



**TECNICHE DEL COSTRUIRE**  
**Conci bianchi**

**ZOOM GEOSINTETICI**  
**La discarica di Cerro Maggiore**

**RICERCA**  
**"Dentro" ai mattoni di S. Francesco**



# UN TETTO PER I RIFIUTI

## ZOOM GEOSINTETICI

*La copertura della grande discarica di Cerro Maggiore presso Milano ha richiesto tecniche e prodotti innovativi. Il ruolo dei geocompositi e quello di una loro corretta applicazione.*

**L'**interruzione del conferimento dei rifiuti solidi urbani (RSU) alla discarica di Cerro Maggiore (MI) ha reso necessario realizzare un sistema di copertura definitivo (capping) in condizioni molto critiche ed impegnative sia dal punto di vista progettuale sia realizzativo.

Difatti il profilo della vasca si presentava molto inclinato (tra i 20° e 37°) e suddiviso in tre distinte scarpate della lunghezza media di 20 metri, separate tra loro da berme orizzontali di larghezza variabile tra i 2,50 e i 5,00 metri.

L'impermeabilizzazione delle scarpate è stata realizzata utilizzando un geocomposito bentonitico (GCL) in grado di garantire una permeabilità equivalente a quella di 1,00 metro di argilla ovvero pari ad almeno 10-12 m/sec (in alternativa sono altrettanto adeguate impermeabilizzazioni con geomembrane polimeriche).

Qualunque sia il geosintetico impermeabile, occorre fornire allo stesso un'efficace protezione meccanica per preservarlo dal danneggiamento per punzonamento che potrebbe avere sia durante la compattazione del tout-venant previsto per ricoprire gli strati di

RSU sia durante l'ancoraggio sulle berme del "pacchetto" di geosintetici necessario per il sistema di copertura.

A tal fine sono stati impiegati a contatto del GCL due geocompositi (Tenax TNT 600) costituiti dall'accoppiamento di una georete dreno/protettiva a maglia romboidale con due geotessili filtranti, in grado di evitare l'intasamento della georete sia ad opera della bentonite, sia durante il processo di idratazione essuda in parte dai due geotessili del GCL, sia da parte del materiale sciolto, steso direttamente sui RSU, assicurando quindi invariata nel tempo la portata idraulica del prodotto.

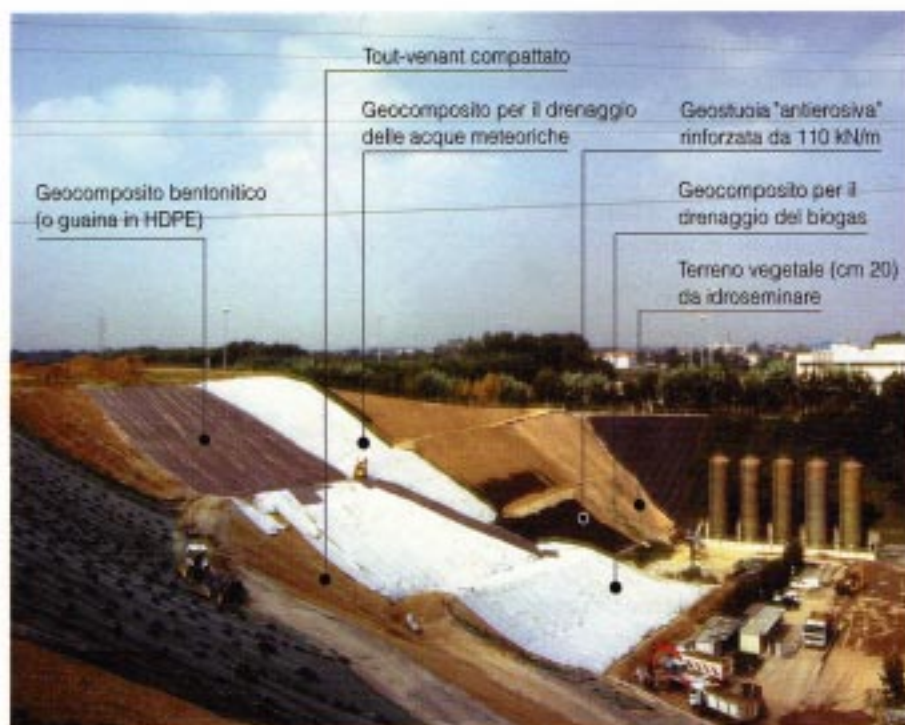
Il geocomposito inferiore è necessario per la captazione del biogas poiché ne facilita il deflusso verso le pompe di aspirazione; lo strato superiore è indispensabile per il drenaggio delle acque meteoriche di infiltrazione che altrimenti, scorrendo sullo strato impermeabile, ridurrebbero drasticamente il coefficiente di attrito all'interfaccia terreno/membrana, provocando delle sottopressioni che, quasi certamente, finirebbero con il fare scivolare il terreno di copertura.

Per queste importanti funzioni il geocomposito filtro-dreno-protettivo deve



a cura della Divisione  
Geosintetici della Tenax





essere costituito da materiali chimicamente inerti poiché viene posato direttamente a contatto con i RSU: l'utilizzo dei prodotti in HDPE (polimero inerte per eccellenza) è, in questo caso, pressoché obbligato.

La scelta del geocomposito filtro/drenante (Tenax TNT 600) è avvenuta in funzione delle pendenze (ovvero del gradiente idraulico  $i = 0,5$ ), della lunghezza delle scarpate (mediamente 20 metri), e dello spessore di terreno di coltivo gravante sulla copertura (0,20 metri - circa 3 kPa).

Appurato quindi che alla base del pendio il geocomposito avrebbe dovuto smaltire una quantità d'acqua pari a  $1,07 \text{ E-}04 \text{ m}^3/\text{sec}/\text{m}$ , la scelta è stata per un geocomposito caratterizzato da una portata idraulica più che adeguata alle necessità, come mostrato nel diagramma di trasmissività.

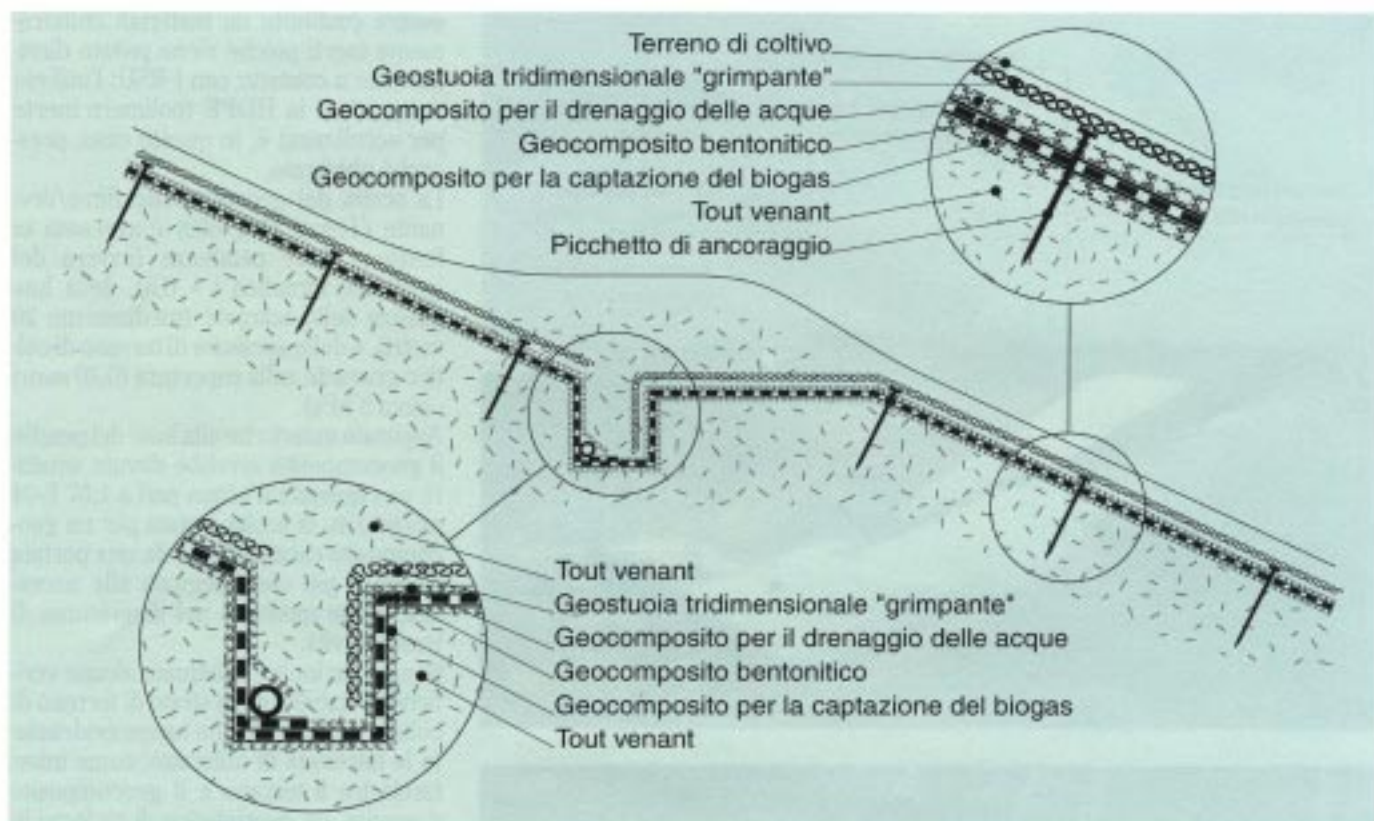
Sono state inoltre effettuate alcune verifiche di stabilità dello strato di terreno di coltivo superficiale che hanno evidenziato la necessità di utilizzare, come interfaccia tra il terreno e il geocomposito drenante, un geosintetico di rinforzo in grado di garantire una notevole resistenza di lungo termine ed elevata capacità di interazione con il terreno di copertura. Pertanto è stata individuata una geostuoia tridimensionale rinforzata (Tenax Multimat 110 R, resistenza a trazione di 110 kN/m) costituita dall'accoppiamento meccanico di una geogriglia a elevata tenacità con una geostuoia tridimensionale antierosiva: la geostuoia è in grado di ripartire lo stato di sollecitazione evitando nello stesso tempo fenomeni di erosione superficiale (vedi tabella a pag. 64).

## CONCLUSIONI

La soluzione attuata (dal basso verso l'alto) per il sistema di copertura è stata quindi la seguente:

- "Geocomposito per il drenaggio del biogas: Tenax Tnt 600";
- "Geocomposito bentonitico;



ZOOM  
GEOSINTETICI

- "Geocomposito per il drenaggio delle acque d'infiltrazione: Tenax Tnt 600;
- Geostuoia tridimensionale rinforzata antierosiva (Tenax Multimat 110 R);
- 0,20 metri di terreno di coltivo idroseminato.

L'esempio ora illustrato ha evidenziato come:

- l'uso dei geocompositi filtro/drenanti (Tenax TNT), sia per la captazione del biogas sia per il drenaggio dell'acqua di infiltrazione, consenta la realizzazione di coperture molto ripide, altrimenti impossibili impiegando materiali naturali (ghiaia o sabbia) con notevoli economie negli approvvigionamenti e nelle installazioni;
- per garantire una sufficiente stabilità alla copertura, è necessario inserire opportuni geosintetici di rinforzo, come le geostuoie tridimensionali rinforzate (Tenax Multimat R).

## POSA IN OPERA DEI PRODOTTI

Facendo riferimento alla sezione tipica dell'intervento, dopo aver realizzato la

trincea di dimensioni 0,50 x 0,50 metri, è stato steso il geocomposito per la captazione del biogas (opportunitamente connesso con la rete di aspirazione), il geo-







## I prodotti utilizzati

I geocompositi Tenax TNT sono una gamma di prodotti con elevate qualità filtranti e drenanti, realizzati accoppiando le georeti Tenax con geotessili nontessuti. L'accoppiamento di georeti con capacità drenante e distributiva dei carichi con geotessili ad azione filtrante, permette la realizzazione di un sistema completo "filtro-dreno-protettivo" estremamente compatto e semplice da usare. La possibilità di scelta tra soluzioni diverse consente ai vari tipi di geocompositi Tenax una singolare molteplicità d'uso e permette al progettista una grande libertà esecutiva.

Le geostuoie tridimensionali e "grim-panti" Tenax Multimat e Multimat R (Rinforzate) sono dei prodotti appositamente studiati per la protezione e l'inerbimento di scarpate soggette ad erosione superficiale laddove già sussista un idoneo substrato vegetale. Le geostuoie "grim-panti" fanno parte dei geosintetici ad alto indice alveolare, hanno spessore di circa 20 mm e sono costituite dall'assemblaggio e la cucitura di più strati di geogriglie base in polipropilene (PP) estruse e successivamente bi-orientate. Il processo di stiratura molecolare, sia in direzione longi-

tudinale sia trasversale, consente di aumentare considerevolmente le caratteristiche meccaniche del polimero di base, ottenendo resistenze a trazione elevate (circa 800 kg/m - 8 kN/m). Tali geostuoie sono composte da due strati esterni piani di griglie e da uno centrale pieghettato meccanicamente e permanentemente in modo tale da dare consistenza e spessore alla geostuoia. I due strati piani di geogriglie conferiscono alle geostuoie una buona resistenza a trazione e minimi allungamenti.

Nella geostuoia Tenax Multimat R è inoltre inserita una geogriglia in poliestere (PET) ad alta tenacità che innalza ulteriormente la resistenza a trazione del geosintetico (fino a 200 kN/m); ciò ne consente il sicuro utilizzo anche su pendii molto lunghi, notevolmente inclinati e addirittura impermeabilizzati. La fitta pieghettatura dello strato interno limita la deformabilità della geostuoia durante il riempimento con il terreno conferendo alla stessa un'ottima resistenza a schiacciamento. La cucitura degli strati di griglie è realizzata direttamente in fabbrica mediante l'impiego di un filo in polipropilene nero molto resistente.

composito bentonitico e il sovrastante geocomposito drenante.

Lungo il pendio il pacchetto è stato fissato al terreno sottostante per mezzo di chiodi a testa larga posizionati a "quin-conce" ogni 2,00 metri.

La sovrapposizione dei teli bentonitici nella trincea è stata realizzata "a tegola". Il composito drenante sovrastante, all'interno della trincea, è stato avvolto attorno ad un tubo microforato in HDPE per lo smaltimento dell'acqua di infiltrazione trasportata dal geocomposito stesso.

Nella trincea è stata poi posizionata l'estremità della geostuoia rinforzata.

## La discarica in dettaglio

### Località:

Cerro Maggiore (MI)

### Inizio Cantiere:

1996

### Cliente:

Simec SpA, Milano

### Progettista:

Simec SpA, Milano

### Imprese:

Tenax SpA, Gamma Verde SpA,  
CO.GE.TI. SpA

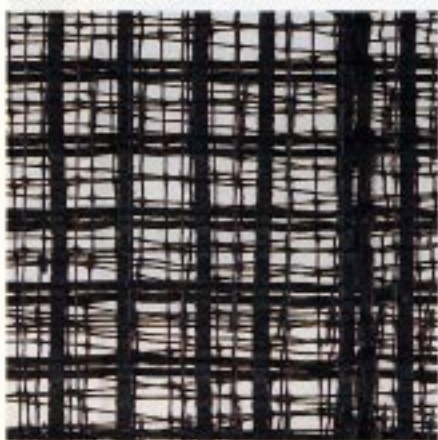
### Prodotti applicati:

Geocomposito Tenax TNT 600  
Geostuoia Tenax Multimat 110 R

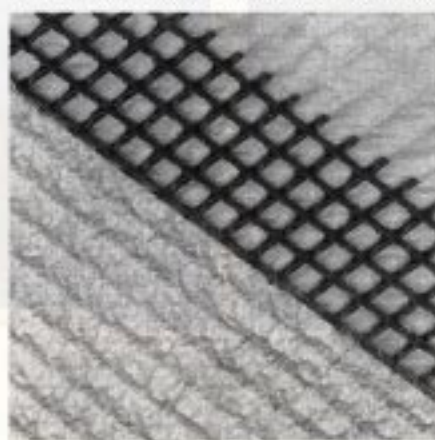


## ZOOM GEOSINTETICI

La trincea è stata riempita di materiale granulare; lo stesso materiale è stato poi riportato lungo la berma per uno spessore di 1,00 metro e opportu-



namente compattato con vibro-rullatura; il terreno di coltivo, invece, è stato steso dall'alto per uno spessore medio di 0,20 metri e successivamente



compattato mediante rullatura. Il terreno è stato coperto con una biostuoia in paglia e cocco per proteggerlo dall'erosione prima dell'esecuzione dell'idrosemina.

### VERIFICA DI STABILITÀ

La Divisione Geosintetici della Tenax S.p.A. ha attivamente collaborato alla definizione del metodo di verifica della stabilità della copertura e all'esecuzione dei relativi calcoli.

La verifica ha tenuto conto della geometria della copertura, dei coefficienti di attrito delle varie interfacce tra i materiali previsti, nonché dell'ancoraggio dei geosintetici nelle trincee scavate lungo le berme.

