



Fondo Europeo Sviluppo Regionale
P.O.R. CAMPANIA 2007-2013

R26

ASSI 1 del POR CAMPANIA - FERS 2007 - 2013 OBIETTIVO OPERATIVO 1.2

PROGETTO ESECUTIVO DI BONIFICA DELLA DISCARICA CONSORTILE "SERRA PASTORE" COMUNE DI SAN BARTOLOMEO IN GALDO



FAVELLATO CLAUDIO s.p.a.



PROGETTISTI

Ing. Gianluca INTINI
PROMOTEC S.r.l.

Geol. Tommaso FUSCO



FAVELLATO CLAUDIO S.p.A.
L'AMMINISTRATORE UNICO
(Marco Valerio)

Marco Valerio



Approvato con Deliberazione n. 140 del **19 MAG. 2017**
Adottata dal Presidente della Provincia di Benevento

19 MAG. 2017

Il Segretario Generale
Dr. Franco Nardone

PROGETTO ESECUTIVO

DISCIPLINARE DESCRITTIVO PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI TECNICI E TECNOLOGICI

Indice

PREMESSA	3
1. INTRODUZIONE	4
2. OBIETTIVI: INTERVENTI PREVISTI	4
3. DISCIPLINARE DESCRITTIVO PRESTAZIONE DEGLI ELEMENTI FASE I.....	6
3.1. REALIZZAZIONE PALIFICATA E RIFACIMENTO DELLA RECINZIONE.....	6
4. DISCIPLINARE DESCRITTIVO PRESTAZIONE DEGLI ELEMENTI FASE II.....	9
4.1. REALIZZAZIONE DIAFRAMMA E POZZI RETRODRENO	9
4.2. REALIZZAZIONE COPERTURA SUPERFICIALE DELLA DISCARICA - CAPPING	10
A. STRATO SUPERFICIALE DI COPERTURA	13
B. GEOSTUOIA GRIMPANTE	14
C. GEOCOMPOSITO DRENANTE	15
D. GEOCOMPOSITO BENTONITICO	16
E. STRATO DI REGOLARIZZAZIONE	17
4.3. REALIZZAZIONE IMPIANTO DI CAPTAZIONE DEL BIOGAS	18
A. POZZI DI CAPTAZIONE VERTICALI	19
4.4. REALIZZAZIONE IMPIANTO DI RACCOLTA DEL PERCOLATO.....	20
A. POZZI DI DRENAGGIO VERTICALI	21
B. RETE DI ADDUZIONE RACCOLTA PERCOLATO	23
C. POMPE DI SOLLEVAMENTO PERCOLATO.....	23
D. LINEE IDRAULICHE DI RECAPITO PERCOLATO	24
E. SERBATOI DI STOCCAGGIO PERCOLATO.....	25
4.5. VASCA STOCCAGGIO SERBATOI PERCOLATO.....	27
4.6. REALIZZAZIONE SISTEMA GESTIONE ACQUE METEORICHE	27
4.7. POZZETTI REALIZZATI IN OPERA PER L’IMPIANTO DI TRATTAMENTO PRIMA PIOGGIA.....	28
4.8. RIQUALIFICAZIONE VIABILITÀ INTERNE, STRUTTURE ESISTENTI E ACCESSORIE	28

4.9. RIQUALIFICAZIONE E SISTEMAZIONE FINALE DEL SITO.....28

A. INERBIMENTO E SPECIE ERBACEE DA UTILIZZARE29

B. COPERTURA ARBUSTIVA E SPECIE PER LE AREE SOMMITALI E PENDII.....29

Premessa

Il presente documento rappresenta il *Disciplinare descrittivo prestazione degli elementi tecnici e tecnologici* del Progetto Esecutivo dei lavori per la “Bonifica definitiva della Discarica consortile ubicata nel Comune di San Bartolomeo in Galdo (BN), in località Serra Pastore”, Provincia di Benevento.

Oggetto del presente disciplinare (elaborato previsto dal D.L.163/2006 e ss.mm.ii.) è la descrizione dei principali elementi tecnico-prestazionali che saranno impiegati per la realizzazione dell'intervento per la “Bonifica definitiva della Discarica consortile ubicata nel Comune di San Bartolomeo in Galdo (BN), in località Serra Pastore”, provincia di Benevento.

Il presente documento fungerà da linea guida e indicazione, al fine di indicare un livello minimo prestazionale di qualità, per la fornitura degli impianti mobili di trattamento e i materiali che saranno impiegati per la realizzazione dei lavori previsti nel presente progetto esecutivo; gli elementi tecnici descritti saranno quindi suscettibili di variazioni in funzione delle evoluzioni tecnologiche, del mercato e degli approfondimenti tecnici che potranno essere eseguiti anche in corso d'opera.

1. Introduzione

La definizione delle caratteristiche prestazionali dei materiali necessari per l'esecuzione delle opere previste dalla progettazione dei lavori per la *“Bonifica definitiva della Discarica consortile ubicata nel Comune di San Bartolomeo in Galdo (BN), in località Serra Pastore”*, provincia di Benevento, parte dall'analisi dei contenuti del presente progetto. Definiti i materiali necessari si indicano le caratteristiche che gli stessi devono soddisfare.

2. Obiettivi: Interventi previsti

Gli obiettivi di intervento sono molteplici e interconnessi, volti tutti strategicamente ad ottenere l'obiettivo prioritario: ridurre, se non annullare, i rischi per l'ambiente e la popolazione, connessi alla presenza della ex discarica ubicata nel Comune di San Bartolomeo in Galdo (BN), in località Serra Pastore, attraverso un'insieme di interventi che, consentendo di gestire il rischio attraverso la definizione di misure correttive che intervenendo sugli elementi da cui il rischio stesso dipende, rappresentino una soluzione definitiva alla complessa problematica connessa alla bonifica ed alla messa in sicurezza del sito .

L'insieme di tutte le opere previste nel presente progetto di bonifica e messa in sicurezza permanente del sito dell'ex discarica, è infatti volto ad ottenere, in accordo con le stesse definizioni del D.Lgs. 152/2006, art. 240, comma 1, lettere o) e p), l'isolamento in modo definitivo delle fonti inquinanti (rifiuti, percolato ed eventuale biogas- attualmente non presente) rispetto alle matrici ambientali circostanti per garantire un elevato e definitivo livello di sicurezza per le persone e per l'ambiente e ove possibile ridurre le fonti di inquinamento e le sostanze inquinanti, procedendo ed esempio all'estrazione di parte del percolato di discarica.

Naturalmente in relazioni alle condizioni specifiche del sito e alla specificità del sito stesso quale ex discarica, obiettivi che concorrono al raggiungimento dell'obiettivo strategico sono:

- stabilizzare la porzione del rilevato di contenimento della discarica che mostra cedimenti a valle;
- verificare l'efficacia degli interventi attraverso piani di monitoraggio e controllo degli impianti e delle matrici ambientali;
- garantire la durabilità degli interventi attraverso piani di controllo e manutenzione degli impianti;

- reinserire nel contesto territoriale e paesaggistico il sito attraverso

La totalità delle opere previste dal presente Progetto esecutivo, in conformità con il Progetto definitivo approvato¹ e con le raccomandazioni dettate in sede di sua approvazione, è stato elaborato partendo dalle previsioni del Progetto Preliminare di “Bonifica definitiva della Discarica consortile ubicata nel Comune di San Bartolomeo in Galdo (BN), in località Serra Pastore”², tenendo conto delle osservazioni e prescrizioni del D.D.R. 89/2012.

Il progetto definitivo, in coerenza con quanto indicato dal Bando e dal Disciplinare di Gara, che ricalca quanto stabilito dalla Deliberazione del Presidente della Provincia n.111 del 04-06-2015 (allegata alla documentazione di gara), è stato redatto ed articolato prevedendo la suddivisione delle lavorazioni a farsi in *due fasi distinte*, chiaramente individuate ed identificate, sia materialmente che finanziariamente, pensate e progettate in maniera autonoma e non interconnessa tali da poter essere realizzate anche separatamente.

Le due citate fasi di lavori, programmate e progettate come due macroattività, autonome e non interconnesse, in accordo con le indicazioni di gara, riguardano:

- *Prima Fase (FI)*: tutte le opere di carattere strutturali e quelle ad esse affini
- *Seconda Fase (FII)*: tutte le opere di bonifica e quelle ad esse affini.

Secondo quanto indicato dal Bando e dal Disciplinare di Gara, anche il Progetto Esecutivo era a redigersi in due fasi separate, distinte ed autonome.

Tuttavia, mutate le condizione e le motivazioni per le quali era necessario e quindi richiesta una progettazione in due fasi distinte dell’opera, chiaramente individuate ed identificate, sia materialmente che finanziariamente, su indicazione e istanza del responsabile del procedimento il Progetto Esecutivo è stato redatto senza la divisione in fasi progettuali , autonome e separate, prevista nel livello definitivo di progettazione, pur rimanendo coerente con quest’ultimo e con le prescrizione dettate, dagli Enti competenti, in sede di sua approvazione.

Si ritiene tuttavia comunque, nell’unitarietà della progettazione esecutiva richiesta e, quindi elaborata,, al fine di un utile e pratica trattazione delle opere progettate, mantenere il riferimento alla distinzione in due fasi operata nel Progetto Definitivo.

¹ Approvato in Conferenza di Servizi del 19/12/2016, tenutasi presso la Provincia di Benevento, i cui esiti sono riportati nel Verbale di seduta, Protocollo: 0076930 D del 19/12/2016 del Registro Ufficiale della Provincia di Benevento.

² approvato con Deliberazione del Commissario Straordinario n.90 del 28-07-2014, adottata con poteri della Giunta Provinciale, costituito dal Progetto redatto dalla società ASTIR s.p.a., approvato con Decreto Dirigenziale Regionale n.89 del 08.05.2012, integrato dalla “Relazione di Aggiornamento” con i suoi allegati, redatti dagli uffici della Provincia di Benevento.

Nella **Fase I** in particolare è prevista:

- la realizzazione della palificata per la stabilizzazione del rilevato di contenimento della discarica che mostra cedimenti a valle;
- il rifacimento e recupero della recinzione perimetrale del sito.

Nella **Fase II** è prevista la realizzazione di tutti i restanti e articolati interventi di seguito sintetizzati, specificati e dettagliati nelle Relazioni specialistiche e di calcolo esecutivo, parti integranti del presente progetto esecutivo. In particolare:

- la realizzazione del Diaframma e i pozzi retrodreno;
- la realizzazione copertura superficiale della discarica – Capping;
- la realizzazione del sistema gestione del biogas;
- la modifica del sistema di gestione del percolato;
- la realizzazione del sistema di regimentazione e gestione delle acque meteoriche;
- la Riqualificazione della viabilità interne, delle strutture esistenti e accessorie;
- il rifacimento ovvero la realizzazione di tutti gli impianti tecnologici previsti nel presente progetto (impianto fotovoltaico, di videosorveglianza, antincendio, impianto elettrico, di illuminazione esterna, impianto a controllo remoto del sistema di gestione del percolato).

La realizzazione dei lavori suddetti è preceduta dalle opere di demolizione di strutture o impianti che, non più funzionali alla messa in sicurezza della discarica e alla sua post gestione, intralciano i lavori a realizzarsi. Nel seguito si evidenziano per ciascuno degli interventi previsti in ognuna delle due fasi la descrizione dei materiali, con l'individuazione delle caratteristiche prestazionali degli stessi.

3. Disciplinare descrittivo prestazione degli elementi Fase I

3.1. Realizzazione Palificata e rifacimento della recinzione

I materiali che bisogna approvvigionare nella fase I sono rappresentati fondamentalmente dai conglomerati di calcestruzzo per la realizzazione della paratia di sostegno del versante e della porzione di muro di recinzione, che attualmente si trova in equilibrio limite e che per tale motivo se ne è prevista la demolizione e la ricostruzione con una sezione strutturalmente più resistente, e

l'acciaio di armatura. In particolare caratteristiche dei materiali delle opere strutturali:

- *Paratia di pali e trave di coronamento*

Calcestruzzo : C25/30 $R_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$, classe di esposizione X_{c1} , livello di lavorabilità SLUMP S4

Acciaio in tondi: ad alta duttilità CLASSE B 450 C

- *Muro di sostegno a mensola in c.a.*

Calcestruzzo : C20/25 $R_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$, classe di esposizione X_{c1} , livello di lavorabilità SLUMP S4

Acciaio in tondi: ad alta duttilità CLASSE B 450 C

Per ciascuna delle classi di **Calcestruzzo** impiegata sono riportati i valori di:

Per ciascuna classe di calcestruzzo impiegata sono riportati i valori di:

Resistenza di calcolo a trazione (f_{ctd})

Resistenza a rottura per flessione (f_{cfm})

Resistenza tangenziale di calcolo (τ_{Rd})

Modulo elastico normale (E)

Modulo elastico tangenziale (G)

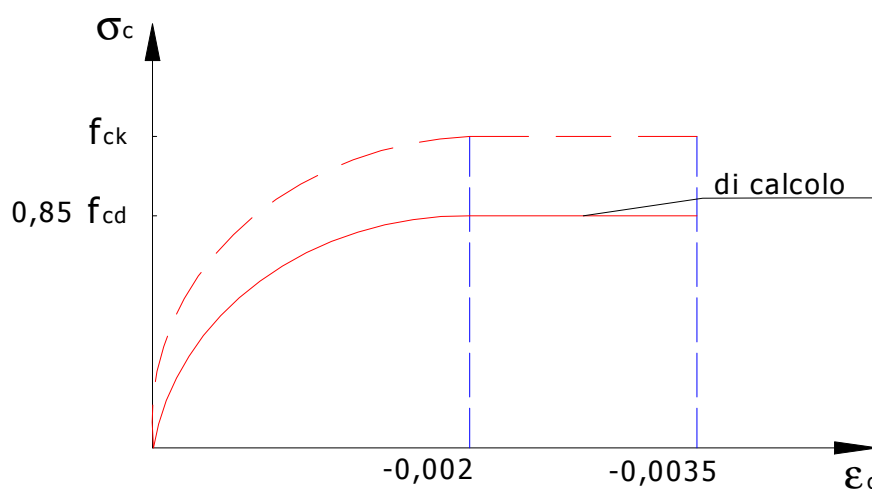
Coefficiente di sicurezza allo Stato Limite Ultimo del materiale (γ_c)

Resistenza cubica caratteristica del materiale (R_{ck})

Coefficiente di Omogeneizzazione

Peso Specifico

Coefficiente di dilatazione termica



La resistenza di calcolo cilindrica f_{cd} è data da $f_{ck} / \gamma_c = 0.83 * R_{ck} / \gamma_c$ (0.83 è il fattore di trasformazione da resistenza cubica a cilindrica). La resistenza cilindrica viene ridotta ulteriormente di un fattore 0.85 per tenere conto delle modalità di applicazione del carico. La deformazione massima $\epsilon_{c \max}$ è assunta pari a 0.0035.

L'Acciaio utilizzato è ad aderenza migliorata tipo **B450C** (resistenza caratteristica allo snervamento $F_{yk} = 4300 \text{ kg/cm}^2$); sono riportati i valori di:

Tensione caratteristica di snervamento trazione (f_{yk})

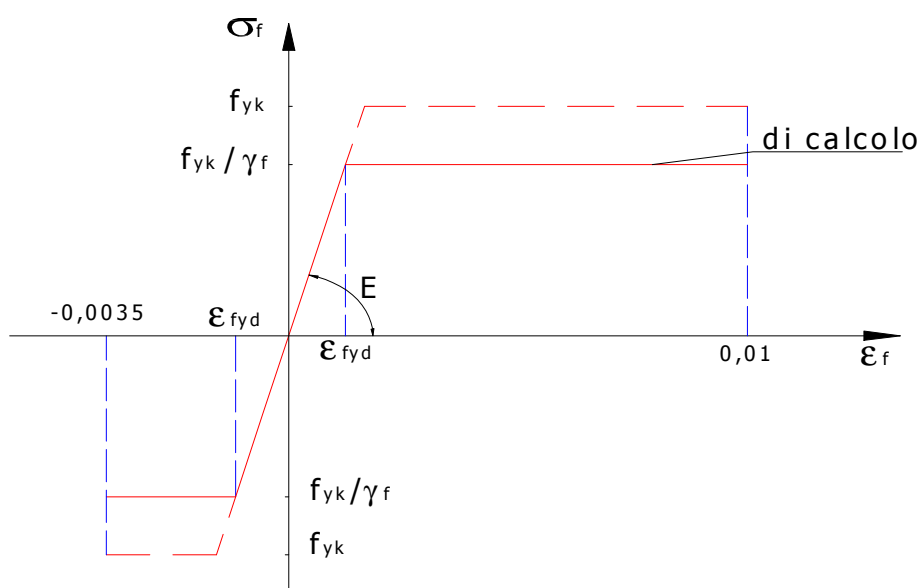
Modulo elastico normale (E)

Modulo elastico tangenziale (G)

Coefficiente di sicurezza allo Stato Limite Ultimo del materiale (γ_f)

Peso Specifico

Coefficiente di dilatazione termica



La resistenza di calcolo è data da f_{yk} / γ_f . Il coefficiente di sicurezza γ_f si assume pari a 1.15. La deformazione massima $\epsilon_{s \max}$ è assunta pari a 0.01.

$f_{yk} \geq 4300 \text{ kg/cm}^2$ (tensione caratteristica di snervamento)

$f_{tk} \geq 5400 \text{ kg/cm}^2$ (tensione caratteristica di rottura)

4. Disciplinare descrittivo prestazione degli elementi Fase II

4.1. Realizzazione diaframma e pozzi retrodreno

L'intervento prevede la realizzazione di una diaframma plastico perimetrale ammorsato per almeno 1,5 m nell'argilla marnosa di base.

Il diaframma verrà realizzato per uno sviluppo longitudinale complessivo di circa 420 m lungo il perimetro del sito. Il diaframma dovrà avere le seguenti caratteristiche:

- permeabilità non superiore a 1×10^{-10} m/s;
- la quota superiore dei pannelli sarà pari al piano campagna;
- la quota inferiore dei pannelli sarà quella indicata negli elaborati grafici di progetto.

Cautelativamente, le profondità di ammorsamento sono state poste a 10 m nella parte a monte (tratto AB), ad una profondità variabile tra 10 e 14 m per il tratto BC, si attesteranno a 14 m nel tratto di valle, proseguendo per questa profondità anche nel tratto DE. Nel tratto EA il diaframma avrà una profondità variabile tra 14 e 10 m. Nella seguente tabella si riportano i dati sintetici utilizzati per il calcolo dei volumi di terreno da rimuovere, considerando lo spessore di scavo pari a 60 cm.

	L (m)	H (m)	Superficie verticale di diaframma (m ²)
AB	135	10	1300
BC	80	12*	960
CD	130	14	1820
DE	35	14	490
EA	45	12**	540
TOTALE			4743,75

*: valore medio per profondità variabili tra 14 e 10 m

**.: valore medio per profondità variabili da 14 a 10 m

La miscela plastica, costituita da acqua, cemento, bentonite e additivi speciali, verrà prodotta in apposito impianto di confezionamento, miscelazione, pompaggio e relativo stoccaggio. Il dosaggio della miscela iniettata in fase di trattamento, non deve comunque risultare inferiore a 250 l/mc di

terreno trattato con una quantità di cemento garantita non inferiore a 200 kg/mc di terreno trattato ed un rapporto bentonite/cemento di circa 0,1.

Al fine di prevenire, in caso si rotture accidentali del telo impermeabile al di sotto del livello attuale di percolato ed al di sotto della quota prevista nel progetto preliminare, si prevede di realizzare 14 pozzi di retrodreno in grado da consentire l'alloggiamento di elettropompe sommerse.

I pozzi dovranno essere realizzati secondo le seguenti modalità:

- Perforazione sino alla quota di – 11.5 m eseguita con cantiere a distruzione diametro 330 mm;
- Cementazione dell'intera perforazione eseguita con tubazione ascendente e pompa con malta cementizio tipo Rck 250;
- Riperforazione con diametro 280 mm sino alla quota di – 14 m dal p.c.;
- Tubazione di rivestimento in PVC atossico spessore 8 mm con diametro 250 mm assemblato mediante giunti filettati senza uso di mastici e collanti, installato cieco per la parte insatura (sino a 11.5 m) e micorfessurato/sfinestrato per la restante parte sino a – 14 m;

4.2. Realizzazione copertura superficiale della discarica - Capping

L'intervento, come dettagliatamente descritto nell'elaborato di progetto "R13: RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA E DIMENSIONAMENTO ESECUTIVO COPERTURA DEFINITIVA DELLA DISCARICA – CAPPING", prevede la realizzazione di una copertura superficiale della discarica (capping) e la relativa regimentazione delle acque meteoriche. La copertura, che deve essere costituita dalla combinazione di strati di differenti materiali, ciascuno dei quali assolve a precise funzioni, deve garantire:

- isolamento dei rifiuti dall'ambiente esterno;
- minimizzazione delle infiltrazioni d'acqua;
- riduzione al minimo delle operazioni di manutenzione;
- minimizzazione dei fenomeni di erosione;
- resistenza agli assestamenti ed a fenomeni di subsidenza localizzata.

Una volta terminata la sistemazione/rimodellazione definitiva della superficie della discarica, si procederà all'adeguamento dei pozzi/sfiati esistenti per l'impianto di captazione del biogas e alla

realizzazione dei nuovi pozzi di captazione biogas e estrazione percolato, quindi alla posa del pacchetto di impermeabilizzazione e del terreno di copertura, compresa la posa della coltre vegetativa.

Nella realizzazione della copertura superficiale si prevede di apportare le seguenti modifiche a quanto previsto dal D.lgs. n.36/2003, e dal progetto preliminare, modifiche comunque rispondenti ai criteri dettati dal citato decreto ed in grado di garantire maggiori condizioni di sicurezza:

- i due strati drenanti (acqua e biogas) di spessore ognuno di ≥ 0.5 m sono stati sostituiti con un geocomposito drenante, costituito da una struttura polimerica tridimensionale (georete) in HDPE che costituisce il nucleo del geocomposito e funge da veicolo delle acque filtrate, racchiusa da due strati di geotessile;
- lo strato minerale compattato verrà sostituito da un materassino bentonitico (accoppiato ad una geomembrana in HDPE).

Funzione	Tipo di geosintetico	In sostituzione dei materiali naturali
Drenaggio	Geocomposito drenante (tipo Enkadrain 5006H), con spessore almeno di 0.006m	Strato di drenaggio del gas e di rottura capillare, protetto da eventuali intasamenti, con spessore $\geq 0,5$
Impermeabilizzazione	Geocomposito bentonitico (tipo HarpoBent BS), con spessore almeno di 0.006 m	Strato minerale compattato di conducibilità idraulica di 10^{-8} m/s con spessore $\geq 0,5$ m e
Drenaggio	Geocomposito drenante (tipo Enkadrain 5006H), con spessore almeno di 0.006m	Strato drenante protetto da eventuali intasamenti con spessore $\geq 0,5$ m in grado di impedire la formazione di un battente idraulico sopra le barriere

Riepilogo sostituzioni strati copertura

Nel paragrafo 5. *Confronto prestazionale strato drenante naturale - geocomposito drenante*, della citata relazione specialistica, si riporta il confronto prestazione in termini di capacità drenante, tra lo strato drenante naturale di spessore 0,5 m previsto dalla normativa e lo strato drenante sintetico costituito dal geocomposito drenante ($s=6$ mm).

Analogamente, nel paragrafo 6. *Confronto prestazionale strato impermeabile naturale - geocomposito bentonitico*, si riporta il confronto prestazione in termini di capacità impermeabilizzante, tra lo strato minerale naturale di spessore 0,5 m previsto dalla normativa e lo strato impermeabile sintetico costituito dal materassino bentonitico ($s=6$ mm).

Si sottolinea che l'attuale telo in HDPE posto a copertura provvisoria dell'ammasso rifiuti non verrà rimosso, ma resterà in opera a maggiore garanzia della qualità prestazionale della copertura definitiva.

Per la parte sommitale, costituita da superfici sub-orizzontali, gli strati da posare, riportati dall'alto verso il basso, per l'impermeabilizzazione superficiale della discarica per uno spessore totale di circa 1,0 m risultano quindi essere:

- Terreno vegetale di copertura con spessore >0,5 m che favorisca lo sviluppo delle specie vegetali di copertura ai fini della mitigazione ambientale, fornisca una protezione adeguata contro l'erosione e protegga le barriere sottostanti dalle escursioni termiche;
- Geocomposito drenante ed anti punzonante (con spessore di almeno 6 mm) in grado di impedire la formazione di un battente idraulico sopra le barriere di cui ai punti successivi e garantire la protezione dell'impermeabilizzazione sottostante;
- Telo HDPE spessore 2 mm
- Geocomposito bentonitico spessore minimo 6 mm;
- Geocomposito drenante ed anti punzonante con spessore di almeno 6 mm;
- Materiale di regolarizzazione, si è optato in particolare di utilizzare materiale argilloso, a garanzia maggiore di impermeabilizzazione, di spessore medio pari a circa 25 cm, con la funzione di permettere la corretta messa in opera degli strati sovrastanti, e di rimodellamento per fornire le giuste pendenze necessaria al convogliamento delle acque meteoriche.

Nella progettazione e realizzazione dello strato di copertura si deve infatti assicurare che le pendenze siano sufficienti a favorire il ruscellamento superficiale; in ogni caso le "Linee guida per le discariche controllate di rifiuti solidi urbani" del Comitato Tecnico Discariche suggeriscono valori finali (dopo gli assestamenti del corpo rifiuti) almeno pari al 3%.

Per i versanti gli strati da posare, riportati dall'alto verso il basso, per l'impermeabilizzazione superficiale della discarica per uno spessore totale di circa 1,0 m risultano quindi :

- Geogriglia di rinforzo;
- Terreno vegetale di copertura con spessore di 0,5 m che favorisca lo sviluppo delle specie vegetali di copertura ai fini della mitigazione ambientale, fornisca una protezione adeguata contro l'erosione e protegga le barriere sottostanti dalle escursioni termiche;
- Geostuoia grimpante;
- Geocomposito drenante ed anti punzonante (con spessore di almeno 6 mm) in grado di

impedire la formazione di un battente idraulico sopra le barriere di cui ai punti successivi e garantire la protezione dell'impermeabilizzazione sottostante;

- Telo HDPE spessore 2,0 mm
- Geocomposito bentonitico spessore minimo 6 mm;
- Geocomposito drenante ed anti punzonante (con spessore di almeno 6 mm);
- Materiale di regolarizzazione di spessore medio pari a circa 20 cm, con la funzione di permettere la corretta messa in opera degli strati sovrastanti e di rimodellamento per fornire le giuste pendenze necessario al convogliamento delle acque meteoriche.

A. Strato superficiale di copertura

Lo strato superficiale sarà costituito da terra di coltivo per uno spessore di circa 0,5 m. I materiali di suolo impiegati per i trenta centimetri più superficiali dovranno rispondere ai requisiti qualitativi relativi alle classi di idoneità "Buona" dello schema interpretativo riportato nella tabella che segue (USDA 1993, modificata).

Proprietà	Idoneità d'uso		
	<i>Buona</i>	<i>Moderata</i>	<i>Bassa</i>
1. Tessitura USDA	Franco, franco sabbioso, franco limoso	Sabbia grossolana franca, sabbia franca, sabbia fine franca, sabbia molto fine franca. Franco sabbioso argilloso, franco argilloso, franco argilloso limoso	Sabbia grossolana, Sabbia, Sabbia fine, Sabbia molto fine, Limoso argilloso, argilloso, sabbioso argilloso
2. Scheletro 2 -7,5 mm - (% peso)	<5	5-15	>15
2a. Scheletro >7,5 mm - (% peso)	<1	1-3	>3
3. Salinità (mmhos/cm)	<4	4-8	>8
4. Rapporto di assorbimento del sodio	<4	4-13	>13
5. Reazione del suolo (pH)	6,0 - 7,5	5,0 - - 8,5	<5, >8,5
6. Carbonato di calcio (%)	<8	8-25	>25

Requisiti di idoneità dei materiali di suolo da impiegare nel processo di costruzione delle coperture pedologiche

I materiali di suolo impiegati per i restanti venti centimetri dovranno rispondere ai requisiti qualitativi relativi alle classi di idoneità "Moderata" dello schema interpretativo riportati nella citata tabella. Tale strato superficiale ha il compito di favorire lo sviluppo delle specie vegetali di copertura, fornire una protezione adeguata contro l'erosione e di proteggere le barriere sottostanti dalle escursioni termiche.

Al fine di garantire la stabilità delle scarpate, solo lungo queste ultime, si prevede sopra il terreno vegetale la posa in opera di una geogriglia di rinforzo. La geogriglia da interporre nel terreno vegetale di copertura dovrà essere a maglia stretta, circa 35 x 35 mm.

B. Geostuoia Grimpante

Il principale problema durante la progettazione e la realizzazione di un sistema di copertura definitivo di una discarica (capping) è trattenere sulle pendici impermeabilizzate un adeguato spessore di terreno di coltura che consenta un duraturo inerbimento; infatti, l'angolo di attrito all'interfaccia tra l'impermeabilizzazione e il terreno vegetale ha solitamente valori molto bassi, inadeguati a impedire lo scivolamento del terreno, anche con basse pendenze.

La copertura è studiata in modo da garantire lo smaltimento delle acque infiltrate che, scorrendo sulla membrana, ridurrebbero fino ad annullarlo il coefficiente di attrito terreno-membrana, provocando inoltre delle sottopressioni che finirebbero con il far scivolare il terreno sull'impermeabilizzazione stessa. Il terreno steso sulle scarpate della discarica è sottoposto a forze che tendono a farlo scivolare verso il piede e ad altre che favoriscono la stabilità: queste azioni devono essere equilibrate con un accettabile fattore di sicurezza per cui, lungo le scarpate, è indispensabile utilizzare un opportuno geosintetico in grado di trasmettere al terreno di copertura quelle azioni che sono necessarie per garantire la stabilità.

Si utilizzerà, quindi, una geostuoia rinforzata con struttura tridimensionale e "grimpante", tipo Enkamat 7010W/200.50PET o equivalenti, in modo da aumentare la stabilità delle scarpate e consentendo il trattenimento del terreno vegetale, anche su pendenze elevate; posta sopra il geocomposito drenante e sotto il terreno. Le caratteristiche di resistenza della geostuoia variano in funzione delle pendenze, in particolare si utilizzerà per le pendenze in gioco una geostuoia grimpante 200 kN/m con le seguenti caratteristiche tecniche:

- spessore nominale: 12 mm
- resistenza massima a Trazione Longitudinale: 200 kN/m
- resistenza massima a Trazione Trasversale: 20 kN/m

- allungamento a rottura Longitudinale e Trasversale: 12 %

La Geostuoia rinforzata sarà costituita da una geogriglia in PET (Poliestere) ad alta tenacità (con funzione di rinforzo) accoppiata per cucitura industriale ad una geostuoia in PP (Polipropilene) tridimensionale (con funzione di trattenimento del terreno) costituita da 3 strati di geogriglie dei quali quello inferiore e superiore dovranno essere piatti mentre quello centrale pieghettato meccanicamente per dare consistenza e corpo al materassino antierosione. La struttura sarà posta direttamente al di sopra del geocomposito filtro-drenante per le acque meteoriche, debitamente ancorata in sommità e in parete (utilizzando opportuni picchetti a testa larga) e successivamente "ricaricata" con un'abbondante quantità di terreno di coltura leggermente compattato.

C. Geocomposito drenante

Il geocomposito, tipo Enkadrain 5006H o equivalenti, dovrà essere composto da due geotessili non tessuti termosaldati a filo continuo in polipropilene, da 120 g/mq con interposta georete in HDPE, da utilizzare per filtro-dreno-protezione, avente le seguenti caratteristiche:

- Struttura Geotessile-Georete-Geotessile
- Spessore: ≥ 6 mm
- Massa areica: 1500 g/mq
- Resistenza a trazione: > 19 KN/m
- Allungamento a snervamento: $< 55\%$
- Permeabilità del geotessile 300 l/sec/mq
- Portata idraulica:
 - $i=1$, $p= 25$ kPa: $>1,40 \times 10^{-3}$ m² s⁻¹
 - $i=1$, $p= 100$ kPa: $>1,30 \times 10^{-3}$ m² s⁻¹
 - $i=1$, $p= 500$ kPa: $>1,20 \times 10^{-3}$ m² s⁻¹
 - $i=1$, $p= 1.000$ kPa: $>1,00 \times 10^{-3}$ m² s⁻¹

L'utilizzo di un geocomposito drenante in discarica presenta i seguenti vantaggi:

- i geocompositi drenanti sono materiali molto leggeri e come tali non creano carico instabilizzante sull'intero sistema di copertura. Nello specifico la sostituzione dei due strati drenanti in ghiaia per uno spessore totale di 1 m comporterebbe un abbattimento dei carichi pari a circa 18 kPa per m² di superficie;

- l'utilizzo di un geocomposito drenante al di sopra e al di sotto dello strato impermeabilizzante (geomembrana in HDPE da 2,0 mm + geocomposito bentonitico) oltre che assolvere alle funzioni di drenaggio del biogas e acqua piovana di infiltrazione contribuisce a conservare l'integrità dell'impermeabilizzante stessa;
- si riducono notevolmente i carichi sullo strato impermeabilizzante (i carichi statici unitari si riducono di 9 kPa per mq di superficie) e si ottiene anche un miglioramento nella distribuzione del carico, dal momento che i carichi (0,5 m di materiale vegetale di riporto in copertura = 9 kPa per mq di superficie) sono distribuiti su una superficie di contatto poco scabrosa a basso potere punzonante. La struttura del geocomposito e il suo spessore (con spessore adeguato a consentire una permeabilità che drena le portate captate derivanti dalle piene decennali) costituiscono di per sé una protezione anti-punzonante consentendo l'eliminazione dello strato di geotessile a protezione del telo in l'HDPE che si renderebbe necessario nel caso di strato drenante naturale per preservare l'integrità dei teli;
- l'utilizzo di geocompositi drenanti garantisce il drenaggio anche in condizioni estreme di inclinazione versante;
- la posa del geocomposito drenante riduce drasticamente le sollecitazioni durante le fasi di posa sui materiali sottostanti dal momento che non necessita dell'utilizzo di mezzi pesanti (posa manuale);
- l'utilizzo del geocomposito drenante riduce notevolmente i tempi di posa.
- l'utilizzo del geocomposito drenante comporta, inoltre, un minore impatto ambientale: non si usufruisce di cave né di discariche e si impiegano meno mezzi di trasporto (minore uso di strade e carburanti e quindi minore inquinamento).

Si Allega scheda tecnica

D. Geocomposito bentonitico

Al fine di assicurare un'efficace tenuta del pacchetto, che consenta di evitare sia la fuoriuscita diffusa di biogas in atmosfera sia l'infiltrazione delle acque meteoriche nel corpo rifiuti, tra i due livelli drenanti è prevista la posa di uno strato di impermeabilizzazione costituito da un materasso bentonitico ed un telo in HDPE da 2 mm. Tali strati assicurano l'isolamento tra i due sistemi di drenaggio sovrapposti.

In particolare la geomembrana dovrà presentare entrambe le superfici profilate, ottenute per estrusione diretta, con struttura caratterizzata da punti di ancoraggio di altezza $>0,9$ mm, per una quantità pari a circa 30.000 punti al metro quadrato. La geomembrana dovrà essere prodotta per estrusione orizzontale e la sua larghezza dovrà risultare pari ad almeno 5,10 m al fine di assicurare omogeneità e regolarità in tutto il suo spessore e per tutta la sua estensione superficiale. La tensione di rottura e la resistenza a lacerazione non devono essere inferiori rispettivamente a 26 N/mm² e a 130 N/mm in senso sia longitudinale che trasversale.

Il geocomposito bentonitico, dovrà avere uno spessore minimo di 6 mm, dovrà essere costituito da bentonite di alta qualità, racchiusa all'interno di una struttura a sandwich costituita da geotessili. Una elevata percentuale maggiore del 70% della bentonite impiegata dovrà essere costituita da montmorillonite. La montmorillonite è un'argilla minerale con una elevata espandibilità potenziale conferitale dall'enorme superficie delle particelle: 800 mq/grammo. Durante il processo di idratazione le molecole d'acqua vengono bloccate sia all'interno delle particelle di argilla, che tra le stesse; in questo modo la bentonite si espande riducendo via via il passaggio dell'acqua. L'incapsulamento della bentonite all'interno del geocomposito, combinato con la pressione dovuta al carico di confinamento da applicare in fase di costruzione e con l'idratazione della bentonite, conferisce al geocomposito una bassissima permeabilità. La permeabilità della bentonite si riduce all'aumentare del carico.

Il geocomposito impermeabile di tipo bentonitico, tipo HarpoBent BS o equivalente, dovrà inoltre garantire le seguenti caratteristiche: permeabilità secondo ASTM D 5887 non superiore a 5×10^{-11} m/sec cui corrisponderà una perdita massima di fluido non superiore a 1×10^{-8} mc/mq s calcolata secondo le norme ASTM D5887.

E. Strato di regolarizzazione

Al fine di formare un piano di posa adeguato per la copertura definitiva, occorre predisporre uno strato di regolarizzazione al di sopra dei rifiuti, che ovviamente dovrà avere caratteristiche tali da garantire la stabilità dell'intero pacchetto sia dal punto di vista delle sollecitazioni statiche e dinamiche, sia rispetto allo scivolamento sulle scarpate.

Tale strato dovrà essere di spessore e caratteristiche adeguate, stabilite anche mediante apposite prove di verifica in situ ed in laboratorio, prima della posa in opera della copertura definitiva, che assicurino la stabilità del pacchetto di copertura, con relazione ai carichi e sollecitazioni trasmesse dagli strati superiori e dai valori di interfaccia degli stessi.

Il valore dell'angolo d'attrito dello strato di regolarizzazione dovrà essere dell'ordine dei 35° comunque superiore ai 30°.

Il materiale, del quale bisognerà certificarne la provenienza e la sua rispondenza alle norme UNI 10006 deve risultare, in base alla sua granulometria e alla sua permeabilità, compatibile con gli strati di materiale inerte nel pacchetto di materiali naturali indicati dal D.Lgs. 36/03.

Le caratteristiche minime del materiale dovranno essere le seguenti:

- Permeabilità minima di 1×10^{-2} cm/s;
- Contenuto di fine (passante vaglio 200 ASTM) inferiore al 5%;
- Dimensioni dei grani non superiori a 64 mm;
- Contenuto di carbonati inferiore al 5%.

Si è optato nel presente intervento in particolare di utilizzare materiale argilloso, a garanzia ulteriore di maggiore impermeabilizzazione, di spessore medio in sommità pari a circa 25 cm, con la funzione di permettere la corretta messa in opera degli strati sovrastanti, che sicuramente più che soddisfa i requisiti su elencati.

Si procederà inizialmente con la regolarizzazione definitiva della superficie della discarica utilizzando proprio materiale argilloso, da stendersi sul telo HDPE già presente sul corpo rifiuti, che verrà dunque lasciato in opera, in modo da ottenere le giuste pendenze per favorire l'allontanamento delle acque meteoriche e per ottenere piani di posa adeguati e regolarizzati per la stabilità degli strati di capping che saranno successivamente posti in opera, secondo gli elaborati di progetto e procedendo con modalità esecutive di posa in opera e compattazione adeguate alla natura dei materiali da trattare.

4.3. Realizzazione impianto di captazione del biogas

Al fine di proporre degli interventi tali da consentire comunque la captazione, il convogliamento e la combustione dell'eventuale biogas presente si è deciso di prevedere le seguenti opere:

- realizzazione di n.4 pozzi di captazione verticali opportunamente ubicati nell'area di discarica, in modo da intercettare l'eventuale biogas presente, posizionati come rappresentato nell'elaborato grafico "T14: STATO DI PROGETTO – SISTEMA GESTIONE BIOGAS"; il sistema produrrà una naturale depressione con gradiente verso l'interno dei pozzi che farà confluire il biogas al loro interno;

- installazione di una torcia statica per ogni pozzo realizzato, per il consumo per combustione dell'eventuale più biogas captato.

A. Pozzi di captazione verticali

Il sistema di captazione del biogas dalla massa dei rifiuti prevede l'installazione di n. 4 pozzi di captazione, che assolveranno alla funzione di attrarre il biogas in corrispondenza dei diversi strati di rifiuto.

Il foro verrà realizzato con il metodo a rotazione a secco con distruzione di nucleo mediante l'impiego di una trivella ad elica di diametro 800 mm oppure tramite sonda bucket.

Realizzato il foro il pozzo sarà immediatamente completato evitando di lasciare pozzi aperti. Il pozzo sarà costruito mediante la messa in opera di un tubo finestrato in HDPE dal diametro di 400 mm di contenimento al pietrisco, in cui è alloggiato un tubo in HDPE dal diametro di 140 mm e PN 10 in parte fessurato.

Il pozzo sarà completato con la realizzazione di un dreno tra il tubo interno e la parete del foro (tubo esterno) costituito da ghiaia con pezzatura di 50÷70 mm, a basso contenuto calcareo, per tutta la lunghezza del tratto forato.

L'altezza dei pozzi sarà circa di 9 m; il tubo sarà fessurato per il tratto inserito nello spessore dei rifiuti. Il tubo non fessurato uscirà di circa 60 cm dal corpo discarica (compreso il pacchetto di chiusura) e sarà protetto da un coperchio metallico, o in alternativa in HDPE, a tenuta ermetica. Nella seguente tabella si riportano le caratteristiche costruttive dei pozzi di drenaggio.

Per i particolari costruttivi si rimanda all'elaborato grafico denominato "T14: STATO DI PROGETTO – SISTEMA GESTIONE BIOGAS".

Le teste pozzo saranno sigillate con triplice strato di materiali impermeabili (argilla - bentonite - argilla): il sistema così costruito garantirà l'assoluta impermeabilità sia dal basso in alto che viceversa.

Di seguito si riportano le caratteristiche minime che dovranno avere i materiali e gli elementi utilizzati per la formazione dei pozzi:

- Il sistema interno di drenaggio sarà realizzato con ghiaia di drenaggio selezionata con le seguenti caratteristiche minime:
 - Contenuto di fine (passante al vaglio 200 ASTM) assente;

- Dimensioni dei grani comprese tra 50 e 70 mm;
- Contenuto di carbonati inferiore al 5%.
- Le teste pozzo saranno realizzate in HDPE (UNI 7612). Con le seguenti caratteristiche geometriche minime:
 - Diametro esterno: 140,0 mm;
 - Diametro interno: 110,3 mm;
 - Spessore: 29,7 mm (corrispondente a PN 10).
- Il tratto fessurato sarà realizzato in HDPE (UNI 7612), con le seguenti caratteristiche geometriche minime:
 - Diametro esterno: 140,0 mm;
 - Diametro interno: 110,3 mm;
 - Spessore: 29,7 mm (corrispondente a PN 10);
 - Larghezza fessure: ≥ 10.00 mm;
 - Passo fessure: ≥ 60.00 mm;
 - Disposizione delle fessure: su tutto lo sviluppo (360°);
 - Incidenza superficie libera: $\geq 5\%$.
- Le eventuali giunzioni delle sonde fessurate sarà eseguita a mezzo manicotti meccanici o saldature per termo fusione in grado di sostenere il peso della sonda durante la posa in opera.
- I pozzi sono dotati di attacco per l'integrazione della torcia statica.

4.4. Realizzazione impianto di raccolta del percolato

Il progetto prevede la realizzazione di n.2 pozzi di drenaggio verticali opportunamente ubicati nell'area di discarica, che si aggiungono a quello già esistente, in modo da intercettare il percolato presente.

Il sistema produrrà una depressione idraulica con gradiente verso l'interno dei pozzi che farà confluire il percolato al loro interno e consentirà inoltre, di monitorare il livello di percolato e quindi le quantità ancora presenti nel corpo della ex discarica.

Il sistema di drenaggio e stoccaggio del percolato in particolare prevede:

- la realizzazione di n. 2 pozzi di drenaggio, posizionati come rappresentato nell'elaborato grafico "T13: STATO DI PROGETTO – SISTEMA GESTIONE PERCOLATO";
- l'installazione nei singoli pozzi di elettropompe centrifughe sommergibili, per l'estrazione del percolato, e la sostituzione della pompa presente nel pozzo già esistente;
- la realizzazione di linee idrauliche per il convogliamento del percolato;
- la realizzazione di un sistema di stoccaggio costituito da 3 cisterne in vetroresina collocate fuori terra in un bacino di contenimento in c.a.;
- la realizzazione di un impianto fotovoltaico sulla copertura della vasca di contenimento, che renda auto sostenibile energeticamente il sistema.

A. Pozzi di drenaggio verticali

Il sistema di estrazione del percolato dalla massa dei rifiuti prevede l'installazione di n. 2 pozzi drenanti, che assieme a quello già esistente, assolveranno alla funzione di drenare il percolato in corrispondenza dei diversi strati di rifiuto.

Il foro verrà realizzato con il metodo a rotazione a secco con distruzione di nucleo mediante l'impiego di una trivella ad elica di diametro 800 mm oppure tramite sonda bucce, a valle del quale il pozzo sarà immediatamente completato evitando di lasciarlo aperto. Il pozzo sarà costruito mediante la messa in opera di un tubo in HDPE dal diametro di 500 mm e PN 10 in parte fessurato e completato con la realizzazione di un dreno tra il tubo e la parete del foro costituito da ghiaia con pezzatura di 30÷50 mm, a basso contenuto calcareo, per tutta la lunghezza del tratto forato.

La base dei pozzi sarà in corrispondenza del fondo della discarica, ma ad altezza tale da evitare di compromettere il sistema di chiusura di base del bacino di discarica; il tubo sarà fessurato per il tratto inserito nello spessore dei rifiuti. Il tubo non fessurato uscirà di circa 60 cm dal corpo discarica, compreso il pacchetto di chiusura, e sarà protetto da un coperchio metallico, o in alternativa in HDPE, a tenuta ermetica. Nella seguente tabella si riportano le caratteristiche costruttive dei pozzi di drenaggio.

Si provvederà a portare, con idonei elementi di giunzione a prolungare l'altezza del pozzo esistente per portare la quota della testa del pozzo a circa 60 cm dal corpo discarica compreso il pacchetto di chiusura.

Per i particolari costruttivi si rimanda all’elaborato grafico denominato "T13: STATO DI PROGETTO – SISTEMA GESTIONE PERCOLATO".

Le teste pozzo saranno sigillate con triplice strato di materiali impermeabili (argilla - bentonite - argilla): il sistema così costruito garantirà l’assoluta impermeabilità sia dal basso in alto che viceversa.

Di seguito si riportano le caratteristiche minime che dovranno avere i materiali e gli elementi utilizzati per la formazione dei pozzi:

- Il sistema interno di drenaggio sarà realizzato con ghiaia di drenaggio selezionata con le seguenti caratteristiche minime:
 - Contenuto di fine (passante al vaglio 200 ASTM) assente;
 - Dimensioni dei grani comprese tra 30 e 50 mm;
 - Contenuto di carbonati inferiore al 5%.
- Le teste pozzo saranno realizzate in HDPE (UNI 7612). Con le seguenti caratteristiche geometriche minime:
 - Diametro esterno: 500,0 mm;
 - Diametro interno: 470,3 mm;
 - Spessore: 29,7 mm (corrispondente a PN 10).
- Il tratto fessurato sarà realizzato in HDPE (UNI 7612), con le seguenti caratteristiche geometriche minime:
 - Diametro esterno: 500,0 mm;
 - Diametro interno: 470,3 mm;
 - Spessore: 29,7 mm (corrispondente a PN 10);
 - Larghezza fessure: ≥ 10.00 mm;
 - Passo fessure: ≥ 60.00 mm;
 - Disposizione delle fessure: su tutto lo sviluppo (360°);
 - Incidenza superficie libera: $\geq 5\%$.
- Le eventuali giunzioni delle sonde fessurate sarà eseguita a mezzo manicotti meccanici o saldature per termo fusione in grado di sostenere il peso della sonda durante la posa in opera.

B. Rete di adduzione raccolta percolato

L'impianto di raccolta percolato avrà poi le seguenti caratteristiche costruttive:

- condotta in HDPE De 50 mm da testa pozzo sino a pompa sommersa di rilancio percolato;
- pompa sommersa ATEX da 1,1 kW;
- valvola di ritegno DN 50;
- condotta di sfiato DN 32 per lo svuotamento dell'aria presente sul tratto di condotta dalla testa di pozzo alla valvola di ritegno e necessario per impedire il blocco della valvola di ritegno stessa;
- le condotte di adduzione dai pozzi ai serbatoi di deposito del percolato saranno realizzate in HDPE De 75 mm PN 10.

C. Pompe di sollevamento percolato

Per l'estrazione del percolato in ogni singolo pozzo di drenaggio sarà installata un'elettropompa centrifuga sommergibile ATEX, utilizzabile in atmosfere potenzialmente esplosive, per esempio in presenza di biogas.

Le pompe avranno le seguenti caratteristiche generali:

- adatte a pompaggio di liquidi aggressivi tipo il percolato;
- funzionamento automatico, senza controlli esterni, con azionamento regolato internamente dal livello del fluido mediante un galleggiante (o sensori di livello);
- dotate di girante con tritatore, in grado di sminuzzare in piccole particelle i corpi solidi eventualmente aspirati;
- ingresso del fluido dalla base, cioè aspirazione dal basso.

Le pompe saranno installate sul fondo del pozzo e saranno comandate da un trasduttore di pressione sommergibile che, misurando il livello di percolato all'interno del pozzo, ne controlla l'accensione e lo spegnimento. Sarà settato inoltre un terzo livello che serve a dare l'allarme in caso di livello troppo alto del percolato, sintomo che la pompa non è in funzione.

Il livello di minimo permette di mantenere la girante sempre immersa da liquido per evitare surriscaldamenti, mentre quello di massimo sarà regolato per limitare gli attacca-stacca della pompa. Proprio per far fronte a questo problema, saranno installate pompe da 1,1 kW trifase che elaborano una portata $Q = 1,8 \text{ mc/h}$ ad una prevalenza $H = 20 \text{ m}$. Dotate di girante con tritatore, esse sono in grado di sminuzzare eventuali corpi solidi in sospensione e ne permettono il passaggio fino ad un diametro di 6 mm. Le pompe sono dotate di attacco di mandata filettato gas da 2" e di tripiede di sostegno, pertanto potranno essere appoggiate direttamente sul fondo del pozzo.

Tali caratteristiche, oltre a non alterare l'operatività delle pompe, ne prolungano la vita, permettono di ottimizzare le sezioni dei cavi elettrici, ridurre l'impiego di energia elettrica ed avere un minor diametro delle condotte del percolato.

In fase di esercizio si potrà verificare la possibilità di avere tempi differenziati di esaurimento, ovvero di diminuzione differenziata, fra pozzo e pozzo, dei valori di portata del percolato intercettato.

D. Linee idrauliche di recapito percolato

Alla mandata della pompa sarà collegato un tubo in HDPE PN 10 di diametro esterno $\phi 50 \text{ mm}$ che, risalendo nel pozzo di raccolta, esce da questo attraverso una giunzione elettrosaldata. Per limitare il raggio d'ingombro dell'impiantistica attorno alle teste pozzo, si installeranno saracinesca e valvola di non ritorno direttamente sulla tubazione in HDPE discendente dall'esterno del pozzo stesso, soluzione da preferire al loro alloggiamento all'interno di pozzetto interrato scomodo da raggiungere e la cui apertura può essere resa difficoltosa dalla vegetazione. Tale posizionamento, inoltre, rende le valvole più facilmente accessibili, facilitando le operazioni di un eventuale sezionamento del pozzo e le operazioni di manutenzione.

Per evitare che la valvola di ritegno non si apra, a causa della formazione di aria o dell'eventuale presenza di biogas all'interno della tubazione che, comprimendosi, non ne consente l'apertura, si staccherà dal tubo uno sfiato, costituito da un tubo in HDPE di diametro esterno $\phi 32 \text{ mm}$, che rientra nel pozzo di raccolta nel quale riverserà in continuo una minima parte del percolato captato, con ciò impedendo fuori uscita dal pozzo di aria o biogas.

Sempre sulle tubazioni in uscita dai pozzi verranno installate delle prese a rubinetto per campionare il percolato estratto. Per interdire le operazioni a persone non autorizzate, le teste pozzo verranno protette con prolunghe per pozzetti prefabbricate di dimensioni interne pari a $150 \times 100 \times h 95 \text{ cm}$ che saranno chiuse in sommità con un grigliato lucchettato.

Da ciascun pozzo di emungimento partirà il collettore del percolato in tubo HDPE PN 10 interrato di diametro esterno ϕ 50 mm fino a raccordarsi alla dorsale di raccolta, costituita da tubi in HDPE PN 10 di diametro esterno ϕ 75 mm. Questa raccoglie le portate dei 2 pozzi di nuova realizzazione e di quello esistente.

La rete idraulica di convogliamento percolato sarà posata, affiancata dai due tubi corrugati ϕ 125 mm degli impianti elettrici, con due diverse modalità:

- Tipo 1: per le linee in uscita dai pozzi e per parte della dorsale, la tubazione viene posata sull'area interessata da capping, pertanto le tubazioni saranno ricoperte con sabbia fino al raggiungimento dei 25 cm di spessore, per poi essere ricoperte da 25 cm di terreno vegetale.
- Tipo 2: per parte della dorsale, la tubazione viene interrata in trincea e scorre sotto l'asse stradale della viabilità interna. La trincea avrà una larghezza di 0,5 m ed una profondità di 0,3 m. Essa sarà riempita totalmente con sabbia, in modo da garantire un letto di posa, un rinfiango ed una copertura di spessore adeguato. Il geotessile posato prima della realizzazione della viabilità impedirà la penetrazione di inerte nella sabbia.

Il piano di posa delle tubazioni sarà comunque preliminarmente regolarizzato e privo di trovanti che possano danneggiare le tubazioni successivamente posate. La tubazione sarà accuratamente resa tracciabile mediante nastro di segnalazione azzurro. I tubi saranno posati in modo da evitare la realizzazione di curve o bruschi cambi di direzione; tutti i giunti a gomito e a T dovranno essere realizzati esclusivamente con pezzi preformati mediante giunzione testa-testa.

Le linee di adduzione del percolato convergeranno in pozzetti in cls interrato di dimensioni esterne 80 x 80 che ospitano le saracinesche di intercettazione dei tre rami. Da qui si congiungono alla dorsale che a sua volta confluisce ai serbatoi di raccolta.

Per monitorare le linee di adduzione del percolato e rilevarne eventuali perdite, verrà installato sulla tubazione in uscita da ciascun pozzo un contalitri volumetrico meccanico che ne misuri la portata. Tali singole portate potranno poi essere confrontate con la portata contabilizzata dal misuratore in ingresso ai serbatoi di stoccaggio.

E. Serbatoi di stoccaggio percolato

Il percolato che arriva dal corpo discarica sarà convogliato, tramite la dorsali in HDPE PN 10 ϕ 75, in un pozzetto in cls interrato di dimensioni interne 150 x150 posto sul lato nord-est della vasca di contenimento. All'interno di detto pozzetto, tramite pezzi speciali, la dorsale sarà collegata ad una

condotta di acciaio zincato DN150 che alimenta, fuori terra, i serbatoi di accumulo. Su questa condotta sarà installato un misuratore di portata per contabilizzare il percolato prodotto e stoccato.

Prima dell'ingresso ad ogni serbatoio sarà installata una saracinesca di intercettazione e una valvola di ritegno a palla in modo da evitare il reflusso di liquido.

E' previsto inoltre un bypass dei tre serbatoi, costituito da un tronchetto flangiato DN150, che ne permette la comunicazione per una maggiore flessibilità di gestione, anche in caso di manutenzione di un singolo serbatoio.

I tre serbatoi di stoccaggio saranno installati all'interno di una vasca in cemento armato, di dimensioni 8,0 x 4,6 m e altezza 1,5 m, rivestita internamente con una geomembrana in HDPE da 2mm, atta a contenere un volume di liquido pari alla capacità totale dei tre serbatoi, ovvero 30 mc e di dimensioni interne 7,4 x 4,0 m e altezza 1,1 m.

Preliminarmente alla realizzazione del basamento si realizzerà uno strato di magrone, avente spessore almeno pari a 10 cm, la base della vasca sarà posizionata in terra per un totale di scavo di 0,5 m. Per maggiori dettagli si rimanda all'elaborato grafico denominato "T13: STATO DI PROGETTO – SISTEMA GESTIONE PERCOLATO"

In caso di danneggiamento o rottura, il percolato rimarrà all'interno di questa vasca impedendone lo sversamento e la propagazione nel terreno circostante.

All'interno dei serbatoi saranno installate delle sonde di livello che comandano l'arresto delle pompe in caso di troppo pieno. In caso di malfunzionamento di questi ultimi, un tronchetto flangiato posto sulla sommità del serbatoio ne garantirà lo svuotamento attraverso una tubazione in acciaio zincato DN100 che recapita direttamente dentro alla vasca di contenimento. In caso di malfunzionamento delle sonde di livello il sistema di telecontrollo comunque rileverà l'anomalia consentendo un intervento rapido di ripristino della funzionalità.

In tutti i punti in cui le tubazioni attraversano le pareti delle camere i fori saranno eseguiti in opera, e i passaggi delle tubazioni saranno sigillati con passatubo per attraversamento pareti, con collare di compressione in acciaio galvanizzato e doppio anello elastico di tenuta in elastomero. Le tubazioni inoltre saranno opportunamente staffate e sostenute mediante adeguati collari di presa a manicotto.

Sulle condotte di scarico dei serbatoi saranno inoltre installate prese campione per il prelievo e l'analisi del percolato da trasportare ad impianto di smaltimento autorizzato.

Il bacino di stoccaggio verrà sistemato in prossimità dell'ingresso della discarica, in posizione facilmente accessibile dalle autobotti per il carico ed il successivo trasporto presso impianti di

trattamento autorizzati. Dunque l'attuale vasca di stoccaggio posizionata sul lato nord-est della discarica, non avendo più alcuna funzionalità sarà riempita con materiale in cls alleggerito, previa pulizia/bonifica della stessa e delle tubazioni ad essa afferenti, da eventuali acque di percolazione, con un peso specifico inferiore o uguale a quello del terreno in posto. In conseguenza la prescrizione di al punto 5) del citato D.D.R. 89/2012, *“verificare il posizionamento (...) della vasca della vasca di stoccaggio del percolato (...) in quanto ricadono in un area di franosità attiva”*, non risulta necessaria, si è tenuto tuttavia in debito conto nella verifica di stabilità del sito e calcolo della palificata di sostegno del versante del suo carico, come risultante dopo il suo riempimento e del carico localizzato costituito dal nuovo sistema di stoccaggio progettato.

I n. 3 serbatoi di stoccaggio del percolato saranno in prfv ed avranno le seguenti caratteristiche principali:

- Cilindrico ad asse orizzontale
- Capacità geometrica 10 m³
- Dimensioni interne D=1.700 mm, H=4.400 mm
- Costruzione standard En 13121-3:2008

Lo svuotamento avverrà tramite una tubazione in acciaio zincato DN 100 che, partendo dalla base dei serbatoi, termina all'esterno della vasca di contenimento. In corrispondenza dell'attacco con l'autobotte sarà collocato un pozzetto interrato per la raccolta di sversamento accidentale di percolato. All'interno di questo verrà installata una elettropompa sommergibile collegata ad una tubazione DN 50 che rilancerà nei serbatoi gli eventuali sversamenti.

4.5. vasca stoccaggio serbatoi percolato

Caratteristiche dei materiali delle opere strutturali

Calcestruzzo : C20/25 R_{ck} = 25 N/mm², classe di esposizione X_{C1}, livello di lavorabilità SLUMP S4

Acciaio in tondi: ad alta duttilità CLASSE B 450 C

4.6. Realizzazione sistema gestione acque meteoriche

Il sistema di raccolta delle acque meteoriche prevede la realizzazione di un sistema di condotte che, attraverso caditoie stradali e cunette trapezoidali, capta le acque ruscellanti e le convoglia al sistema idrografico superficiale, dopo un trattamento di disoleatura e sedimentazione.

E' previsto quindi lo scavo per la posa della condotta e il rinterro che parzialmente sarà eseguito con prodotti provenienti da cava ed in particolare con materiale misto arido da cava selezionato.

Si utilizzeranno per il drenaggio tubi microfessurati in HDPE, tipo il *Greendrain*, corrugati esternamente e lisci internamente. Il Greendrain è realizzato con polietilene neutro ad alta densità HDPE, colorato e additivato con anti-UV per resistenza di 1 anno a 130 KLangley. Il colore della parete esterna è il verde, il colore della parete interna è il nero. Il diametro nominale DN varia da un valore minimo DN 90 mm a un massimo DN 200 mm.

Si allega la scheda tecnica.

4.7. Pozzetti realizzati in opera per l'impianto di trattamento prima pioggia

Caratteristiche dei materiali delle opere strutturali

Calcestruzzo : C25/30 Rck =30 N/mm², classe di esposizione X_{C1}, livello di lavorabilità SLUMP S4

Acciaio in tondi: ad alta duttilità CLASSE B 450 C

4.8. Riqualificazione viabilità interne, strutture esistenti e accessorie

L'intero sistema viario interno rappresentato dal piazzale di accesso e dalla pista intorno alla vasca, sarà oggetto di un intervento di riqualificazione attraverso la realizzazione di un nuovo cassonetto stradale costituito da misto stabilizzato con legante naturale dello spessore di 25 cm.

L'area sarà completamente ripavimentata con un conglomerato bituminoso dello spessore di 7 cm additivato con ossidi di ferro che potranno conferire una colorazione simile a quella dei terreni circostanti, ciò per una migliore integrazione ambientale.

4.9. Riqualificazione e sistemazione finale del sito

Una volta terminata l'attività di copertura superficiale dell'area di discarica (capping), si procederà con la semina e posa a dimora di specie vegetali autoctone ed all'idrosemina in corrispondenza delle superfici ricoperte con terreno vegetale.

A. Inerbimento e specie erbacee da utilizzare

Per la scelta delle specie vegetali da utilizzare si sono adottati i criteri:

- profondità dello strato di copertura (in relazione al grado di approfondimento dell'apparato radicale);
- pendenza della superficie;
- caratteristiche chimico-fisiche del terreno (pH, contenuto in sostanza organica e nutrienti, struttura e tessitura, permeabilità);
- disponibilità di acqua;
- clima.

E' preferibile l'uso di specie autoctone, adattate al clima locale, e con apparato radicale poco profondo, al fine di non danneggiare gli strati di copertura sottostanti con la conseguente formazione di percorsi preferenziali di infiltrazione di acque di pioggia e la fuoriuscita di gas tossici e maleodoranti dai rifiuti.

Le specie utilizzabili per la copertura prativa della discarica dovranno avere le seguenti caratteristiche:

- essere poliennali;
- resistenza alla siccità;
- bassa produzione di necromassa;
- basso indice di infiammabilità.

Pertanto, analizzate una serie di essenze, la specie erbacea per la copertura prativa che meglio risponde alle esigenze dell'intervento di inerbimento della copertura della discarica, è *Cynodon dactylon* (bermudagrass) da effettuarsi nel periodo settembre – ottobre, seguita da rullatura, con le seguenti dosi: 200 kg/ha di seme.

B. Copertura arbustiva e specie per le aree sommitali e pendii

Favorire la crescita delle specie vegetali sullo strato di copertura delle discariche presenta almeno tre problemi da affrontare:

- lo stress idrico visto che l'unico apporto d'acqua alle piante sarà quello di tipo meteorico;

- la presenza di metano dovuto a possibili fughe dal sistema di captazione e che risulta tossico nei confronti delle piante;
- il problema dell'ancoraggio, cioè l'estensione dell'apparato radicale che non deve assolutamente penetrare attraverso lo strato impermeabile.

La soluzione sta nella scelta oculata di specie vegetali autoctone che siano tolleranti al biogas, allo stress idrico e che ovviino alla carenza d'acqua senza approfondire il proprio apparato radicale più di mezzo metro.

Le specie arbustive da impiantare sui pendii e pianori sommitali, sono state selezionate ed individuate in funzione della loro idoneità alle caratteristiche fisico-chimiche del suolo con lo stesso criterio delle specie erbacee.

Esse saranno costituite dal *Rosmarinus officinalis* che forma una bordura lungo il ciglio sommitale e gruppi composti da *Coronilla valentina* e *Cistus monspessulanum*, *Cistus incanus*, *Cistus salvifolius*

Tutti gli arbusti e i cespugli dovranno essere forniti in zolla; potranno essere eventualmente consegnati a radice nuda soltanto quelli a foglia decidua, purché di giovane età (3 anni) e di limitate dimensioni.

Gli arbusti, di altezza compresa tra 0,30 e 0,80 cm, verranno impiantati durante il periodo di riposo vegetativo all'interno di buche di dimensioni 0,4m x 0,4m x 0,4m che accolgano l'intera zolla o tutto il volume radicale delle piante e che siano opportunamente concimate sul fondo. Le buche saranno disposte in ordine sparso seguendo orientativamente un sesto di impianto di 4m x 4m (0,1 pianta/mq) e le specie diverse saranno disposte a mosaico.

Per i primi anni le piante devono essere dotate di palo tutore, pacciamatura alla base per ridurre la concorrenza con le specie erbacee e cilindro in rete per protezione dalla fauna.

Enkadrain® ST

Geocomposito drenante

Proprietà del geocomposito

Enkadrain ST	Unità di misura	Valore	Norma
Polimero (nucleo / filtri)	-	PA / PET-PA	-
Massa per unità di area	g/m ²	950	EN ISO 9864
Spessore	mm	22	EN ISO 9863-1
Resistenza a trazione long./trasv.	kN/m	15,6	EN ISO 10319
Allungamento a rottura long./trasv.	%	33	EN ISO 10319
Resistenza alla perforazione dinamica	mm	10	EN ISO 13433

Proprietà del filtro

Resistenza al punzonamento statico (CBR)	kN	1,6	EN ISO 12236
Resistenza alla perforazione dinamica	mm	42	EN ISO 13433
Permeabilità all'acqua, $V_{I_{H50}}$	mm/s	160	EN ISO 11058
Apertura caratteristica O_{90}	μm	160	EN ISO 12956

Capacità drenante a diversi valori di pressione e gradiente - norma EN ISO 12958 opt. R/F*

Pressione applicata	gradiente idraulico i = 1,0		gradiente idraulico i = 0,10		gradiente idraulico i = 0,03	
kPa	l/(s m)**	l/(h m)	l/(s m)	l/(h m)	l/(s m)	l/(h m)
20	3,20	11.520	0,86	3.096	0,40	1.440
50	1,18	4.248	0,28	1.008	0,13	468
100	0,50	1.800	0,11	396	0,05	180
200	0,20	720	0,04	144	0,01	36

* I valori riportati sono valori indicativi ottenuti nei laboratori interni della Colbond Geosynthetics e in laboratori esterni indipendenti.

** Conversione: $l/(s\ m) = 10^{-3} m^2/s$

Dimensioni e pesi***

Tipo	Geocomposito					Rotoli		
	Spessore mm	Peso g/m ²	Larghezza m	Lunghezza m	Area m ²	Diametro m	Lunghezza m	Peso lordo kg
ST/1-2s	22	950	1,0	30	30	1,10	1,02	29

*** Valori indicativi

Si consiglia di procedere al ricoprimento dell'Enkadrain entro due settimane dalla posa in opera. Il materiale è progettato per una durata minima prevista di 25 anni in terreni naturali con pH compreso tra 4 e 9 e temperatura del terreno inferiore a 25°C.

L'Enkadrain è un prodotto realizzato dalla Bonar B.V. operante con sistema gestionale conforme agli standard ISO 9001:2008 (Certificato No. RQA935136). L'Enkadrain ST è marcato CE (0799 – CPD).



La presente edizione sostituisce le edizioni precedenti che debbono ritenersi non più in vigore.

Greendrain

Tubi microfessurati in HDPE

Descrizione

Il Greendrain è un tubo per drenaggio corrugato esternamente e liscio internamente.

Il Greendrain è realizzato con polietilene neutro ad alta densità HDPE, colorato e additivato con anti-UV per resistenza di 1 anno a 130 KLangley.

Il colore della parete esterna è il verde, il colore della parete interna è il nero. Il diametro nominale DN varia da un valore minimo DN 90 mm a un massimo DN 200 mm.

Applicazioni

Le principali applicazioni riguardano le installazioni sotterranee ove viene posato per svolgere le funzioni di captatore dell'acqua proveniente dal geocomposito drenante tipo Enkadrain®.

Può essere utilizzato in un intervallo di temperatura compreso tra -10°/+40°C; propaga la fiamma. Il raggio di curvatura minimo è pari a 8 volte il diametro nominale DN.

Proprietà

	Unità di misura	GR/R 90	GR/R 110	GR/R 125
Diametro nominale DN	mm	90	110	125
Numero di fori sulla circonferenza	N°	6	3	3
Superficie di captazione	cm²/m	≥ 100	≥ 60	≥ 60
Larghezza delle fessure	mm	2	2	2
Lunghezza media delle fessure	mm	9	14	17
Resistenza allo schiacciamento* (CEI EN 50086-2-4 ed. 01/95, Var. A1 ed. 08/01)	N	≥ 300	≥ 300	≥ 300
Lunghezza dei rotoli**	m	50	50	50

	Unità di misura	GR/R 140	GR/R 160	GR/R 200
Diametro nominale DN	mm	140	160	200
Numero di fori sulla circonferenza	N°	3	3	6
Superficie di captazione	cm²/m	≥ 60	≥ 60	≥ 100
Larghezza delle fessure	mm	2	2	2
Lunghezza media delle fessure	mm	15	18	19
Resistenza allo schiacciamento* (CEI EN 50086-2-4 ed. 01/95, Var. A1 ed. 08/01)	N	≥ 300	≥ 300	≥ 300
Lunghezza dei rotoli**	m	50	50	25

* La resistenza allo schiacciamento avviene con una deformazione del diametro interno pari al 5% (campioni da 200 mm)

** Tolleranza sulla lunghezza ±1%



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



HARPO spa · divisione **seic geotecnica**

via torino, 34 · 34123 trieste · italia · tel. +39 040 318 6611 · fax +39 040 318 6666

seic@seic.it
www.seic.it