



Oggetto:

**PROGETTO ESECUTIVO**  
**LAVORI DI COSTRUZIONE DEGLI STRATI 2,3 e 4 DEL PACCHETTO**  
**DI COPERTURA APPROVATO PER PARTE DEI BACINI 17 e 18**

Titolo:

**RELAZIONE TECNICA**

Tav. n°

Progettazione:



**Studio T.En.**  
 Studio Associato di Ingegneria  
 Via E. Petrolini , 14 - 42122 Reggio Emilia  
 Tel 0522 337096 - Fax 0522 337592  
 E-mail: info@studioten.it

**ing. Stefano Teneggi**

Timbro:

n°:

Revisione:

Data:

Data:

**FEBBRAIO 2013**

Scala:

Collaboratori: **ing. iunior Daniela Morisi, geom. Nicola Spallanzani**

## **SPECIFICHE RIGUARDANTI IL PACCHETTO DI COPERTURA DEFINITIVA**

La copertura definitiva attualmente approvata per la discarica di Novellara rispetta pienamente il criterio costruttivo del punto 2.4.3 dell'allegato I al D.Lgs. 36/2003.

In particolare si tratta di un pacchetto multistrato che provvede a:

- isolare i rifiuti dall'ambiente esterno;
- minimizza le infiltrazioni d'acqua;
- riduce al minimo la necessità di manutenzione;
- minimizza i fenomeni di erosione;
- resiste agli assestamenti ed a fenomeni di subsidenza localizzata.

Stante l'opportunità di realizzare l'impianto fotovoltaico di cui si è parlato in precedenza sui bacini 17 e 18, impianto che avrà una vita pari ad almeno 20 anni, è intenzione del gestore integrare gli strati drenanti previsti per lo strato 2 e lo strato 4 della copertura con materiali artificiali che garantiscano continuità di flusso e di drenaggio nel lungo periodo, impedendo l'intasamento degli stessi.

La scelta trova giustificazione nei risultati ottenuti ed esaminati in altri impianti ed in alcune considerazioni riportate nel seguito.

Si ricorda che per la discarica di Novellara è stato autorizzato un pacchetto di copertura finale costituito dalla seguente barriera multistrato:

1. terreno vegetale con spessore minimo previsto in almeno 100 cm;
2. strato drenante da realizzare con ghiaia (bacini 17-18) o sabbia (bacini 19÷22), per uno spessore minimo di 50 cm;
3. strato impermeabilizzante costituito da geomembrana in polietilene ad alta densità (hdpe), protetto su ambo i lati da geotessile in polipropilene da 200 g/m<sup>2</sup>;
4. strato di drenaggio del gas da realizzare con materiale drenante (bacini 17-18) o sabbia (bacini 19÷22), per uno spessore minimo di 50 cm;
5. strato di regolarizzazione.

Si chiede di modificare il pacchetto autorizzato per i bacini non ancora coperti, identificati con i numeri 17,18,19,20,21,22, proponendo le seguenti soluzioni:

1. terreno vegetale con spessore minimo previsto in almeno 100 cm;
2. **strato drenante da realizzare con 50 cm di terreno permeabile integrato da un materassino drenante, formato da georete tridimensionale termoaccoppiata a doppio geotessile;**

3. strato impermeabilizzante costituito da geomembrana in polietilene ad alta densità (hdpe) da 1 mm;
4. strato di drenaggio del gas da realizzare con 50 cm di sabbia integrato da un materassino drenante, formato da georete tridimensionale termoaccoppiata a doppio geotessile;
5. strato di regolarizzazione.

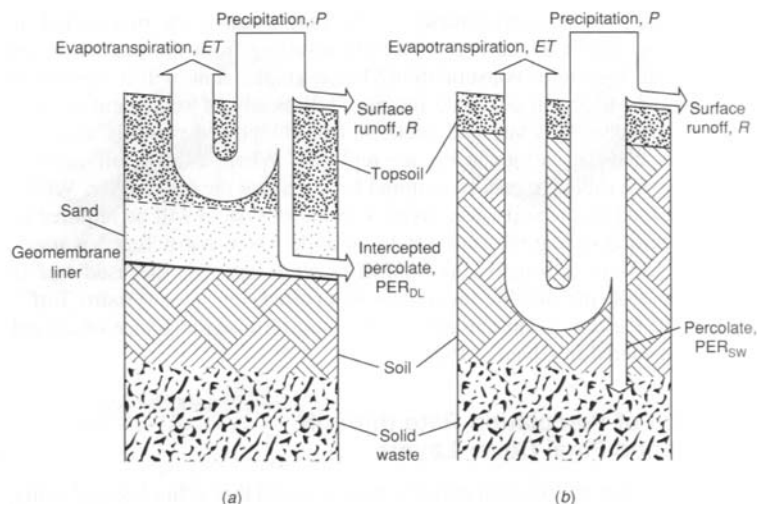
Di seguito vengono descritti singolarmente gli strati che S.A.Ba.R. propone di adottare per la copertura definitiva della discarica.

### STRATO 1

Nessuna modifica rispetto a quanto autorizzato, S.A.Ba.R. continuerà a realizzare uno strato di 100 cm in terreno vegetale.

La protezione dei rifiuti dall'infiltrazione delle acque meteoriche è certamente uno dei temi più rilevanti tra quelli indicati dalla norma e trova riscontro anche nel punto 2.3 dei criteri dell'allegato 1 al D.Lgs. 36/2003.

L'acqua meteorica deve essere allontanata dall'area di sedime della discarica, preferibilmente a gravità, e conferita in canali esterni, così da minimizzare la possibile infiltrazione nel pacchetto multistrato di copertura.



**Bilancio d'acqua per discariche con e senza telo impermeabile  
(Integrated Solid Waste Management – Tchobanoglous ed altri – Mc Graw Hill)**

**TABLE 11-21  
Typical runoff coefficients for storms of 5- to 10-year frequency<sup>a</sup>**

Type of cover	Slope, %	Runoff coefficient			
		With grass		Without grass	
		Range	Typical	Range	Typical
Sandy loam	2	0.05–0.10	0.06	0.06–0.14	0.10
	3–6	0.10–0.15	0.12	0.14–0.24	0.18
	7	0.15–0.20	0.17	0.20–0.30	0.24
Silt loam	2	0.12–0.17	0.14	0.25–0.35	0.30
	3–6	0.17–0.25	0.22	0.35–0.45	0.40
	7	0.25–0.36	0.30	0.45–0.55	0.50
Tight clay	2	0.22–0.33	0.25	0.45–0.55	0.50
	3–6	0.30–0.40	0.35	0.55–0.65	0.60
	7	0.40–0.50	0.45	0.65–0.75	0.70

**Valori tipici di scorrimento superficiale (runoff)  
(Integrated Solid Waste Management – Tchobanoglous ed altri – Mc Graw Hill)**

Occorre perciò adottare soluzioni che aumentino il coefficiente di corrivazione (runoff) e riducano l'infiltrazione nel pacchetto multistrato della copertura, utilizzando comunque strati minerali in grado di accogliere e sostenere la crescita vegetale e permettere la ricomposizione ambientale del sito.

L'uso di terreni vegetali ricavati all'interno dell'area di discarica permette, come ampiamente dimostrato dall'esame delle coperture già realizzate, di soddisfare i criteri indicati dal D.Lgs. 36/03, con terreno naturale che mostra in sito caratteristiche utili sia alle esigenze di corrivazione (anche in funzione delle baulature adottate) che di ricomposizione ambientale.

## STRATO 2

S.A.Ba.R. ha valutato la possibilità di sostituire lo strato autorizzato con 50 cm di terreno permeabile integrato da un geocomposito artificiale formato da una georete tridimensionale drenante confinata tra due geotessili, con elevate qualità filtranti e drenanti.

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.

## STRATO 3

Come da progetto approvato, per lo strato 3 si conferma l'utilizzo di teli in hdpe impermeabili. L'unica differenza consiste nella protezione della geomembrana, prevista in sede di progetto con due geotessili da 200 g/m<sup>2</sup>, mentre nella soluzione di progetto viene affidata ai due materassini drenanti previsti per gli strati 2 e 4.

#### STRATO 4

Al fine di migliorare la captazione del gas nello strato 4 della copertura definitiva, in aggiunta ai 50 cm di sabbia drenante, si propone l'inserimento di un materassino drenante di caratteristiche equivalenti a quelle dello strato 2 sopra descritto.

#### STRATO 5

Nessuna modifica rispetto a quanto autorizzato, S.A.Ba.R. continuerà a realizzare uno strato di regolarizzazione di spessore variabile con ricarichi di terreno o sabbia.

Per quanto attiene la capacità drenante degli strati 2 e 4, si può fare riferimento, quando si esaminano terreni naturali, alla tabella successiva, desunta dal Manuale dell'ingegnere "Nuovo Colombo". Dalla stessa si desume che argille con modificazioni strutturali generate da vegetazione ed alterazione in situ, sabbie fini o limi possono garantire una buona permeabilità, più che adeguata agli scopi definiti dal D.Lgs. 36/2003, e, allo stesso tempo, garantire il riutilizzo di materiali già presenti in situ, senza necessità di apporti di altri materiali inerti pregiati che rappresentano una risorsa limitata sul territorio.

**Tabella 6. Campo di variabilità della permeabilità.**

$k$ (cm/s)	10 <sup>2</sup>	10	1,0	10 <sup>-1</sup>	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-6</sup>	10 <sup>-7</sup>	10 <sup>-8</sup>	10 <sup>-9</sup>	10 <sup>-10</sup>	
Drenaggio	Buono			Ridotto				Praticamente nullo						
Tipi di terreno	Ghiaia pulita	Sabbie pulite, misto di ghiaie e sabbie pulite			Sabbie molto fini, limo organico ed inorganico, misti di sabbie, limi e argille ecc.				Argille omogenee al di sotto della coltre d'alterazione atmosferica					
		Argille con modificazioni strutturali generate da vegetazione ed alterazione in sito												
Determinazione diretta di $k$	Prova diretta nella posizione originale - prova di pompaggio. Prova di delicata esecuzione; significativa													
	Prova di altezza di carico costante. Prova di facile esecuzione													
Determinazione indiretta di $k$				Prova a carico variabile di facile esecuzione; significativa			Prova a carico variabile di delicata esecuzione; scarsamente significativa			Prova a carico variabile, molto scarsamente significativa, di delicata esecuzione				
	Determinazione dalla curva granulometrica, applicabile soltanto a sabbie e ghiaie pulite in natura									Determinazione basata sui risultati della prova di consolidazione; prova di delicata esecuzione significativa				

Tabella estratta da "Manuale dell'ingegnere", Nuovo Colombo, Editore Ulrico Hoepli Milano

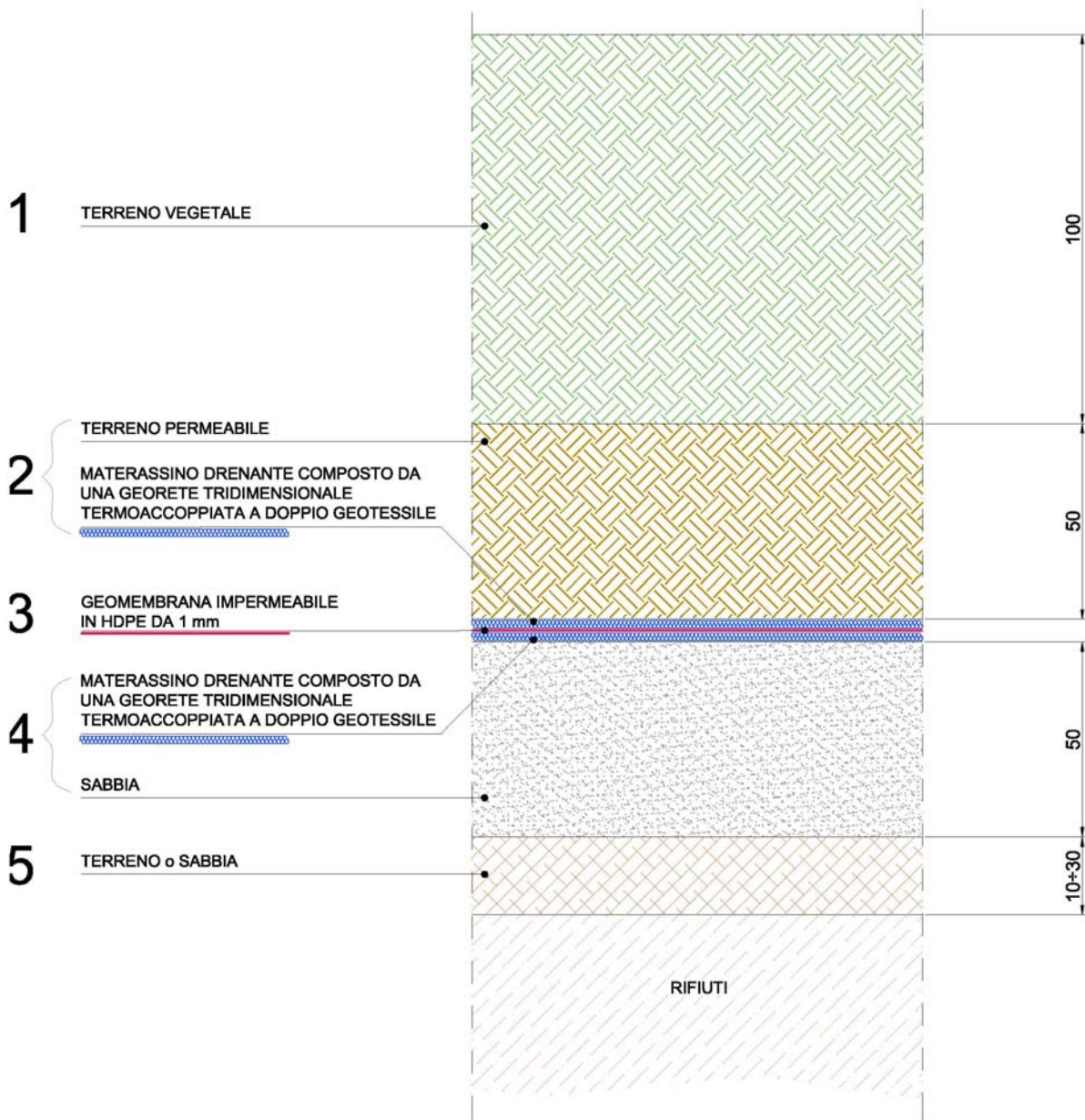
Un altro elemento da considerare, anche se non enfatizzato come altri nel testo del Decreto, attiene alla continuità degli strati. Questo tema è chiaramente connesso agli eventuali assestamenti differenziali che potrebbero interessare il cumulo dei rifiuti, con assestamenti direttamente replicati nello strato di copertura. Risulta quindi opportuno garantire la continuità degli strati che compongono il pacchetto multistrato di copertura, soprattutto quelli di isolamento e impermeabilizzazione. Questa condizione è certamente soddisfatta quando la barriera dello strato 3 è realizzata con teli impermeabili in hdpe.

Stante le condizioni sopraindicate e l'esigenza di rispettare il punto 2.4.3 dell'allegato 1 al D.Lgs. 36/2003, già ripreso nei progetti autorizzati, il gestore procederà alla costruzione del

pacchetto di copertura definitivo secondo le seguenti modalità esecutive, così descritte dal basso verso l'alto:

operazione prevista	rispetto del criterio costruttivo di cui al punto 2.4.3. dell'allegato 1 al D.Lgs. 36/03
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ preparazione del piano di posa del pacchetto di copertura rimuovendo, se del caso, eventuali teli artificiali utilizzati per le coperture provvisorie;</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ regolarizzazione del cumulo dei rifiuti con materiali inerti sciolti che permettano la corretta messa in opera degli strati sovrastanti;</li> </ul>	STRATO 5
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ posa dello strato di drenaggio dei gas e di rottura capillare, realizzato con 50 cm di sabbia;</li> </ul>	STRATO 4
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <i>posa di un telo drenante artificiale, di spessore centimetrico (variabile, a seconda del fornitore, tra 1 e 2 cm), formato da una georete tridimensionale confinata tra due strati di geotessile. Questo materiale, aggiuntivo rispetto allo strato di 50 cm di materiale inerte previsto dalla legge, assolve sia alla funzione di strato drenante continuo, non danneggiabile da cedimenti differenziali, che di protezione per la soprastante geomembrana in hdpe (ottimizzazione introdotta dal Gestore);</i></li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ posa della geomembrana in hdpe da 1 mm, con caratteristiche più che equivalenti ad uno strato minerale compattato dello spessore di 0,5 metri e conducibilità idraulica di <math>10^{-8}</math> m/s, per la costruzione della barriera impermeabile;</li> </ul>	STRATO 3
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <i>posa di un telo drenante artificiale, di spessore centimetrico (variabile, a seconda del fornitore, tra 1 e 2 cm), formato da una georete tridimensionale confinata tra due strati di geotessile. Questo materiale, aggiuntivo rispetto allo strato di 50 cm di materiale inerte previsto dalla legge, assolve sia alla funzione di strato drenante continuo, non danneggiabile da cedimenti differenziali e non intasabile da parti fini, che di protezione per la sottostante geomembrana in hdpe (ottimizzazione introdotta dal Gestore);</i></li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ posa dello strato drenante, in grado di impedire la formazione di un battente idraulico sopra le barriere rappresentate dagli strati 3 e 4, realizzato con 0,5 metri di terreno scelto tra quello scavato in situ, a matrice argillosa e caratterizzato da modificazioni strutturali generate da vegetazione ed alterazioni in situ [K compreso tra <math>10^{-2}</math>÷<math>10^{-4}</math> cm/s]</li> </ul>	STRATO 2
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ posa dello strato vegetale di 1 metro di spessore</li> </ul>	STRATO 1

È il caso di evidenziare che per gli strati 1 e 2 verranno impiegati terreni non contaminati allo stato naturale derivanti da scavi condotti nell'area di discarica e che attualmente sono stoccati all'interno della stessa area impiantistica di proprietà di S.A.Ba.R..



**Pacchetto di copertura finale proposto**

PROGETTO ESECUTIVO LAVORI DI COSTRUZIONE DEGLI STRATI 2,3 e 4 DEL PACCHETTO DI COPERTURA APPROVATO PER PARTE DEI BACINI 17 e 18

**RELAZIONE TECNICA**



**S.A.B.A.R. S.P.A.**

Via Levata,64 – 42.017 Novellara (RE)

Tel. 0522/657569 - Fax 0522/657729 - E mail: info@sabar.it

---

Come premesso, le migliorie introdotte da S.A.Ba.R. verranno attuate a partire dalla copertura dei bacini 17A e 18A, le cui opere sono previste a partire dal mese di aprile dell'anno corrente e verranno replicate per le coperture dei bacini seguenti, anche se realizzate in tempi successivi.