità drenante:

- 1. con piastra flessibile (o morbida) - opzione F:** quando il geocomposito drenante è in contatto con un terreno sciolto (si simula la spinta del terreno sui filtri laterali, al fine di valutare la compenetrazione del filtro/terreno nel nucleo).
- 2. con piastra rigida - opzione R:** quando il geocomposito drenante è in contatto con una superficie rigida continua, come ad esempio un muro di sostegno o una soletta.

Se il geocomposito drenante viene utilizzato a contatto, con il terreno da un lato e dall'altro con un supporto rigido (muratura), è opportuno utilizzare una prova di tipo R/F (rigido/flessibile) fig. 1 in cui si simula la presenza della muratura/soletta (comportamento rigido) e del terreno (comportamento flessibile). Qualora si utilizzi una prova di tipo R/R (rigido/rigido) questa non ha alcun significato fisico per i meccanismi che realmente si verificano ed il rischio maggiore è quello di sottodimensionare il sistema drenante previsto. Infatti nel caso di una prova di tipo R/R, eseguita mediante piastre rigide, il meccanismo di compenetrazione caratteristico del terreno non può essere simulato come rappresentato nella fig. 2.



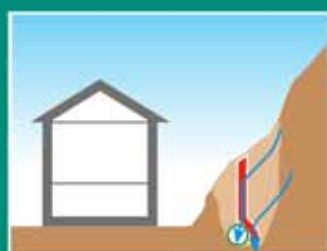
Fondazioni interrato



Muri di sostegno



Reinterri e giardini pensili



Consolidamento di scarpate

Perché una prova fornisca risultati rappresentativi, il tipo di opzione deve essere scelto in modo tale da simulare le condizioni reali (in situ) in cui verrà fatto operare il materiale. Nel caso del drenaggio di strutture interrato l'opzione più rappresentativa è quella che prevede l'impiego di una membrana flessibile e di una piastra rigida, in quanto tale prova simula l'azione esercitata sull'elemento drenante da parte del terreno e da parte del muro in calcestruzzo.

Fig. 1: schema della prova R/F

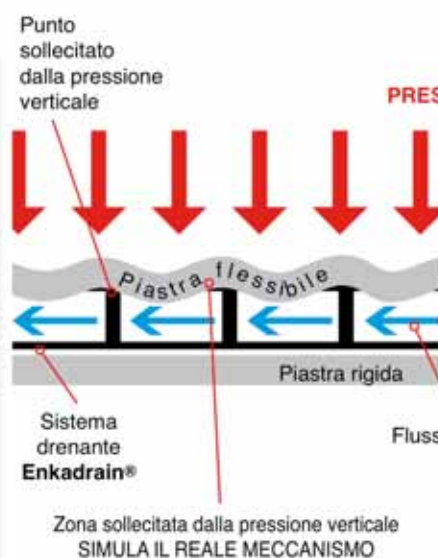
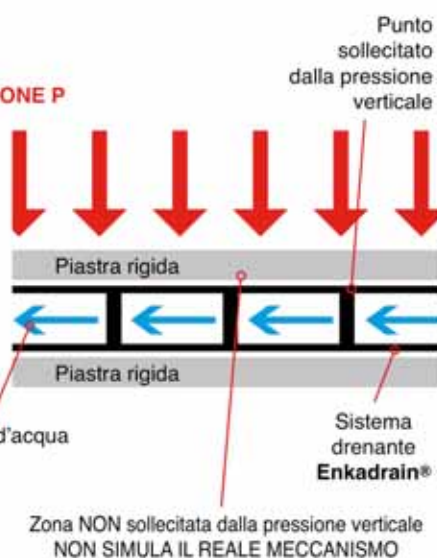


Fig. 2: schema della prova R/R





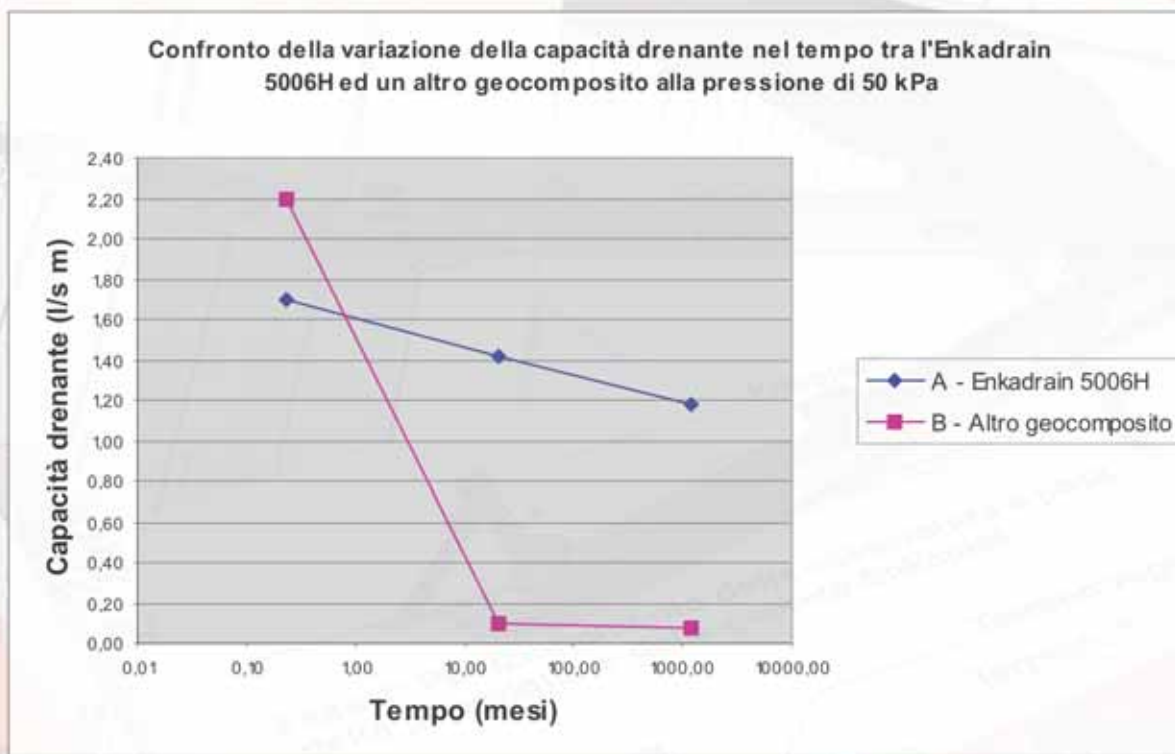
## Prestazioni a lungo termine

La capacità drenante a lungo termine dei geocompositi è influenzata principalmente da:

- compenetrazione dei non tessuti filtranti nel nucleo drenante
- "compressive creep" del nucleo

L'**Enkadrain®** garantisce elevati valori di capacità drenante sia istantanea (a breve termine) che nel tempo (a lungo termine), in quanto i non tessuti filtranti utilizzati hanno una bassa compenetrazione nel nucleo e lo stesso ha un ottimo comportamento al fenomeno del "compressive creep" (collassamento meccanico).

### Prova R/F



*Variazione della capacità drenante nel tempo: esempio di variazione della capacità drenante nel tempo tra l'Enkadrain 5006H ed un altro geocomposito drenante (Fonte COLBOND). Si osservi come nelle prove a breve termine (valore di scheda tecnica) il dato iniziale sia più elevato per il geocomposito generico (B) rispetto all'Enkadrain (A) ma come il valore di B diminuisce drasticamente dopo circa 20 mesi.*

La determinazione del valore di capacità drenante a lungo termine è un parametro fondamentale che consente al progettista di conoscere il comportamento del materiale nel tempo e quindi di procedere al suo corretto dimensionamento.

Occorre infatti prestare attenzione al fatto che assumere il valore di capacità drenante istantanea ai fini progettuali porta generalmente ad un sottodimensionamento del sistema drenante.

La **HARPO spa**, divisione **seic geotecnica**, è in grado di guidare il professionista nella scelta corretta dei propri materiali, anche in funzione dei valori di capacità drenante dell'**Enkadrain®** a lungo termine (10-20-100 anni).

# Enkadrain®: applicazioni in edilizia

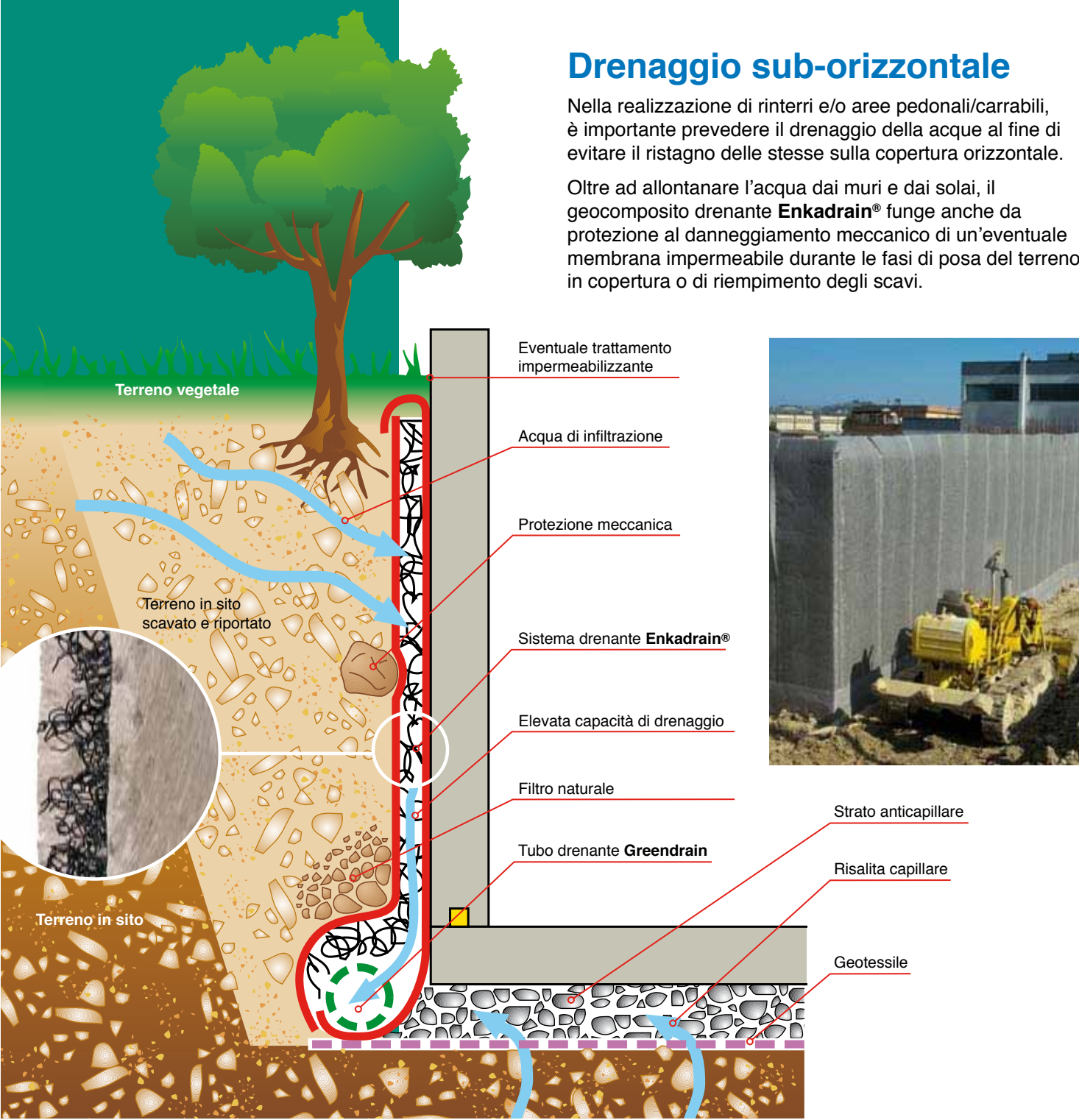
## Drenaggio verticale

I muri di fondazione manifestano molto spesso dei problemi dovuti al ristagno di acqua a contatto con la struttura, che non vengono risolti neppure da un sistema di impermeabilizzazione. Essi possono creare dei danni alle strutture e/o dare origine a fenomeni indesiderati quali presenze di macchie di umidità o muffe sui muri, all'interno dell'edificio, dovuti all'infiltrazione di acqua nei locali interrati (taverna, cantina, garage). In questi casi l'utilizzo del geocomposito drenante **Enkadrain®** permette di realizzare un adeguato drenaggio a ridosso dell'elemento interrato.

## Drenaggio sub-orizzontale

Nella realizzazione di rinterri e/o aree pedonali/carrabili, è importante prevedere il drenaggio delle acque al fine di evitare il ristagno delle stesse sulla copertura orizzontale.

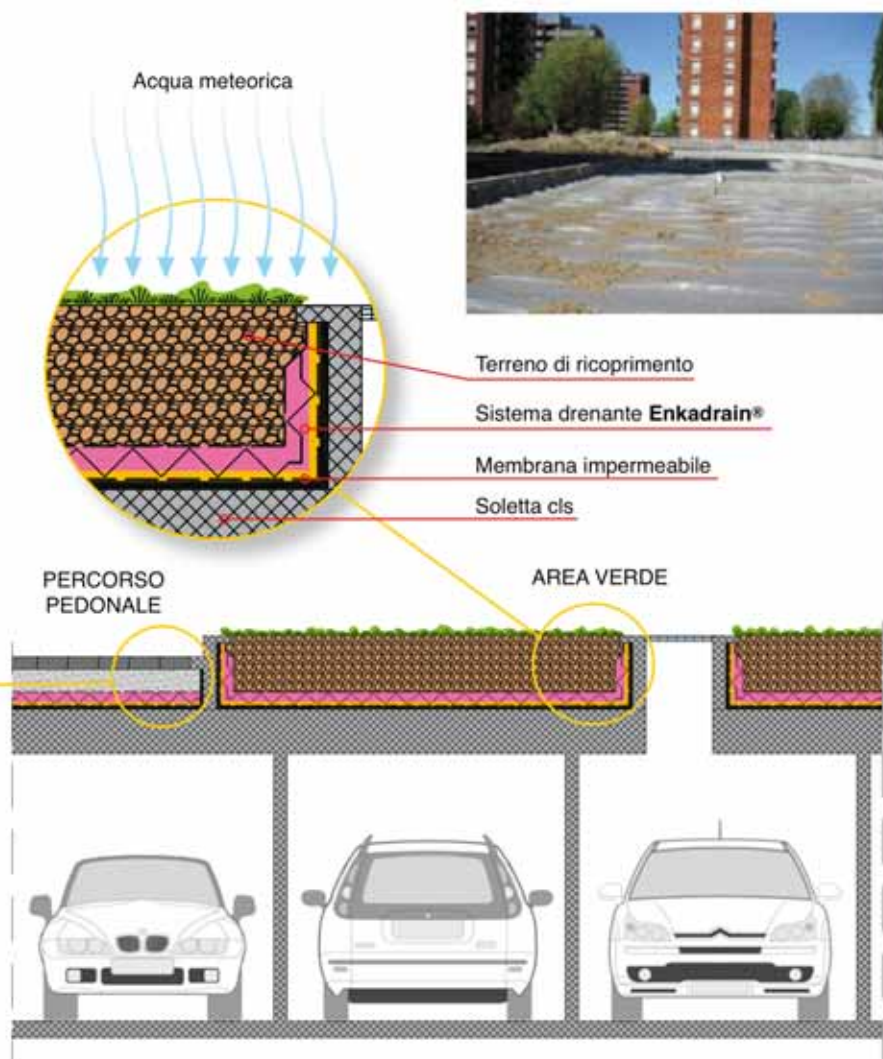
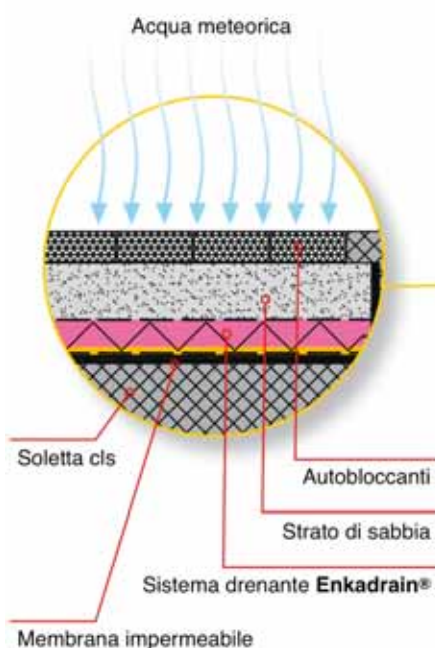
Oltre ad allontanare l'acqua dai muri e dai solai, il geocomposito drenante **Enkadrain®** funge anche da protezione al danneggiamento meccanico di un'eventuale membrana impermeabile durante le fasi di posa del terreno in copertura o di riempimento degli scavi.





## Aree pedonali e/o carrabili

Per le aree pedonali e/o carrabili realizzate con massetti autobloccanti si consiglia di realizzare uno strato di allettamento in sabbia/ghiaia di spessore  $s \geq 6-12$  cm a seconda dei sovraccarichi in sommità.

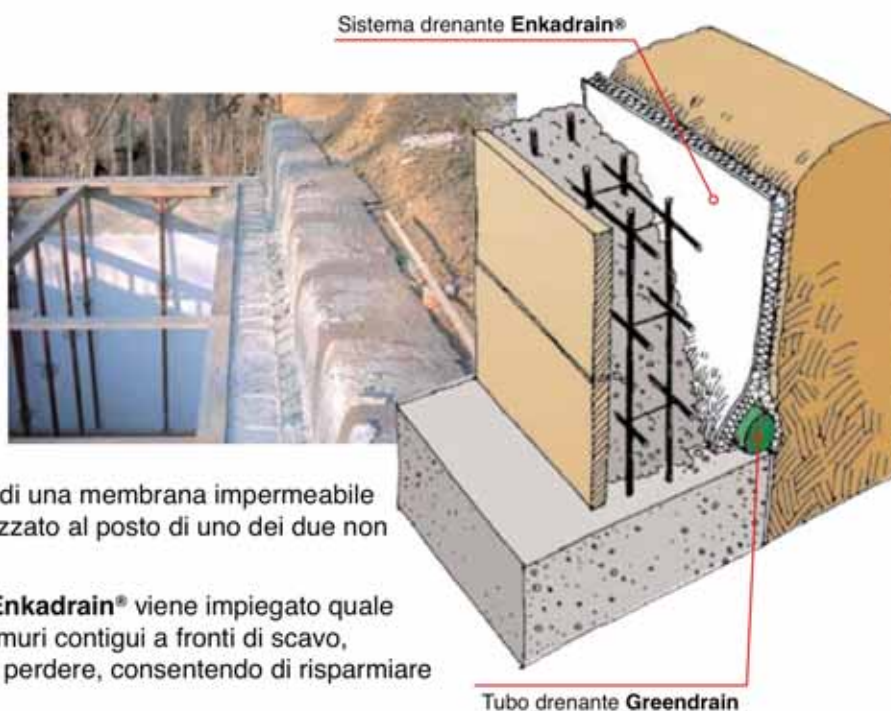


## Cassero a perdere

In determinate situazioni risulta tecnicamente ed economicamente vantaggioso utilizzare un geocomposito drenante che abbia nello stesso tempo anche la funzione di cassero a perdere, in sostituzione dei sistemi tradizionalmente impiegati.

Per questo motivo sono stati sviluppati i modelli **Enkadrain® CK** ed **Enkadrain® CKL**, muniti da un lato di una membrana impermeabile in PVC oppure di un filtro impermeabilizzato al posto di uno dei due non tessuti presenti sul geocomposito.

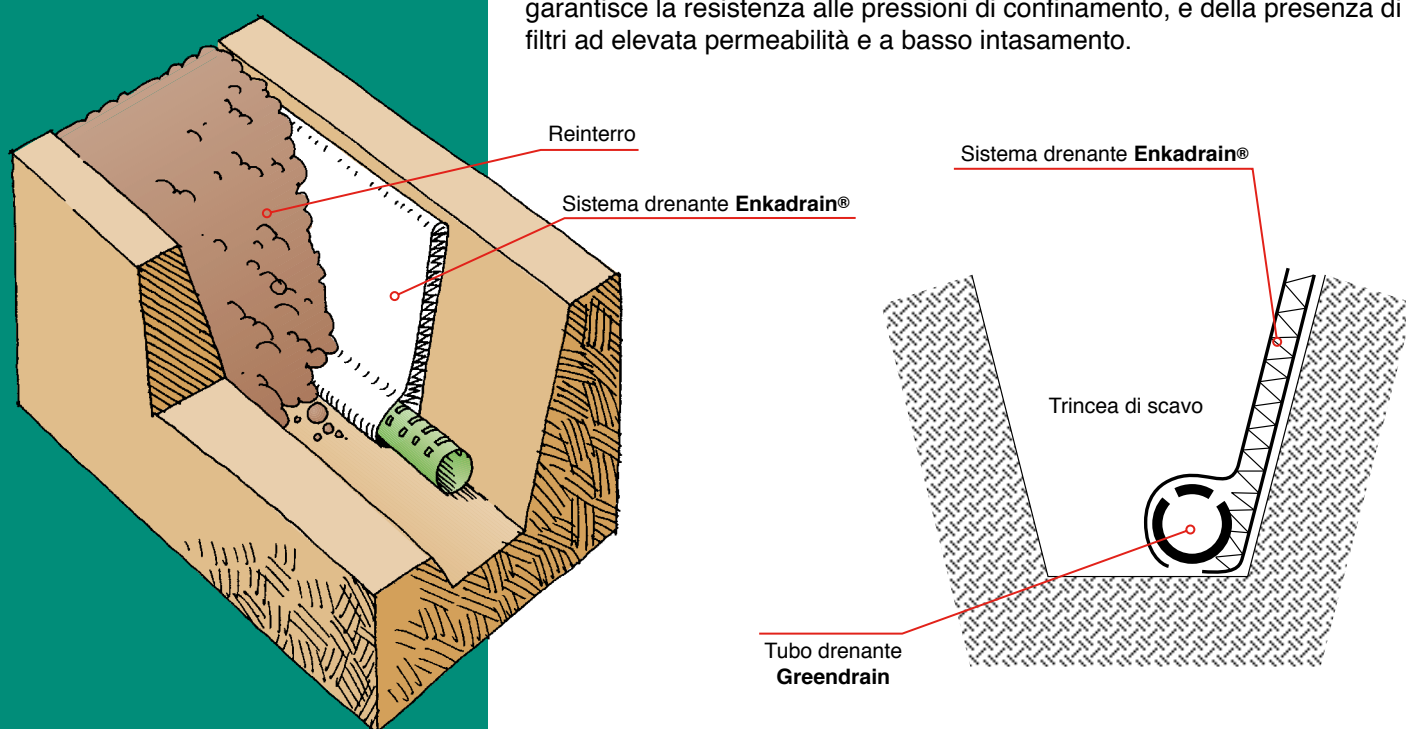
In questo caso particolare, pertanto, l'**Enkadrain®** viene impiegato quale strato drenante tra strutture adiacenti (muri contigui a fronti di scavo, palancole, berlinesi) e come cassero a perdere, consentendo di risparmiare sui volumi di scavo.





## Enkadrain®: realizzazione di trincee drenanti

L'utilizzo dell'**Enkadrain®** presenta notevoli vantaggi e benefici rispetto ad un sistema di drenaggio di tipo tradizionale, realizzato con materiale granulare racchiuso da un geotessile non tessuto di filtro separazione. Nel caso delle trincee drenanti, la tecnologia consente di utilizzare come corpo drenante un geocomposito in sostituzione dell'usuale materiale inerte. Tali strutture, sebbene di spessore limitato, sono in grado di evacuare elevate quantità d'acqua in considerazione della struttura del nucleo, che garantisce la resistenza alle pressioni di confinamento, e della presenza di filtri ad elevata permeabilità e a basso intasamento.



Rispetto ad altri sistemi, la realizzazione di trincee drenanti mediante l'utilizzo dell'**Enkadrain®** presenta alcuni rilevanti aspetti di cui tenere conto, riguardanti l'esecuzione dei lavori.

- Lo scavo a sezione stretta e profonda, compatibilmente con le caratteristiche e le condizioni del terreno in sito, consente una notevole rapidità di esecuzione; in tal modo è generalmente possibile effettuare la posa nell'ambito del tempo di autosostentamento delle pareti di scavo.
- Il tubo **Greendrain** viene assemblato all'**Enkadrain®** a bordo scavo prima che lo scavo stesso venga effettuato: in questo modo, il sistema **Enkadrain®** + **Greendrain** viene calato dall'alto nella trincea, senza la necessità che le maestranze scendano a fondo scavo. Questa modalità di posa garantisce una considerevole diminuzione dei rischi per gli operatori.

Si ricorda inoltre che utilizzando l'**Enkadrain®** non è necessario lo smaltimento in discarica del materiale di scavo, perché lo stesso viene utilizzato per il rinterro; inoltre, non sono necessari né l'approvvigionamento né la movimentazione di pesanti e costosi materiali granulari naturali, non sempre facilmente reperibili.



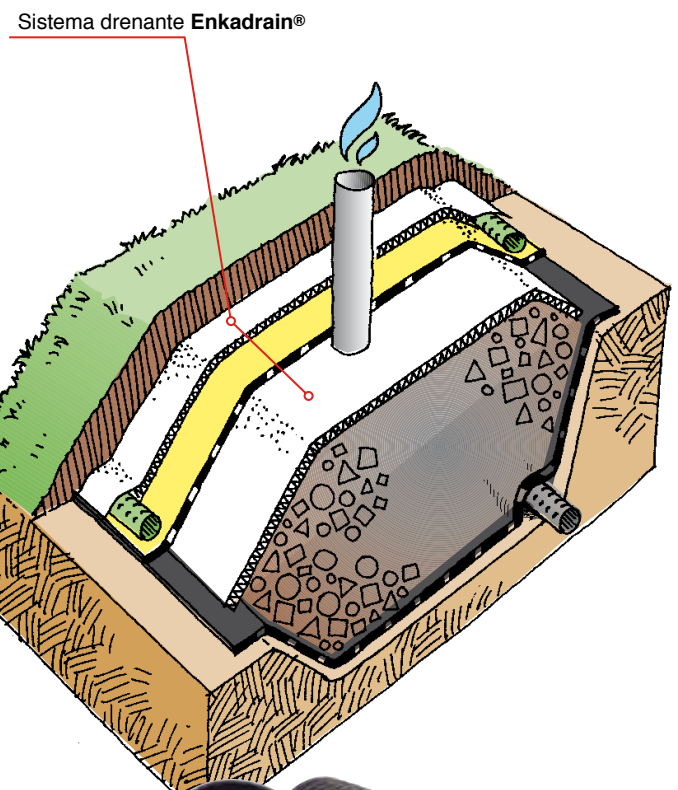
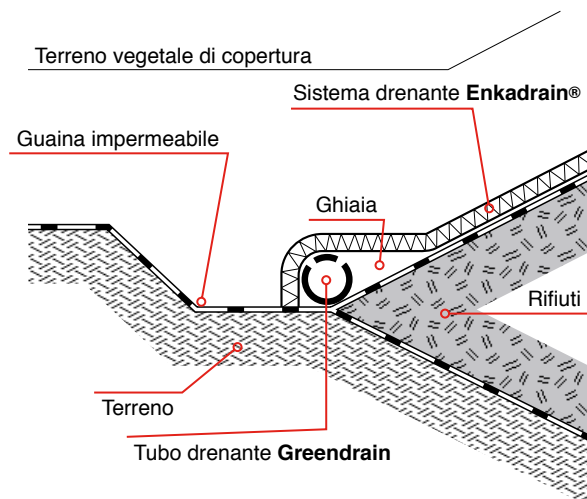
# Enkadrain®: drenaggio nel settore discariche e messa in sicurezza di siti inquinati

L'**Enkadrain®** viene utilizzato da parecchi anni, con successo, per la realizzazione dei sistemi drenanti in copertura di discariche e di siti inquinati. In particolare, il suo impiego viene previsto per:

- il drenaggio delle acque meteoriche
- la captazione del biogas

I principali benefici ottenuti dall'uso in alternativa ai materiali drenanti naturali, secondo il principio dell'equivalenza, sono:

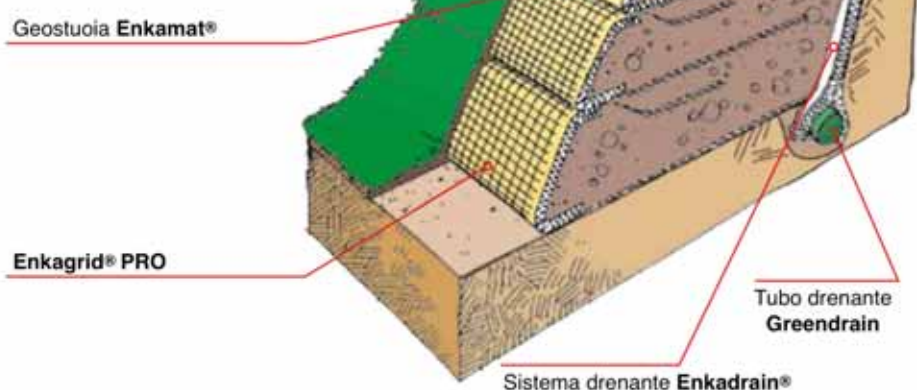
- Riduzione del carico sul corpo rifiuti
- Massimizzazione delle volumetrie di rifiuti stoccabili
- Bassa movimentazione di materiali inerti con sicuro vantaggio ambientale sia in fase di approvvigionamento che di trasporto.
- Rapidità di posa in opera





## Enkadrain®: terre rinforzate

Nella realizzazione delle terre rinforzate è opportuno valutare la posa di un sistema drenante (**Enkadrain®** e tubo microfessurato **Greendrain**) a tergo dell'opera, al fine di evitare sovrappressioni nel corpo rinforzato.



### L'importanza della verifica a lungo termine

Affinchè un geocomposito drenante sia in grado di svolgere le sue funzioni, esso deve essere correttamente dimensionato, verificando che i valori di capacità drenante richiesti siano verificati anche nel tempo (drenaggio a lungo termine). Tale verifica si basa su prove di laboratorio che analizzano la variazione di trasmissività del geocomposito nel tempo.

La **HARPO spa** - divisione **seic geotecnica** è in grado di guidare il professionista nel dimensionamento del sistema drenante, consigliando l'ideale modello di **Enkadrain®** da impiegare caso per caso; le verifiche vengono effettuate analizzando i valori di capacità drenante che l'**Enkadrain®** deve garantire sia "a breve" che "a lungo termine" (10-20-100 anni).





# Campi di impiego

Modello di Enkadrain®	Drenaggio verticale (muri in c.a., opere in terra rinforzata)	Drenaggio orizzontale (riferri, coperture a verde)	Drenaggio orizzontale (aree carrabili, aree pedonali)	Cassero drenante a perdere	Trincee drenanti	Drenaggio in discarica, siti inquinati	Terre rinforzate
ST	◇	◇			◇		◇
TP	◇	◇	◇				
CK				◇			
5006H	◇	◇ Per interventi su superfici >500 mq di forma regolare	◇ Per interventi su superfici >500 mq di forma regolare		◇	◇	
5004C			◇ Per interventi su superfici >500 mq di forma regolare			◇	
5006C/3 5006C/5	◇				◇ Per profondità da 3 a 6 m		
Findrain 5006H/0.5 Findrain 5006H/1.0					◇ Per profondità da 0,5 a 1,5 m		



## Posa in opera

L'**Enkadrain®** è leggero e può essere facilmente tagliato con un cutter o con delle forbici. La sua eccezionale flessibilità consente di farlo aderire accuratamente agli spigoli ed agli angoli delle murature.

In funzione del tipo di applicazione i diversi modelli di **Enkadrain®** vengono forniti in rotoli di larghezza e peso specifici.

Nel settore edilizia generalmente l'**Enkadrain®** viene fornito in rotoli maneggevoli e molto leggeri di larghezza 1 m. I non tessuti filtranti debordano su un lato di 10 cm per consentire la sovrapposizione in corrispondenza delle giunzioni.

Per la realizzazione di trincee drenanti vengono forniti rotoli di diverse larghezze in relazione alla profondità della trincea da realizzare.

Nelle applicazioni in discarica vengono generalmente forniti rotoli di larghezza pari a 5 m, che consentono una posa rapida.

## Settore edilizia

### Posa in verticale

In verticale l'**Enkadrain®** viene fissato in sommità mediante chiodi o colle e srotolato dall'alto verso il basso.

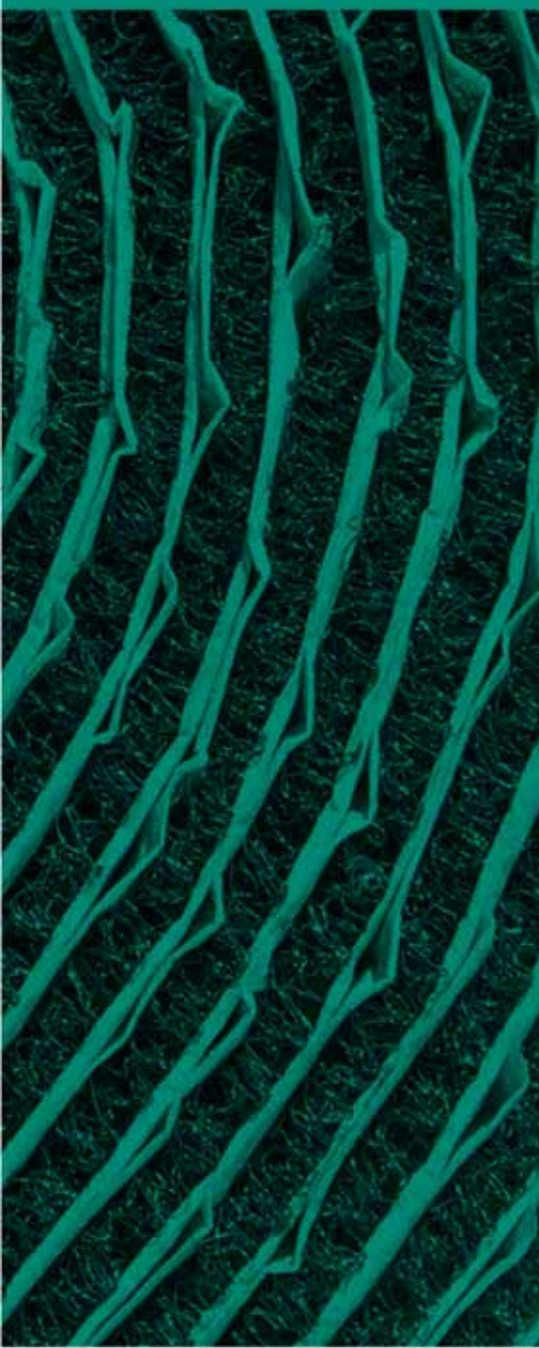
La cimosa dei non tessuti filtranti va opportunamente sovrapposta in corrispondenza delle giunzioni. Alla base dell'opera è posato il tubo microfessurato di raccolta delle acque, facendo particolare attenzione a proteggerlo con il non tessuto per evitarne l'intasamento.

Il riempimento dello scavo avviene con lo stesso materiale scavato in precedenza.

### Posa in orizzontale

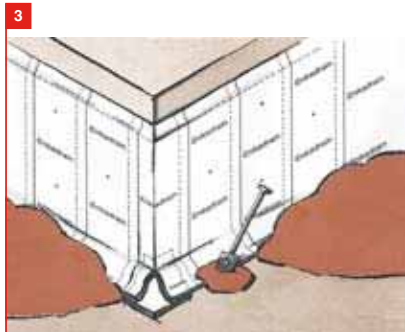
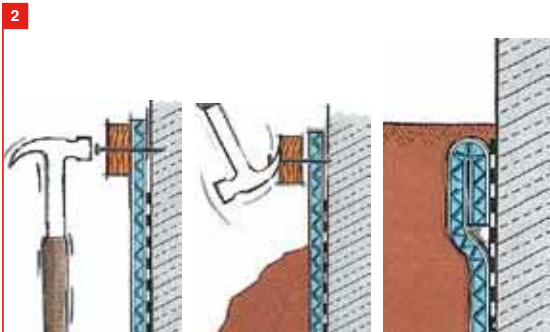
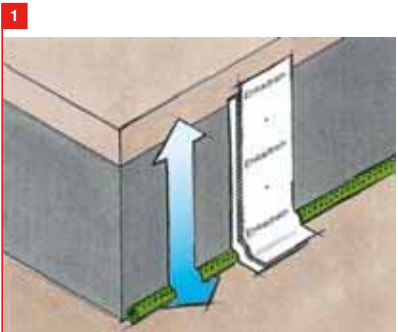
Per una corretta realizzazione del sistema di drenaggio, è necessario prevedere un'adeguata pendenza del sottofondo e dei tubi microfessurati di smaltimento delle acque.

Nella posa dell'**Enkadrain®** in orizzontale occorre prestare attenzione nell'effettuare la sovrapposizione della cimosa tra rotoli adiacenti.

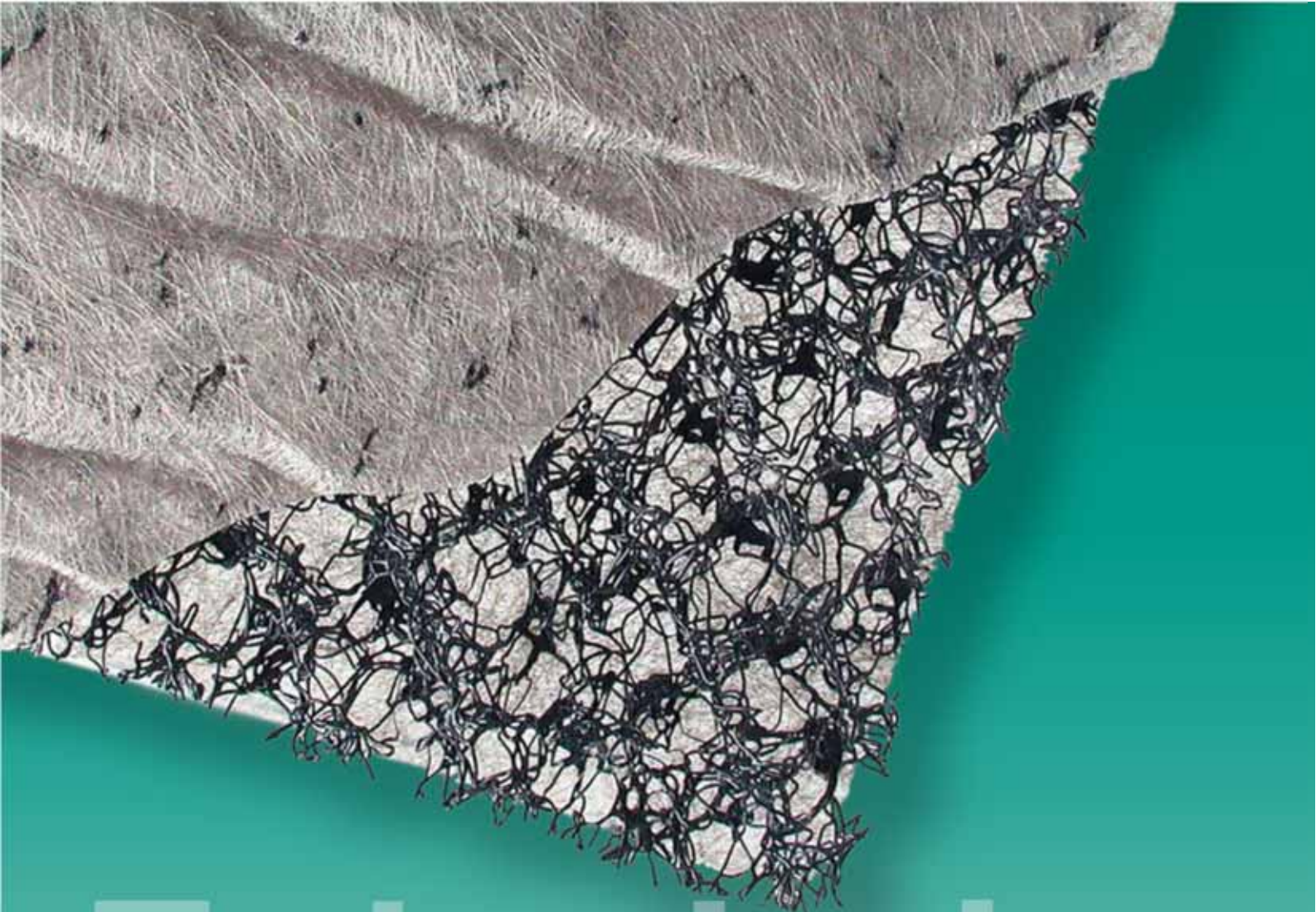


Per altre applicazioni contattare l'Ufficio Tecnico **seic geotecnica**.









Enkadrain®







### Servizio d'informazione

La commercializzazione di prodotti è solo una delle componenti del servizio che la **divisione seic geotecnica** della **Harpo spa** fornisce, infatti possiamo provvedere all'assistenza tecnica in ogni fase del progetto per permettere ai nostri clienti di essere in grado di far il miglior uso dei materiali impiegati. Sono disponibili pubblicazioni, manuali, documentazione tecnica, guide per la posa dei materiali e depliant in modo da fornire un supporto completo alla progettazione e realizzazione dei lavori.

### Assistenza tecnica alla progettazione

Il nostro ufficio tecnico è a disposizione della clientela per una corretta scelta dei materiali e per l'assistenza in fase di progettazione.

### Rete di agenzie

La **divisione seic geotecnica** della **Harpo spa** è presente in tutto il territorio nazionale con una capillare rete di agenzie a Vostra disposizione per ogni richiesta.

**COLBOND**  
GEOSYNTHETICS



**Colbond Geosynthetics**  
produttrice dei materiali  
**Enkagrid<sup>®</sup>, Enkamat<sup>®</sup>, Enkadrain<sup>®</sup>, Colbondrain<sup>®</sup>**  
Organizzazione con sistema di gestione certificato  
Norma NEN-EN-ISO 9001:2008



Organizzazione con sistema di gestione per la qualità  
certificato ISO 9001:2000 - Certificato N. IT03/0851