

INTAS

Istituto Nuove Tecnologie Ambientali Sistemiche

IL DRENAGGIO IN EDILIZIA



Il drenaggio allontanando l'acqua dai terreni a contatto con i manufatti consente la loro salvaguardia oltre il rispetto e la protezione della salute di coloro che con questi vivono a contatto, ottenendo oltre che dei vantaggi economici una migliore qualità della vita che non può essere tale se non si salvaguardia l'Ambiente in cui si vive.

IL DRENAGGIO IN EDILIZIA

**Soluzioni e tecniche per la realizzazione
di sistemi drenanti tecnicamente efficienti
ed Ambientalmente compatibili**

INDICE

1. INTRODUZIONE	pag.	1
1.1 – Definizione semplificata di drenaggio	pag.	1
1.2 – Perché drenare in edilizia	pag.	1
1.3 – Necessità del drenaggio	pag.	2
1.4 – Quando si deve drenare	pag.	2
1.5 – Dove drenare	pag.	3
2. IL DRENAGGIO VERTICALE	pag.	5
2.1 – I parametri fondamentali del drenaggio	pag.	5
2.2 – Come drenare	pag.	6
3. IL DRENAGGIO VERTICALE IN EDILIZIA	pag.	10
3.1 – Esempio	pag.	13
4. REQUISITI FONDAMENTALI DEI GEOCOMPOSITI DRENANTI	pag.	16
5. CRITERI DI DIMENSIONAMENTO	pag.	19
6. PROCEDUA DI DIMENSIONAMENTO	pag.	21
6.1 – Dimensionamento drenaggio verticale	pag.	21
6.2 – Esempio di drenaggio verticale	pag.	21
7. POSA IN OPERA	pag.	24
7.1 – Drenaggio verticale	pag.	24
7.2 – Il drenaggio orizzontale sotto le fondazioni	pag.	25
8. CRITERI DI DIMENSIONAMENTO DEL GEOTESSILE NON TESSUTO	pag.	29

1. INTRODUZIONE

1.1 Definizione semplificata di drenaggio

Il drenaggio è l'azione di allontanare l'acqua dai terreni per consentire, tramite un loro prosciugamento, un consolidamento e quindi una maggiore stabilità e riduzione delle spinte dietro i manufatti o la salvaguardia dei manufatti stessi o la salute di coloro che vivono a contatto con i manufatti.

Il drenaggio risulta necessario quando si è in presenza di terreni che non siano naturalmente drenanti (sabbie grosse-ghiaie) o impermeabili come le argille.

1.2 Perché drenare in Edilizia

Nel campo dell'edilizia e quindi per tutti quei manufatti destinati a restare direttamente e continuamente a contatto con l'uomo il drenaggio risulta necessario ed indispensabile in quanto oltre a salvaguardare e prolungare la vita dei manufatti stessi consente soprattutto mantenendo gli ambienti salubri di preservare la salute dei fruitori degli immobili stessi.

Infatti i materiali da costruzione possono subire una veloce degradazione per la presenza di acqua dovuta ad umidità ascendente o d'infiltrazione, con la manifestazione di danni di vario genere, principalmente di tipo meccanico (azione dei sali soprattutto nella zona superficiale), di tipo chimico e meccanico (carbonatazione delle opere in c.a. e conseguente corrosione delle armature) con diminuzione della sezione efficace dell'armatura ed espulsione del copriferro, quindi una diminuzione sensibile della sezione resistente del calcestruzzo, con una netta diminuzione del grado di sicurezza dell'opera.



La degradazione della salute dei fruitori degli immobili non risulta da meno rispetto a quella dei materiali, infatti il soggiornare per lunghi periodi in locali caratterizzati da elevata presenza di umidità comporta diverse tipologie di

inconvenienti che interessano direttamente l'apparato scheletrico con un sensibile aumento delle patologie legate alla manifestazione di artrosi ed artriti.

Anche l'apparato respiratorio risulta interessato sia in maniera diretta con manifestazioni di tipo bronchitico, che indiretta dovute alla presenza di spore di muffe e funghi che, proliferando bene nelle superfici con presenza di umidità, diffondendosi nell'aria sollecitano continuamente l'apparato respiratorio dando vita a fenomeni anche di tipo allergico.

Risultano anche possibili danni a livello dell'apparato cardiovascolare, in ogni caso anche se inizialmente ed apparentemente non risultano evidenti patologie di qualche tipo, l'organismo degli occupanti risulterà continuamente soggetto e sollecitato da azioni che interessano in maniera continuativa le sue difese rendendolo più sensibile anche ad aggressioni di altro tipo, non in diretta relazione con l'immobile e la presenza di umidità.

L'aspetto estetico con i relativi effetti psicologici sui fruitori dell'immobile non risultano situazioni del tutto trascurabili, come pure la perdita di valore economico dell'immobile stesso.

1.3 Necessità del drenaggio

Il drenaggio oltre a risultare necessario per salvaguardare l'integrità dei manufatti e la salute degli utilizzatori risulta altresì indispensabile per diminuire le spinte che i terreni possono esercitare sui manufatti stessi per cui avere a parità di struttura un grado di sicurezza superiore o a parità di sicurezza un costo minore dovuto ad un dimensionamento più mirato del manufatto.

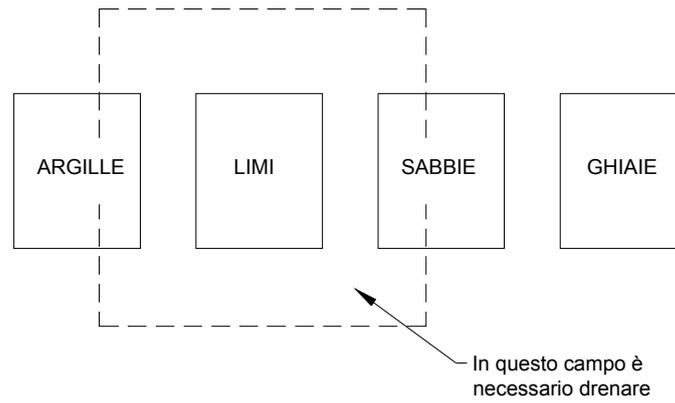
Infatti la spinta che agisce su un manufatto di contenimento nel caso di un terreno saturo può risultare anche oltre il doppio rispetto ad un terreno asciutto.

1.4 Quando si deve drenare

I terreni in generale possono essere classificati in : ghiaie, sabbie, limi e argille; passando da terreni a componente ghiaiosa, caratterizzati da una granulometria elevata, alle argille con granulometria molto limitata la permeabilità diminuisce fino a diventare praticamente nulla.

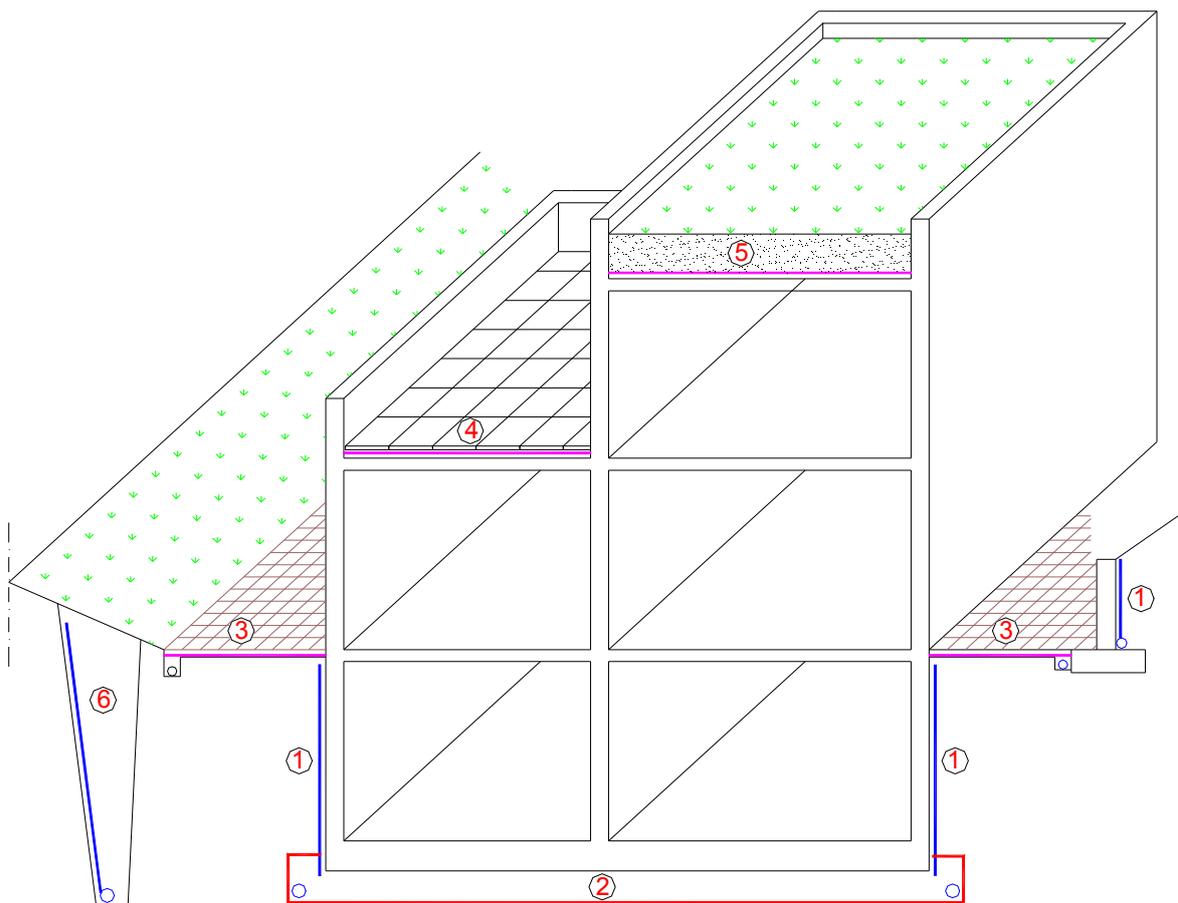
Per cui il drenaggio non risulterà necessario né nella ghiaia e sabbia grossolana che già sono drenanti di per sé, né nelle argille che si possono considerare impermeabili.

Nei terreni a prevalente composizione limosa risulta sempre opportuno prevedere un drenaggio come evidenziato nella figura seguente.



In particolare la granulometria sarà compresa tra circa 0,006 e 0,6 mm.

1.5 Dove drenare - i vari possibili drenaggi in edilizia



La grossa parte delle problematiche relative al drenaggio in edilizia possono essere riassunte nei punti seguenti ed in particolare:

1. Drenaggio verticale dietro strutture di contenimento
 - Muri esterni di contenimento
 - Muri perimetrali di cantinati
2. Drenaggio orizzontale sotto le fondazioni e pavimentazioni
3. Drenaggio orizzontale sotto la pavimentazione flessibile dei parcheggi
4. Drenaggio orizzontale nei tetti rovesci con pavimentazione flessibile
5. Drenaggio orizzontale nei Giardini pensili
6. Drenaggio verticale per consolidamento terreno ed abbattimento falda

Nella presente nota si tratterà esclusivamente dei primi due punti, rimandando ad una successiva sul DRENAGGIO ORIZZONTALE ED I GIARDINI PENSILI la trattazione dei punti 3, 4 e 5; mentre la tipologia del punto 6 sarà inserita nella terza pubblicazione riguardante IL DRENAGGIO NELLE OPERE STRADALI.

2. IL DRENAGGIO VERTICALE

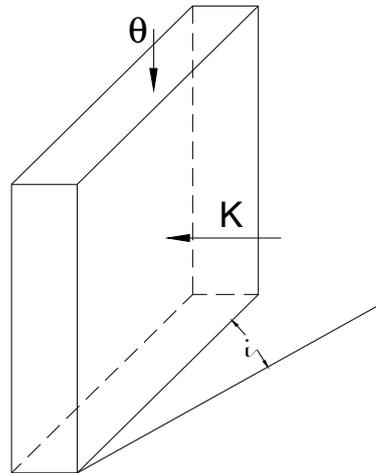
2.1 I parametri fondamentali del drenaggio: richiami di teoria

I parametri che risultano fondamentali per un qualsiasi drenaggio risultano almeno tre ed in particolare: la **Permeabilità**, la **Trasmissività** ed il **Gradiente idraulico**

θ Trasmissività

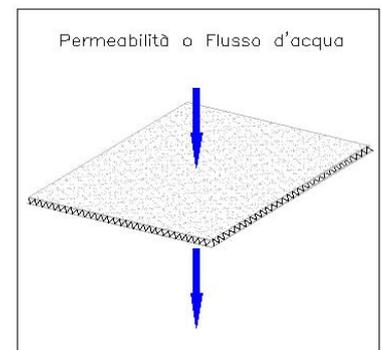
K Permeabilità

i Gradiente



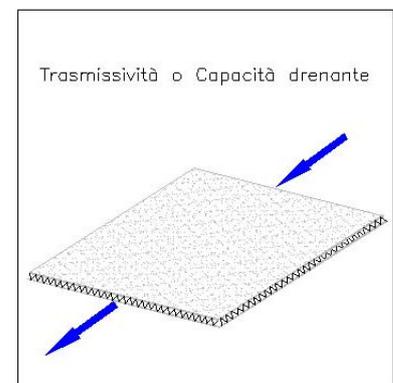
La Permeabilità (K)

Misura la capacità di un materiale di lasciarsi attraversare da un liquido nella direzione perpendicolare alla sua superficie, o in altri termini è il flusso d'acqua che riesce a passare attraverso un materiale nella direzione perpendicolare ad esso. Viene indicata col simbolo "K" e si esprime in metri al secondo (m/s) o in litri al secondo per metro quadro (l/s.m²), il valore risulta variabile in funzione della pressione a cui è soggetto il materiale in esercizio.



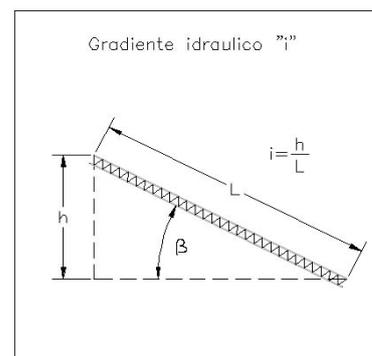
La Trasmissività (θ)

Esprime la capacità di scarico del materiale drenante in funzione dello spessore dell'elemento stesso, ovvero il flusso d'acqua che il materiale riesce a smaltire nella direzione verticale. Viene indicata col simbolo " θ " e si esprime in litri al secondo per metro (l/s.m) di larghezza del dreno, essendo prefissato lo spessore dello stesso.



Il Gradiente Idraulico (i)

Esprime il rapporto tra la differenza di quota e la lunghezza dell'elemento drenante, viene in genere espressa in percentuale o con valore oscillante tra 1 (verticale) e 0 (orizzontale), fisicamente rappresenta la pendenza del dreno. Si indica col simbolo "i" dal gradiente idraulico dipenderà direttamente la velocità con cui le acque captate si allontanano lungo il dreno.



2.2 Come drenare: Il drenaggio nel passato "l'età della pietra"

Per allontanare l'acqua dal terreno da sempre il materiale utilizzato a questo scopo è stata la pietra, infatti uno spessore di pietrame collocato in mezzo al terreno consente di realizzare una struttura con elevato grado di vuoto che di conseguenza azzerando le pressioni neutre esplica un'azione di richiamo nei confronti dell'acqua presente nel terreno.

L'elevato grado di vuoto permette altresì di realizzare anche una via preferenziale di allontanamento per le acque drenate anche in mancanza di uno specifico manufatto (tubo drenante, canaletta o cunicolo).

L'ottenimento di un alto grado di vuoto necessita l'uso di materiale con pezzatura grossolana, questa situazione vantaggiosa per un verso risulta presentarsi di contro anche degli svantaggi che tendono ad annullare la funzionalità del manufatto.

Infatti una elevata dimensione dei vuoti nel materiale arido consente un suo veloce intasamento da parte del terreno adiacente, intasamento tanto più veloce quanto maggiore risulta la presenza d'acqua e quindi il possibile trasporto del materiale fino da parte di questa all'interno del dreno, l'intasamento del dreno diminuisce velocemente l'efficienza dello stesso fino ad inficiarne totalmente il funzionamento.

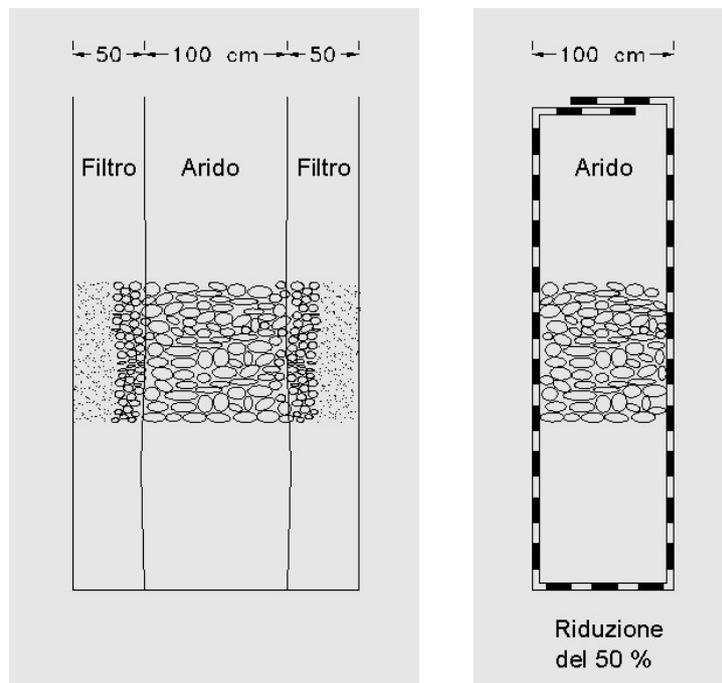
Il tentativo di aumentare l'efficienza ha portato alla messa a punto dei filtri, ancora costituiti, con materiale arido a granulometria via via minore man mano che ci si sposta verso il terreno.

La formazione del filtro con materiale naturale tende a mantenere alta l'efficienza del dreno aumentandone però la complicazione, in quanto su ogni lato del dreno a contatto con il terreno comporta l'incremento considerevole di spessore del dreno stesso che si traduce in tutta una serie di problematiche, le cui principali oltre la complicazione non indifferente dell'intervento, si possono riassumere in:

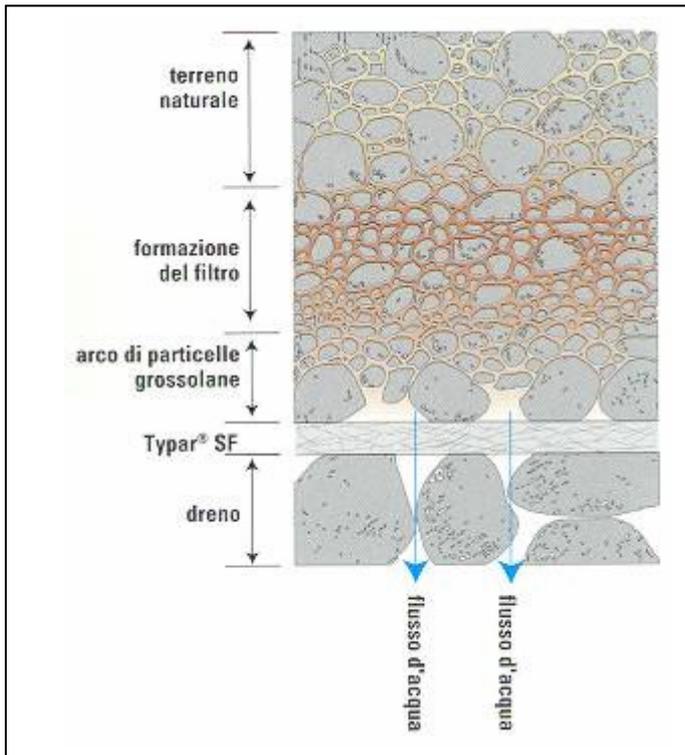
- Grosse difficoltà di realizzazione
- Grossi ingombri
- Grande volume di materiale lavorato con peso elevato
- Grossi costi
- Velocità di realizzazione molto bassa
- Elevati pericoli per gli operatori
- Necessità di grossi scavi e grossi volumi di scavo da smaltire

Per limitare gli ingombri e risolvere le problematiche legate all'eccessiva complicazione della realizzazione dei filtri naturali, sono stati messi a punto i geotessili non tessuti, i quali consentono con spessori estremamente esigui di realizzare la funzione di separazione e filtro permettendo quindi il passaggio solamente dell'acqua ed evitando la miscelazione di materiali diversi.

In sintesi i geotessili non tessuti consentono, eliminando il filtro naturale, di ridurre gli spessori dei dreni realizzando tra le altre cose una semplificazione, velocizzazione oltre ad un risparmio di costi ed un miglioramento non indifferente nella sicurezza del lavoro, cioè **i geotessili consentono di tenere alta l'efficienza dell'opera, tenendo alta la permeabilità, senza ulteriore complicazione della stessa.**



Questo effetto può essere ottenuto in quanto oltre ad un'azione meramente meccanica di separazione i geotessili non tessuti permettono, dal lato del terreno, la formazione di un filtro naturale che in realtà è quello che risulta efficace in maniera stabile nella funzione di filtro.

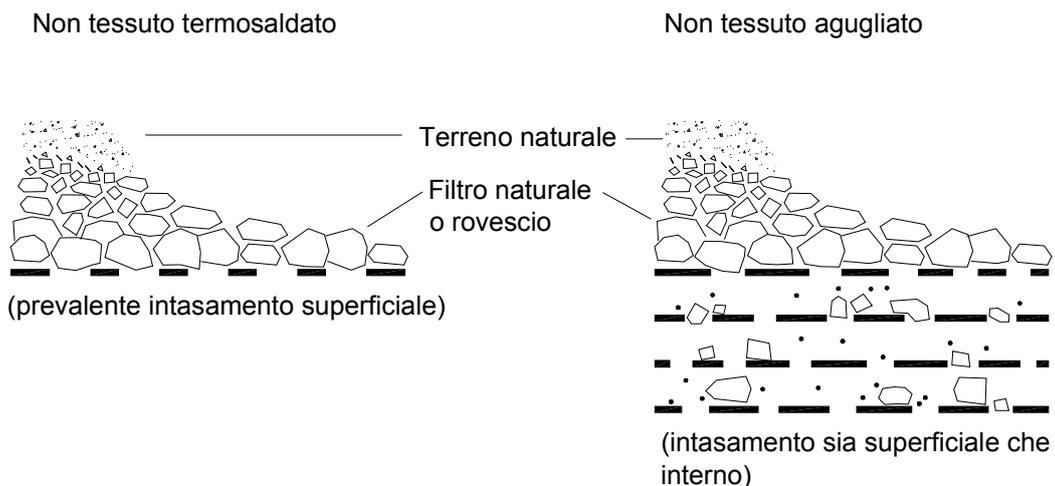


La funzione di filtro del geotessile consente di mantenere l'efficienza del dreno solo nel caso in cui il geotessile risulta non intasabile nel tempo, sia al livello superficiale (blinding - accecamento o blocking - occlusione superficiale) che al proprio interno (clogging - intasamento).

Per evitare l'intasamento superficiale (blinding o blocking) il geotessile deve presentare un elevato numero di pori con una loro distribuzione di tipo casuale che riprende la naturale struttura del terreno, mentre per prevenire l'intasamento (clogging) per il blocco delle particelle al suo interno, lo

spessore deve essere così limitato che questa evenienza risulti praticamente irrealizzabile in quanto il geotessile si comporta come un materiale bidimensionale.

Questa funzione viene perfettamente assolta dai geotessili non tessuti di tipo termosaldato i quali presentano spessori estremamente esigui, nettamente inferiore ad 1 mm ma con caratteristiche meccaniche ottime, contro gli agugliati che presentano spessori elevati e caratteristiche meccaniche limitate.



Per rendere immediato il grosso vantaggio dell'uso di un geotessile con adeguato diametro di filtrazione rispetto ad un dreno in pietrame con vuoti di 3 e 10 cm si riporta di seguito una tabella in cui il riferimento risulta un vuoto di 140 μ caratteristico di un geotessile non tessuto di tipo termosaldato.

Diametro dei vuoti		Rapporto tra dimensioni lineari	Rapporto tra aree
140	μ	1	1
3	cm	214	45.918
10	cm	714	510.204

Tabela 1 - Rapporto tra dimensioni lineari ed aree dei vuoti per un dreno con geotessile non tessuto e due con solo pietrame di diversa pezzatura.

Nella figura seguente risultano riportati gli stessi rapporti ma tradotti in dimensioni geometriche per una più immediata visione delle differenze.

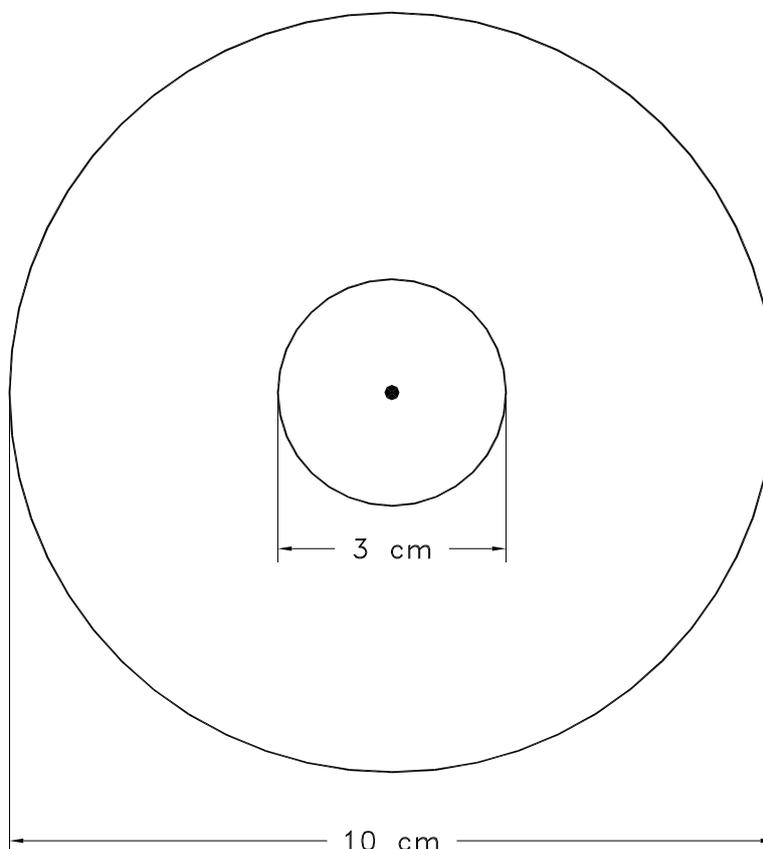


Figura 1 - Rapporto visivo tra aree vuote tra un geotessile non tessuto e due dreni con solo pietrame di diversa pezzatura.

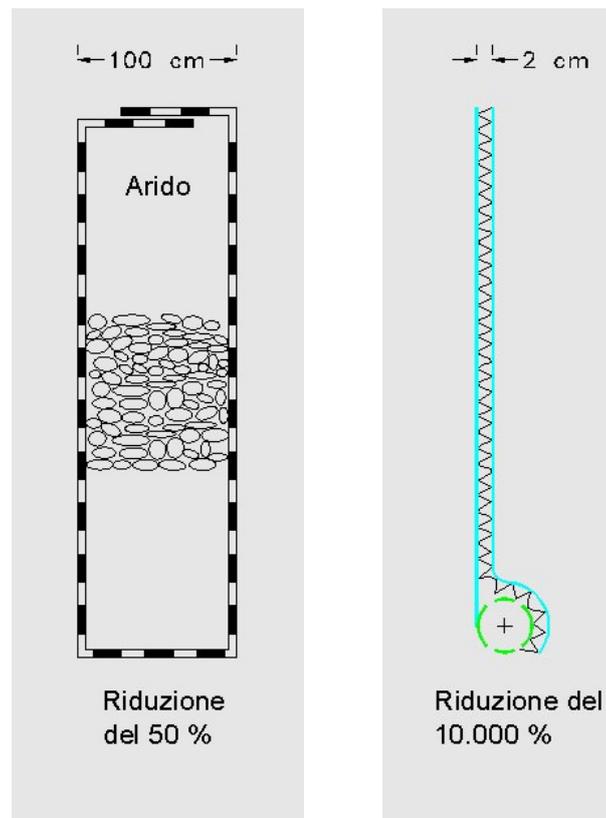
Di contro per evitare possibili danneggiamenti del materiale arido in fase di posa, il geotessile deve presentare delle buone caratteristiche meccaniche ed un alto valore di assorbimento d'energia (questo concetto sarà approfondito nel drenaggio orizzontale).

3 IL DRENAGGIO VERTICALE IN EDILIZIA

Nel drenaggio verticale negli ultimi 25 anni sono stati fatti dei considerevoli passi in avanti in quanto oltre a tenere alta la permeabilità dei dreni senza complicare la realizzazione degli stessi si è riusciti, con la nascita dei materiali geocompositi a mantenere alta la trasmissività dei dreni diminuendone considerevolmente lo spessore e le difficoltà di realizzazione.

Tutto ciò è stato ottenuto con la nascita del materiale denominato ENKADRAIN®.

L'Enkadrain® è un geocomposito drenante costituito esternamente da due geotessili non tessuti del tipo termosaldato, realizzati da monofilamenti in poliestere rivestiti in poliammide, accoppiati con una georete tridimensionale realizzata in monofilamenti intrecciati in Nylon che mantenendo uno spessore omogeneo, in funzione solo della pressione a cui risulta sottoposta, consente con un grado di vuoto superiore al 90 % di realizzare una eccezionale trasmissività del manufatto con un peso complessivo del materiale per metro quadro che risulta inferiore ad un chilogrammo.



Nel passare da uno spessore da 1 m ad uno di 2 cm si ha una differenza di circa il 5.000%, mentre del 10.000% rispetto alla soluzione tradizionale in pietra.

L'Enkadrain consente di mantenere l'efficienza del dreno diminuendo in maniera considerevole lo spessore e semplificando in modo evidente il lavoro.



L'Enkadrain è il prodotto che è riuscito a mantenere tutte le caratteristiche positive che deve presentare un dreno senza avere gli svantaggi legati all'uso dei materiali tradizionali, consentendo nel contempo il massimo risparmio di materie prime.

Un basso consumo di materie prime e conseguentemente di energia necessaria alla loro trasformazione con la conseguenza di ridurre gli impatti verso l'ambiente derivanti da inquinamenti atmosferici dovuti al trasporto, lavorazione, trattamento degli scarti, il conseguente impatto sul problema dei rifiuti con la creazione di impianti di trattamento o discariche per lo smaltimento ecc., consente di asserire che l'Enkadrain risulta una soluzione corretta e coerente con le problematiche ambientali.

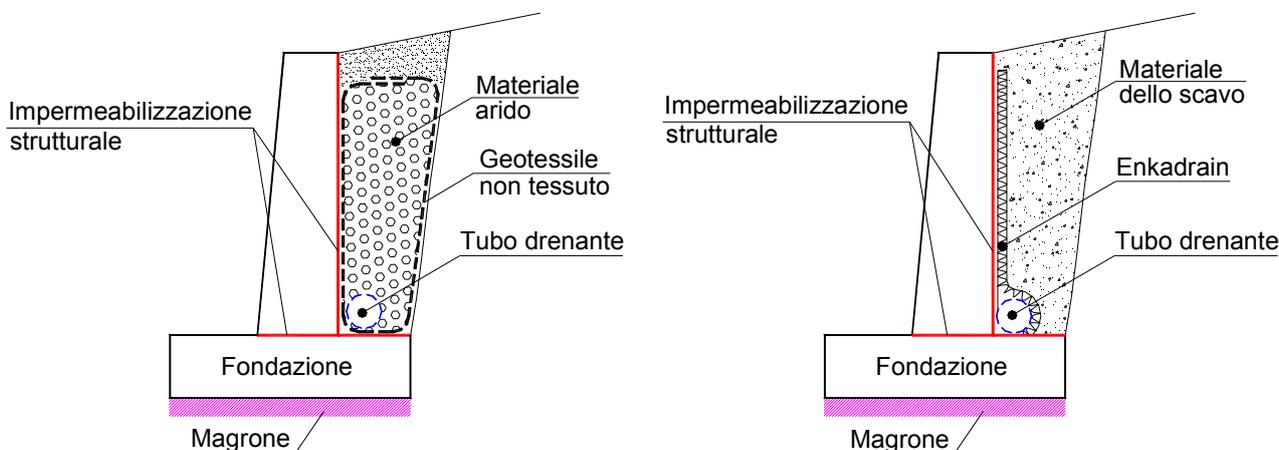
Per cui il geocomposito drenante utilizzato per risolvere i problemi di drenaggio risulta una soluzione che può definirsi di tipo sistemica, per cui nella risoluzione del problema che interessa contribuisce in maniera positiva al miglioramento di tutti i problemi globali che al problema affrontato risultano collegati.

L'estrema leggerezza del materiale e la sua particolare struttura consente di realizzare tutta una serie di vantaggi, rispetto ai drenaggi classici in materiale arido, tra i quali i principali sono riassunti nella tabella seguente:

Paragone Drenaggio dietro Muri		
Vantaggi – Svantaggi col sistema tradizionale		
	Sol. Tradizionale	Sol. Enkadrain®
Velocità di realizzazione	Molto Lenta	Molto Veloce
Peso dei materiali	Molto Elevato	Molto Leggero
Posa in opera	Faticosa	Molto Agevole
Volume scavo	Elevato	Più Limitato
Ingombro dello scavo	Esteso	Meno Esteso
Materiale a discarica	Tutto quello scavato	Nessuno
Mezzi in cantiere	Escavatore – Camions	Escavatore
Accessibilità zona intervento	Buona	Limitata
Materiale in arrivo	Tutto quello arido	Nessuno
Materiale riutilizzato	Nessuno	Tutto
Personale nello scavo	Si per tempi Lunghi	Si per tempi Brevi
Sicurezza nel lavoro	Limitata	Molto buona
Impatto ambientale del lavoro	Elevato (cave e discariche)	Nessuno si ricicla il materiale scavato
Sfridi (materiale imprevisto)	Elevati	Minimi
Reperibilità materiali	Normale	Ottima
Trasportabilità materiali	Mezzi meccanici	Manuale
Controllabilità lavoro	Media	Massima
Protezione meccanica del manto impermeabile	Necessaria	Non necessaria
Necessità del manto impermeabile	Si	No

3.1 Esempio

Un esempio di applicazione classica in edilizia è il drenaggio dietro i muri di contenimento, la differenza tra l'applicazione classica e quella con Enkadrain® è riportata nei due esempi seguenti.



Dagli esempi riportati può realizzarsi un paragone economico relativo alle due soluzioni, che viene riportato nella tabella seguente:

Paragone costi fra drenaggi dietro muro h = 3,00 m		
	Sol. Tradizionale	Sol. Enkadrain®
Trasporto e smaltimento*	$(5,25 \times 0,36) + (5,25 \times 2,50) =$ 14,99 €	-----
Materiale Arido	$4,20 \text{ m}^3 \times 19,50 \text{ €/m}^3 =$ 81,90 €	-----
Enkadrain®	-----	$3,00 \text{ m}^2 \times 13,30 \text{ €/m}^2 =$ 39,90 €
Geotessile non tessuto	$9,30 \text{ m}^2 \times 6,50 \text{ €/m}^2 =$ 60,45 €	-----
Tubo drenante ø 125	$1,00 \text{ m} \times 4,50 \text{ €/m} =$ 4,50 €	$1,00 \text{ m} \times 4,50 \text{ €/m} =$ 4,50 €
Totale €/ml	161,84	44,40

* il trasporto è considerato per la distanza di un chilometro (o all'interno del cantiere)

Per i prezzi per quanto possibile si è fatto riferimento al Prezzario della Regione Siciliana del 2004:

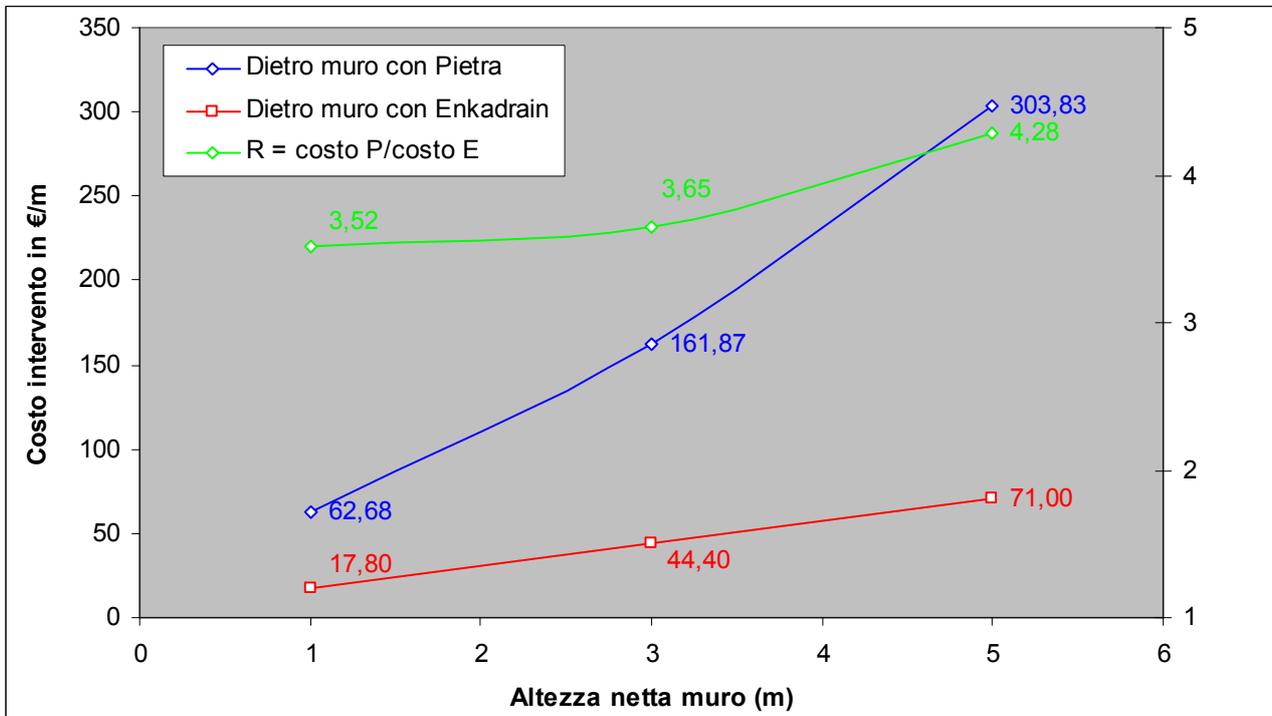
1.2.5	Trasporto	0,36 €/m³ * km
6.3.3	Costituzione di drenaggi (anche se la voce non risulta adeguata al tipo di lavoro da realizzare)	19,50 €/m³
1.6.2	Fornitura di stuoia drenante	13,30 €/m²
1.6.15	Geotessile non tessuto da 200 g/m ²	6,50 €/m²

Il rapporto costi tra soluzione tradizionale e quella con Enkadrain® è di **3,65** per cui, a parità di costi, per ogni metro lineare di drenaggio dietro muro eseguito in maniera tradizionale si possono realizzare **3,65** m di drenaggio dietro muro utilizzando la soluzione con l'Enkadrain®.

Le differenze dal punto di vista economico risultano sempre più evidenti man mano che la profondità del drenaggio dietro il muro aumenta, infatti si ha che mentre il costo della soluzione con l'Enkadrain® aumenta in maniera lineare con l'altezza del manufatto, nel caso della soluzione tradizionale il volume del materiale di scavo e quindi di riempimento aumenta in maniera geometrica quindi più rapidamente rispetto all'incremento lineare dell'altezza facendo lievitare i costi in maniera ancora più evidente.

A riprova di ciò si ha che per un drenaggio dietro muro della profondità di 5 m i costi previsti per la soluzione tradizionale risulterebbero essere di **303,83 €/m** mentre con l'Enkadrain® i costi sarebbero di **71,00 €/m**, passando da un rapporto costi tra Tradizionale/Enkadrain® di **3,65** nel caso della profondità di 3, a **4,28** nel caso del 5, evidenziando se ce ne fosse ancora di bisogno l'estrema convenienza economica della soluzione con Enkadrain®.

La figura seguente riassume i costi relativi al drenaggio dietro il muro della profondità di 1, 3 e 5, le curve riportate rendono evidente quanto appena detto dandone anche un andamento visivo più immediato.



Le differenze dal punto di vista economico risultano sempre più evidenti man mano che l'altezza del muro aumenta, infatti si ha che mentre il costo della soluzione con l'Enkadrain® aumenta in maniera diretta (lineare) con l'altezza del manufatto, nel caso della soluzione tradizionale il volume del materiale di scavo e quindi di riempimento aumenta in modo più rapido (geometrica) rispetto all'incremento di altezza facendo lievitare i costi in maniera ancora più evidente.

Lo stesso discorso risulta essere evidente per il drenaggio realizzato a tergo delle strutture di contenimento dei piani interrati, anzi la realizzazione di un drenaggio perfettamente efficiente consente di evitare la realizzazione di una doppia struttura ("indiana") che sposta semplicemente il problema, ma se anche riesce a garantire dalle acque laterali, nessuna soluzione pone a quelle provenienti dal basso.

Inoltre questa soluzione oltre a risultare molto costosa apre altre problematiche legate all'impermeabilizzazione e contatto con la struttura superiore di chiusura.

Oltre le differenze meramente economiche non bisogna trascurare le altre variabili che risultano avere un evidente peso economico anche se non immediatamente visibile a prima vista.

Parte di queste variabili risultano evidenziate nella tabella precedente mentre altre come "il tempo" raramente vengono prese in considerazione, nella metodologia di progettazione corrente, che tende a realizzare il minimo costo solamente per la fase di costruzione, invece di prendere in considerazione il minimo costo per una certa durata di vita utile del manufatto.

L'uso del geocomposito Enkadrain consente di mettere in accordo questi due aspetti in quanto riesce a realizzare un netto risparmio economico sia nel breve termine cioè in fase di costruzione, che nel lungo termine non necessitando interventi di ripristini e manutenzione in quanto il materiale risulta avere ottime caratteristiche che si mantengono nel tempo.

Queste caratteristiche risultano essere nettamente le migliori, per l'uso di materiali di ottima qualità, rispetto a materiali simili oggi presenti in commercio che tendono ad imitare un prodotto che ha dimostrato la sua efficienza da oltre 25 anni di applicazioni in tutto il mondo.

4. REQUISITI FONDAMENTALI DEI GEOCOMPOSITI DRENANTI

I geocompositi drenanti devono essere scelti essenzialmente in base alla loro capacità drenante sotto il carico di esercizio, nell'applicazione prevista.

Tuttavia, alcuni fattori influenzano in modo sostanziale tale capacità drenante nel tempo, ed è a tali fattori che occorre prestare la maggiore attenzione per l'identificazione del prodotto più indicato per lo specifico progetto.

Il nucleo centrale drenante deve essere costituito da una struttura non collassabile nel tempo sotto il carico costante di esercizio, in modo da non pregiudicare la trasmissività planare del geocomposito.

I non tessuti filtranti devono altresì garantire deformazioni sufficientemente basse, così da non intasare loro stessi la struttura drenante interna (deformazione al 10% della UTS).

Inoltre, essi devono minimizzare gli effetti di intasamento proprio dovuti al trattenimento di particelle fini di terreno (diametro di filtrazione).

Infine, i non tessuti filtranti e l'anima interna dovranno essere quanto meno possibile sensibili al "compressive creep", ovvero alla riduzione di spessore sotto carico costante.

Questi parametri garantiscono il mantenimento della permeabilità dei filtri nel tempo.

Per la determinazione della trasmissività la normativa EN ISO 12958 prevede che in condizioni standard la pressione venga applicata per mezzo di due membrane flessibili per simulare la compenetrazione del terreno.

Vi è però la possibilità, dichiarandolo nella scheda tecnica, di eseguire tale prova sostituendo una o entrambe le membrane con piastre rigide. La condizione di prova viene indicata con il seguente simbolismo:

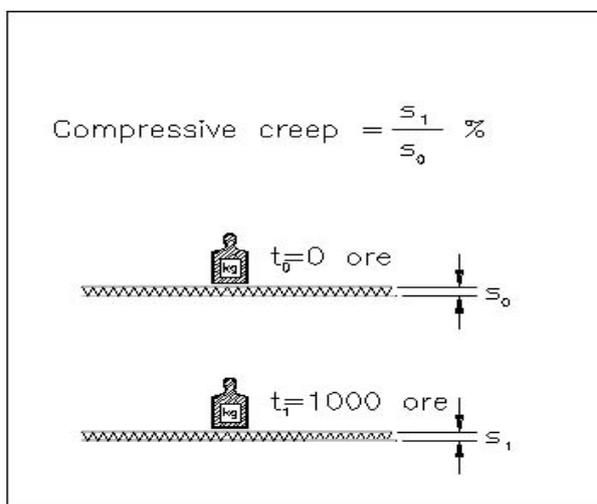
- F/F: due membrane flessibili.
- R/F: una membrana flessibile ed una piastra rigida.
- R/R: due piastre rigide

Perché una prova fornisca risultati rappresentativi, il tipo di opzione deve essere scelto in modo tale da simulare le condizioni 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 modo tale

da simulare l'azione esercitata sull'elemento drenante da parte del terreno e da parte del muro in calcestruzzo.

A differenza di quanto accade utilizzando una membrana flessibile, impiegando due piastre rigide non si tiene conto in maniera adeguata, della compenetrazione fra i geotessili filtranti ed il nucleo drenante, con il risultato di pervenire ad una valutazione in eccesso del valore di trasmissività ricercato, dal momento che il fenomeno di compenetrazione comporta una sensibile diminuzione della capacità drenante del geocomposito a causa della riduzione dell'indice di vuoti del nucleo.

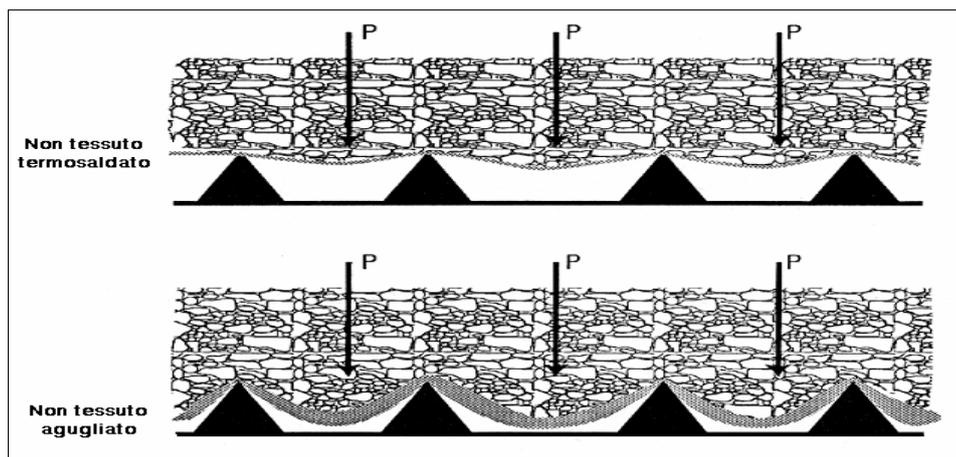


Compressive creep

Esprime la riduzione di spessore che un determinato materiale subisce quando è sottoposto a carichi elevati per lungo tempo. Viene espresso in termini di spessore percentuale residuo dopo un certo numero di ore di prova.

I non tessuti agugliati, a causa dell'elevato valore di creep, penetrano nel nucleo drenante e riempiendo parte dei vuoti disponibili causano una drastica riduzione del valore di trasmissività.

A supporto di quanto detto si riporta di seguito una tabella tratta dal SVG Geotextil Handbook 1992. Dopo 500 ore di applicazione di un carico pari al 25% del valore del carico a rottura i non tessuti agugliati presentano valori di deformazione percentuale compresi, a secondo dei modelli, fra 18.2% e 51%. Il non tessuto termosaldato impiegato come elemento filtrante nell'Enkadrain® nelle stesse condizioni si deforma invece del 2.8%.



Tipo geotessile filtrante	Peso [g/m ²]	Creep [%]		
		1 h	24 h	500 h
Agugliati				
Bidim B5	235	15.60	17.40	18.20
Fibertex F32 M	190	23.10	26.20	28.70
FLN 150	150	17.20	18.20	18.50
Secutex 201-3	225	33.90	39.50	51.00
Termosaldati				
Terram 2000	230	5.60	10.00	19.20
Typar 3857	290	1.50	2.30	3.80
Colback	125	1.80	2.30	2.80

Diametro di filtrazione dei geotessili filtranti

Il valore di tale parametro, generalmente indicato con O_{90} , dipende dalla metodologia di prova. Il metodo proposto ad esempio dal Franzius Institute tedesco prevede che il geotessile venga usato come un setaccio e che il diametro di filtrazione del geotessile venga di conseguenza definito come la frazione più grossolana di sabbia passante il geotessile nel quale si riscontra un quantitativo significativo di sabbia in relazione alla frazione corrispondente del campione originario di distribuzione granulometrica nota.

Dovendo le opere di drenaggio essere attivi e funzionali per tempi molto lunghi risulta di primaria importanza oltre le caratteristiche a breve termine anche e soprattutto quelle che ne caratterizzano il comportamento a lungo termine.

Diverse versioni dell'Enkadrain sono state testate per determinare il loro comportamento alla luce della norma EN ISO 12958 -R/F in modo da poter estrapolare il loro comportamento alla durata d'esercizio di 100 anni.

5. CRITERI DI DIMENSIONAMENTO

Un geocomposito drenante deve svolgere con efficacia le seguenti due funzioni:

- *Filtrazione*

Trattenere le particelle fini di terreno e permettere invece all'acqua di passare attraverso il geotessile filtrante ed arrivare al nucleo drenante.

- *Drenaggio*

Permettere all'acqua drenata di scorrere lungo la struttura drenante fino alla tubazione per poi essere allontanata.

Gli elementi che devono essere considerati in fase di dimensionamento sono numerosi:

- *Caratteristiche del geocomposito drenante*

diametro di filtrazione dei geotessili filtranti, permeabilità del geotessile filtrante, trasmissività del nucleo drenante, caratteristiche meccaniche del geocomposito drenante, caratteristiche chimiche del geocomposito drenante;

- *Caratteristiche del terreno*

distribuzione granulometrica del terreno, permeabilità del terreno, proprietà chimico fisiche;

- *Regime idraulico*

gradiente idraulico, regime di moto;

- *Condizioni di posa*

danneggiamento meccanico in fase di posa.

Il metodo semplificato di dimensionamento proposto nel seguito per comodità di utilizzo tiene in considerazione:

- *Distribuzione granulometrica del terreno (permeabilità del terreno)*

in terreni a forte componente argillosa o a forte componente ghiaiosa il ricorso ad un sistema di drenaggio non consente di ottenere risultati soddisfacenti, rispettivamente in considerazione della difficoltà ad essere attraversati dall'acqua e dell'elevata capacità di scarico, presentata da tali tipi di terreno, mentre garantisce ottimi risultati in terreni in cui la frazione predominante è quella sabbiosa-limosa. Pertanto il ricorso ad un sistema di drenaggio risulta necessario in terreni a media permeabilità, mentre risulta non opportuno in terreni caratterizzati da bassa e da alta permeabilità. Nonostante ciò la buona pratica consiglia sempre di posare un elemento drenante a tergo delle strutture interrato in fase

di realizzazione per evitare di dover poi intervenire in tempi successivi con oneri maggiori;

- *Trasmissività del geocomposito drenante*

L'elemento drenante dovrà garantire una trasmissività sufficiente a smaltire l'acqua in eccesso.

A tal proposito in Italia non esiste una normativa specifica riguardo alla capacità di scarico minima che deve essere garantita da un geocomposito drenante. In Germania la norma DIN 4095 fissa invece i seguenti valori di riferimento:

	Trasmissività
Drenaggio verticale	0,3 l/s·m
Drenaggio orizzontale	0,03 l/s·m

Per le abituali applicazioni in edilizia i modelli Enkadrain® 10 D, Enkadrain® E 20 C garantiscono una trasmissività ampiamente sufficiente a soddisfare le richieste progettuali. L'Enkadrain® è comunque prodotto in una vasta gamma di modelli in grado di garantire la soluzione di qualunque tipo di problema di drenaggio.

Si invita pertanto il progettista a contattare l'Ufficio Tecnico della Nostra società qualora i modelli proposti nella presente pubblicazione non garantissero adeguata capacità drenante per le applicazioni da realizzare.

CARATTERISTICHE IDRAULICHE						
Pressione	Enkadrain 10 D		Enkadrain E 20 C		Enkadrain ST	
	l/s*m	l/ora*m	l/s*m	l/ora*m	l/s*m	l/ora*m
10 kPa	2,6	9.360	4,0	14.400		
20 kPa	2,0	7.200	1,8	6.480	2,8	10.080
50 kPa	0,8	2.880	0,5	1.800	1,0	3.600
100 kPa					0,4	1.440

Enkadrain 10 D ** spessore 10 mm		Enkadrain E 20 C ** spessore 20 mm		Enkadrain ST *** spessore 22 mm	
Dimensioni m	Peso Rotolo kg	Dimensioni m	Peso Rotolo kg	Dimensioni m	Peso Rotolo kg
1 * 45	31	1 * 45	35	1 * 30	30

6. PROCEDURA DI DIMENSIONAMENTO

Si propone di seguito la procedura di dimensionamento di un sistema di drenaggio verticale realizzato impiegando un geocomposito drenante.

In allegato si fornisce inoltre esempio di dimensionamento relativo ad un sistema di drenaggio verticale posto a tergo di un muro di contenimento in c.a.

6.1 Dimensionamento drenaggio verticale

Con riferimento alle caratteristiche del terreno (γ, c) ed alle dimensioni del muro di contenimento (h), si calcola la pressione agente sul geocomposito in direzione orizzontale alla massima profondità, utilizzando la formula di Rankine per il calcolo della pressione orizzontale dovuta alla spinta attiva del terreno :

$$P_h = K_a \cdot \gamma \cdot h - 2c \cdot K_p^{-1/2}$$

dove:

- P_h : pressione orizzontale del terreno alla profondità h in condizioni di spinta attiva [kPa]
- K_a : coefficiente di spinta attiva di Rankine $K_a = \text{tg}^2 (45^\circ - \varphi/2)$
- K_p : coefficiente di spinta passiva di Rankine $K_p = \text{tg}^2 (45^\circ + \varphi/2)$
- C : coesione del terreno (spesso trascurata a scopo cautelativo) [kPa]
- γ : peso in volume del terreno [kN/m³]
- h : altezza della struttura interrata [m]

Dal confronto fra il valore di trasmissività richiesto e quello garantito dal geocomposito drenante, in corrispondenza della massima pressione orizzontale, ricavabile direttamente o per interpolazione dalle tabelle o dai grafici disponibili, che riportano i valori di capacità drenante a differenti valori di pressione, si individua il modello di geocomposito in grado di soddisfare le esigenze di progetto.

Calcolato poi, in base alla lunghezza degli elementi verticali controterra ed al valore del gradiente idraulico, il massimo apporto d'acqua convogliato al tubo collettore posizionato alla base del geocomposito, si determina, impiegando la tabella allegata, il diametro della tubazione necessario ad allontanare l'acqua drenata.

6.2 Esempio di drenaggio verticale

Si ipotizzi di dover realizzare un sistema di drenaggio a tergo di muro di sostegno in c.a. di altezza pari a 3 m e lunghezza pari a 50 m. Si ipotizzi che il terreno di riempimento sia caratterizzato da peso di unità di volume (γ) pari a 20 kN/m³, angolo di attrito (φ) pari a 30° e coesione (c) nulla.

Si ipotizzi di dover drenare una quantità d'acqua per ml d'opera pari a 0,3 l/s · m, il geocomposito drenante dovrà pertanto essere in grado di assicurare una trasmissività almeno pari a tale valore.

Utilizzando la nota formula di Rankine per il calcolo della pressione orizzontale dovuta alla spinta attiva di un terreno sulla base dei dati a disposizione si ricava trascurando, in sicurezza, il secondo termine:

$$P_h = K_a \cdot \gamma \cdot h = 0.33 \cdot 20 \cdot 3 = 20 \text{ kPa}$$

Definita la massima pressione orizzontale agente sul geocomposito, ed ipotizzando di utilizzare il geocomposito drenante **Enkadrain® 10D**, avente spessore di 10 mm, è possibile determinarne la trasmissività mediante il grafico o la tabella disponibile in allegato.

Al valore di massima pressione orizzontale calcolato, per gradiente idraulico i pari a 1 (verticale), corrisponde una capacità drenante in verticale pari a circa 2.26 l/s·m. In base a tali ipotesi l'**Enkadrain® 10D** garantisce una capacità drenante abbondantemente superiore a quella richiesta ($2,26/0,3 = 7,53$ volte superiore).

Pressione		Capacità drenante i 1,00					
kPa	m *	Enkadrain 10 D **		Enkadrain E 20 C **		Enkadrain ST ***	
		l/s·m	l/h·m	l/s·m	l/h·m	l/s·m	l/h·m
20	2,8	2,26	8.136	2,3	8.280	2,75	9.900
50	7,0	1,07	3.852	0,67	2.412	0,98	3.528
100	14,0	0,37	1.332	0,27	972	0,49	1.764
200	28,0	0,12	432	0,12	432	0,23	828

* Profondità calcolata con un $K_a = 0,4$ e $\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$

** Test condotto in accordo con la norma EN ISO 12958 (opzione R/R)

*** Test condotto in accordo con la norma EN ISO 12958 (opzione R/F)

L'opzione (R/F Rigida/Flessibile) con cui risultano realizzate le prove di laboratorio risulta la più coerente con la situazione reale in cui il materiale drenante viene collocato contro un muro (rigido) e gli viene addossato il terreno di riempimento (flessibile).

Essendo il muro di sostegno lungo 50 m la massima quantità d'acqua che può essere convogliata dal tubo collettore risulta pari a:

$$0.3 \cdot 50 = 15 \text{ l/s}$$

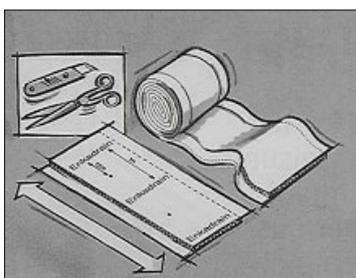
In base alla tabella allegata, risulta necessario prevedere l'impiego di un tubo **Greendrain GR200** (ϕ 200 mm), con pendenza del tubo del 10‰, o 1 %, che è in grado di evacuare una quantità d'acqua pari a 26.58 l/s ampiamente superiore a quella richiesta.

\emptyset	110		125		140		160		200	
	v m/s	Q l/s								
5.00	0.51	3.36	0.56	4.91	0.61	6.99	0.67	10.31	0.78	18.67
7.00	0.60	3.99	0.66	5.83	0.72	8.30	0.80	12.25	0.92	22.17
10.00	0.72	4.80	0.79	7.00	0.87	9.96	0.95	14.69	1.11	26.58
12.00	0.79	5.26	0.87	7.68	0.95	10.94	1.05	16.12	1.21	29.16
14.00	0.86	5.70	0.94	8.31	1.03	11.83	1.13	17.44	1.31	31.53
16.00	0.92	6.10	1.01	8.90	1.10	12.66	1.21	18.66	1.40	33.74
18.00	0.97	6.47	1.07	9.45	1.17	13.44	1.29	19.81	1.49	35.82
20.00	1.03	6.83	1.13	9.97	1.23	14.18	1.36	20.90	1.57	37.78
23.00	1.10	7.33	1.21	10.70	1.32	15.22	1.46	22.43	1.69	40.55
27.00	1.20	7.96	1.32	11.61	1.44	16.51	1.58	24.33	1.83	43.97
30.00	1.26	8.39	1.39	12.24	1.51	17.41	1.67	25.66	1.93	46.37
36.00	1.38	9.21	1.52	13.43	1.66	19.10	1.83	28.13	2.11	50.84
40.00	1.46	9.71	1.61	14.16	1.75	20.14	1.93	26.67	2.23	53.62
46.00	1.57	10.42	1.72	15.20	1.88	21.61	2.07	31.84	2.39	57.53
50.00	1.64	10.87	1.80	15.86	1.96	22.54	2.16	33.21	2.49	60.00
56.00	1.73	11.51	1.90	16.79	2.08	23.87	2.28	35.16		
60.00	1.79	11.92	1.97	17.38	2.15	24.72	2.37	36.41		
65.00	1.87	12.41	2.05	18.10	2.24	25.74	2.46	37.91		
70.00	1.94	12.89	2.13	18.79	2.32	26.72	2.56	39.35		
80.00	2.07	13.79	2.28	20.10	2.49	28.58				
90.00	2.20	14.63	2.42	21.33	2.64	30.32				
100.00	2.32	15.43	2.55	22.49						

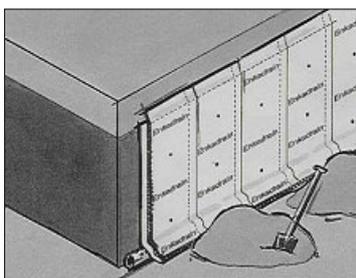
7. POSA IN OPERA

La leggerezza e la maneggevolezza assicurata dai materiali impiegati per la realizzazione, garantiscono all'Enkadrain una notevole facilità di posa, consentendo di ottenere un notevole risparmio di tempo in fase di esecuzione dell'opera ed una maggiore sicurezza di movimentazione rispetto ai dreni tradizionali realizzati in materiale granulare.

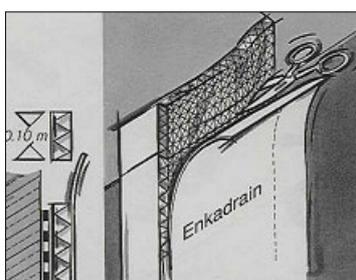
7.1 Drenaggio Verticale



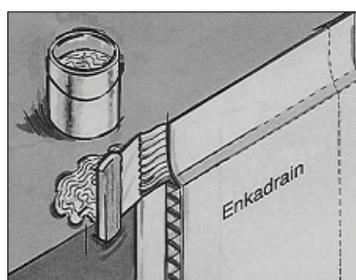
Taglio su misura



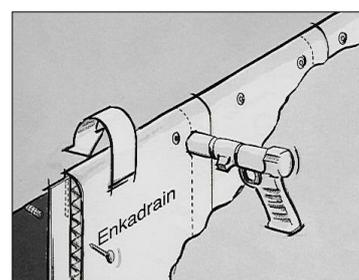
Direzione di posa



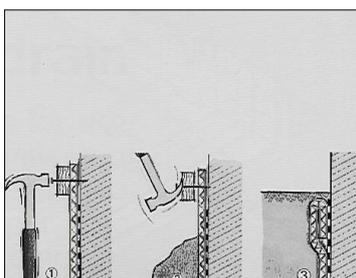
Metodi di fissaggio



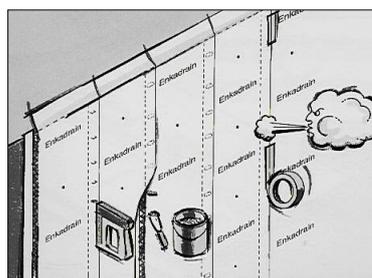
Metodi di fissaggio



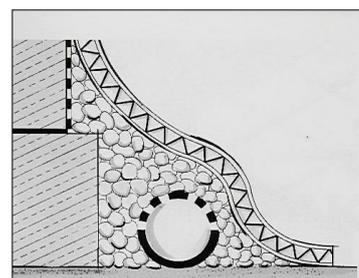
Metodi di fissaggio



Metodi di fissaggio



Sovrapposizione dei teli



Tubazione di drenaggio

7.2 Il drenaggio orizzontale sotto le fondazioni

Il drenaggio orizzontale in edilizia, come può rilevarsi dalla figura generale di pagina 3, oltre quello sotto le fondazioni comprende anche quello sotto i piazzali e parcheggi esterni, per le terrazze ed i giardini pensili.

Questi argomenti, che comportano problematiche molto diverse da quelle attuali saranno trattati in una successiva specifica pubblicazione a cui si rimanda.

Il drenaggio orizzontale sotto le fondazioni assolve a molteplici funzioni anche se molto spesso viene scelto per eliminare l'inconveniente più visibile : la presenza di umidità ascendente, con i conseguenti problemi sia dal punto di vista estetico che per la salute dei fruitori dell'immobile.

Almeno altri 5 dovrebbero essere le motivazioni che portano alla determinazione di realizzare un drenaggio efficiente sotto le fondazioni di un edificio:

1. Aumento consistente della vita utile della struttura in quanto l'assenza dell'acqua a contatto saltuario con la struttura limita di molto il processo di carbonatazione, quindi l'invecchiamento della struttura con tutte le conseguenze del caso.
2. Eliminazione dei danni fisici e chimici legati alla presenza dell'acqua e di conseguenza dei sali che questa trasporta e deposita nella parte superficiale quando è soggetta ad evaporazione.
3. Eliminazione della presenza di eventuali gas presenti nel terreno e che tendono ad accumularsi nei cantinati degli edifici, l'esempio classico risulta il radon che presenta anche un tasso di radioattività non trascurabile.
4. Elevata protezione della struttura dalle sollecitazioni sismiche anche di elevata intensità in quanto l'edificio ha la possibilità di spostarsi rigidamente piuttosto che oscillare con le deformazioni ed i danni conseguenti.
5. Miglioramento della resistenza a compressione del terreno di fondazione con la realizzazione sia della bonifica realizzata con materiale drenante che del geotessile di separazione.

E' noto che il processo di carbonatazione è una misura dell'invecchiamento del calcestruzzo e quindi della sua degradazione nel momento in cui questo risulta armato, in quanto una diminuzione del valore del pH non consente di mantenere la passivazione delle armature e quindi la loro naturale protezione e durata nel tempo.

Eliminando l'acqua, per contatto diretto, che risulta uno dei tre fattori fondamentali del processo (la capillarità e la CO₂ sono gli altri due) il processo risulta fortemente limitato aumentando di conseguenza la vita utile del manufatto.

I danni di tipo fisico e chimico legati alla presenza dei sali che si depositano nelle capillarità delle strutture in cls quando queste sono soggette alla presenza di umidità sono completamente annullati se la struttura non presenta alcun contatto con l'acqua.

Con riferimento al punto 3 ormai da diversi anni, anche sotto a spinta di una diversa metodologia di progettazione legata ai canoni della bioedilizia, si è rilevato nel terreno, in diversi siti, la presenza di gas radon che con la realizzazione di edifici, con corpi interrati, tende ad accumularsi in questi con i possibili danni a lungo termine per la salute degli utilizzatori, vista la pericolosità intrinseca del Radon, un drenaggio di opportune dimensioni collegato con quello verticale e perimetrale all'edificio consente un perfetto allontanamento di questo nell'atmosfera.

Rispetto al punto 4, nel caso di una discontinuità che non assicura il contatto rigido tra la struttura ed il terreno su cui essa è poggiata si ha che in presenza di sollecitazioni sismiche, di una certa portata, la struttura rigida dell'edificio piuttosto che oscillare, incastrata al terreno, realizza dei piccoli spostamenti orizzontali rigidi salvaguardando la struttura stessa.

L'inserimento di un geotessile anche non tessuto come separazione oltre uno spessore di materiale arido con pezzatura limitata consente di ottenere un doppio miglioramento in quanto si ha l'effetto di un allargamento ed un approfondimento della superficie critica, ovvero si verifica un incremento di resistenza a taglio e di capacità portante del terreno.

La presenza del geotessile consente inoltre di limitare il rischio di cedimenti differenziati e di innescare di fenomeni di rottura per punzonamento o cedimento localizzato.

Alla luce di quanto detto e di possibili altre considerazioni, che si omettono, la scelta sulla realizzazione del drenaggio sotto le fondazioni risulta orientata alla sua realizzazione tramite un adeguato spessore di materiale arido da collocare sotto il magrone di fondazione.

Il drenaggio consente di ottenere un allontanamento delle acque fino alla profondità in cui esso si trova, al di sotto di questo quindi i terreni si manterranno umidi con quello che ciò comporta.

E' noto come un terreno umido sia caratterizzato da parametri geotecnici inferiori rispetto a quelli di un terreno asciutto ed allo stesso modo come i terreni fini presentino caratteristiche geotecniche peggiori di quelle tipiche dei terreni granulari.

I terreni umidi in presenza di carichi e di materiale sovrastante, che presenta un elevato grado di vuoto, presentano il fenomeno del rifluimento o sifonamento, che consiste, in maniera semplificata, nella risalita del materiale fino all'interno di quello

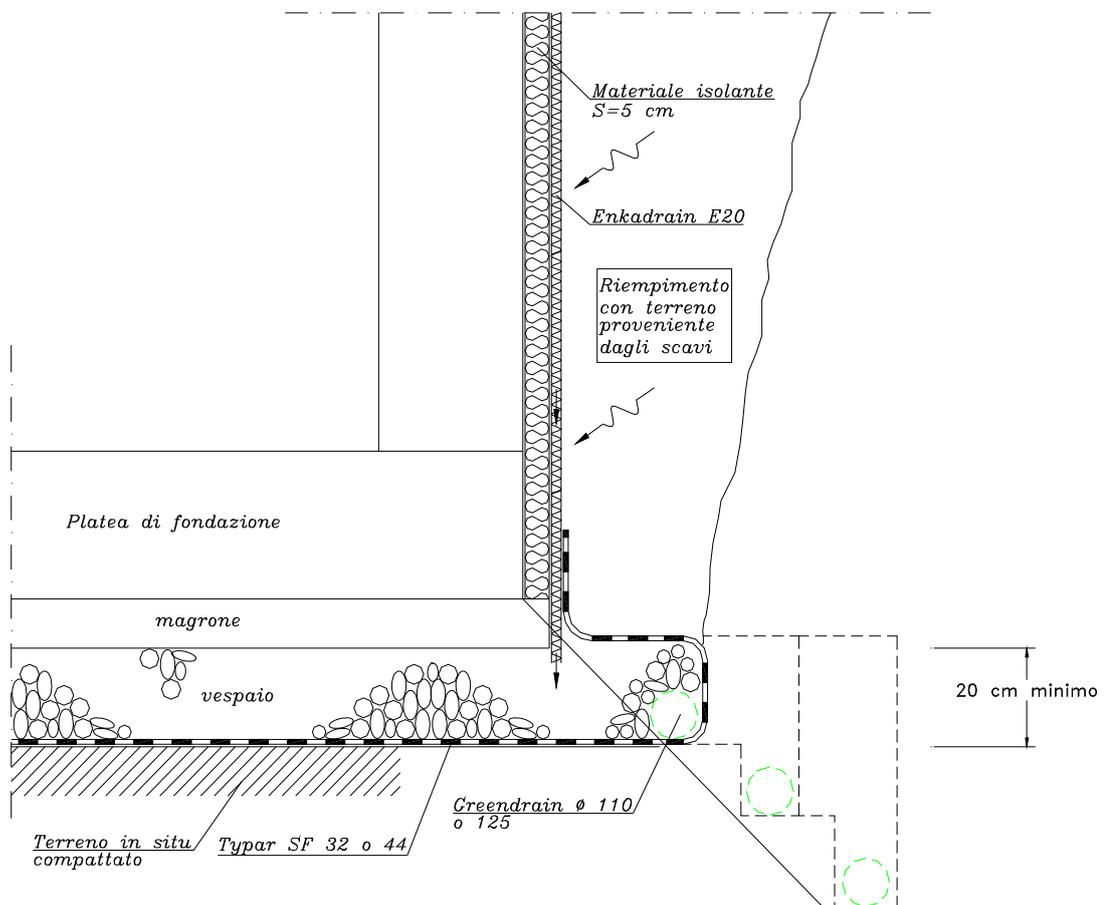
arido sovrastante con una perdita di volume e di conseguenza della portanza del terreno di fondazione.

Conseguenza di ciò saranno : un basso grado di compattazione in fase di realizzazione dell'opera e successivamente possibili cedimenti differenziali del manufatto che poggia sul drenaggio o bonifica realizzata.

Di contro la presenza di uno spessore di materiale con buone caratteristiche meccaniche, non soggetto al sifonamento, per la presenza del geotessile, consente di realizzare una migliore distribuzione del carico sul piano di posa delle fondazioni, quindi una riduzione del carico per unità di superficie con la conseguenza di una riduzione della deformabilità del terreno di fondazione.

Per risolvere il problema si ricorre all'utilizzo di un idoneo geosintetico, con funzione di separazione e filtrazione, in particolare di un geotessile non tessuto simile a quelli precedentemente visti e che compongono esternamente il geocomposito drenante Enkadrain, questo geotessile è denominato Typar SF®.

DRENAGGIO FONDAZIONE E PERIMETRALE



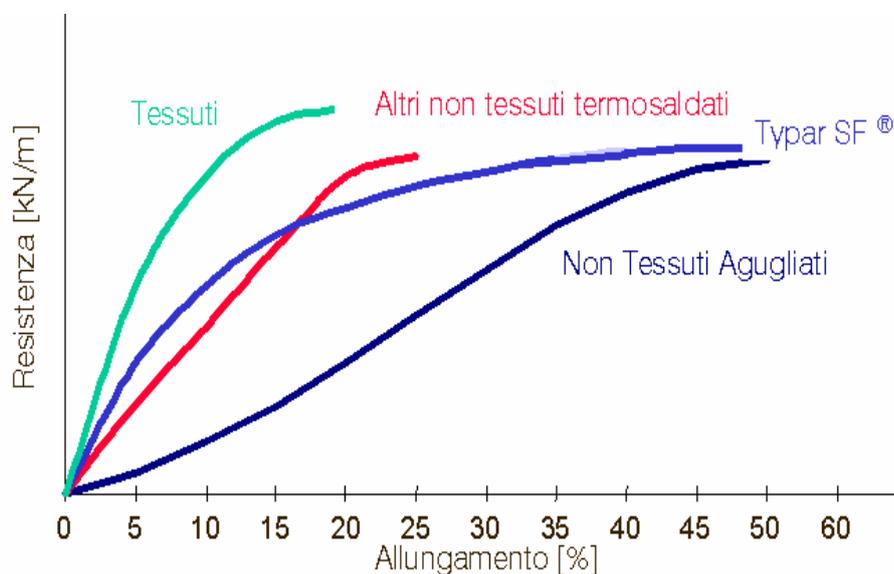
Il Typar[®] SF è un non tessuto termosaldato realizzato in monofilamenti continui in polipropilene concepito per avere prestazioni superiori ottenibili dalla combinazione di : Elevato modulo elastico iniziale associato ad alti valori di deformazione a rottura.

E' noto come il 95% del danneggiamento meccanico totale che un geotessile subisce si verifica abitualmente durante la fase di installazione e la successiva fase di compattazione.

La combinazione dell'elevato modulo elastico iniziale con gli alti valori di deformazione a rottura rende il Typar[®] SF in grado di assorbire, a differenza dei non tessuti agugliati, elevate quantità di energia opponendo un'elevata resistenza al danneggiamento meccanico in fase di posa.

E' stato introdotto a tale proposito il parametro **Energia assorbita** definito come l'area sottesa dalla curva sforzi-deformazioni.

A parità di sollecitazione meccanica, quanto maggiore è il valore di tale parametro tanto minore è il danneggiamento meccanico subito dal geotessile in fase di posa.



Dal grafico precedente si può facilmente osservare come l'area al di sotto della curva caratteristica del Typar[®] SF sia decisamente superiore a quella sottesa dalle curve tipiche dei non tessuti agugliati, degli altri non tessuti termosaldati e dei tessuti.

Con riferimento agli aspetti legati alla filtrazione ed alla separazione vale quanto detto precedentemente per i geotessili non tessuti del geocomposito drenante Enkadrain[®].

8. CRITERI DI DIMENSIONAMENTO DEL GEOTESSILE NON TESSUTO

Gli elementi che devono essere considerati in fase di dimensionamento sono numerosi:

<i>Caratteristiche del geotessile</i>	Diametro di filtrazione, permeabilità, trasmissività, caratteristiche meccaniche, caratteristiche chimiche.
<i>Caratteristiche del terreno</i>	Distribuzione granulometrica, permeabilità, proprietà chimico fisiche.
<i>Regime idraulico</i>	Gradiente idraulico, regime di moto.
<i>Condizioni di posa</i>	Danneggiamento meccanico in fase di posa.

Il metodo di dimensionamento proposto si traduce in due seguenti criteri sulla base dei quali si perviene alla scelta del tipo di geotessile da impiegare:

Criterio di filtrazione - In letteratura esistono diverse relazioni che mettono a confronto la distribuzione granulometrica del terreno con il diametro caratteristico di filtrazione del geotessile. Nel seguito si propone la relazione proposta dalla Commissione Geotessile Svizzera (SVG):

Criterio generale	$O_{max} \leq 2 D_{85}$	
Terreni fini coesivi	$(D_{85} < 0.06; D_{10} < 0.002)$	$O_{max} \leq 0.2 \text{ mm}$
Terreni fini non coesivi	$(D_{40} < 0.06)$	$O_{max} \leq 6 D_{60}$
Terreni grossolani	$(D_{40} > 0.06)$	$O_{max} \leq 5 D_{10} \sqrt{C_u} \quad C_u = D_{60} / D_{10}$

Criterio di permeabilità

Come per la relazione vista in precedenza esistono diverse espressioni che legano la permeabilità del terreno alla permeabilità del geotessile, per le abituali applicazioni nel campo dell'edilizia si propone la seguente di facile utilizzo:

$$K_{\text{geotessile}} > 10 K_{\text{terreno}}$$

Per le abituali applicazioni in edilizia (piccole fondazioni, strade di accesso in cantiere non pavimentate, piazzali, marciapiedi) si propone in virtù delle specifiche caratteristiche l'impiego del Typar[®] SF 32 come elemento filtrante.

Il Typar[®] SF è comunque prodotto in una vasta gamma di modelli in grado di garantire la soluzione di qualunque tipo di problema di separazione/filtrazione, nel caso di particolari esigenze progettuali si invita il progettista a contattare il Ns ufficio tecnico per determinare insieme la migliore soluzione al problema.



Assistenza tecnica alla progettazione

La commercializzazione di prodotti è solo una delle componenti del servizio che la N.T.A. srl (Nuove Tecnologie Ambientali) fornisce. Possiamo infatti provvedere, tramite il Ns ufficio tecnico, all'assistenza tecnica in ogni fase del progetto per permettere ai Nostri clienti di essere in grado di fare il miglior uso dei materiali impiegati, mettendo a disposizione voci di capitolato, analisi prezzi, capitolati speciali, disegni esecutivi con calcoli e relazioni sulle applicazioni con i Ns materiali.

Servizio informazioni

Sono inoltre disponibili pubblicazioni, manuali, documentazione tecnica, guide per la posa in opera dei materiali e depliant in modo tale da fornire un supporto completo alla progettazione ed alla realizzazione dei lavori.

Rete di agenzie

La N.T.A. srl è presente su tutto il territorio regionale ed è a Vostra disposizione per ogni richiesta.

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 i nostri prodotti. Non assumiamo pertanto alcuna responsabilità in relazione ai risultati ottenuti mediante l'impiego dei nostri materiali e delle informazioni fornite.



Colbond Geosynthetics produttrice dell'Enkadrain® è un'azienda operante in conformità al sistema di controllo qualità ISO9001



DuPont produttrice del Typar® SF è un'azienda operante in conformità al sistema di controllo qualità ISO9001



Nuove Tecnologie Ambientali srl, c/da Calcasacco SS 113 km 218+700, 90018 Termini Imerese (PA), tel. 091.811.38.90 pbx, fax 091.811.27.80, e-mail nta@ntanet.it, sito WWW.NTANET.IT

Per interventi non legati all'edilizia, sarà possibile visionare in futuro le seguenti pubblicazioni:

- Il drenaggio nelle opere stradali
- Il drenaggio negli impianti sportivi
- Il drenaggio per il consolidamento dei terreni e stabilizzazione di frane