



COMUNE DI BUONALBERGO
PROVINCIA DI BENEVENTO

**PROGETTO OPERATIVO DI BONIFICA E MESSA IN SICUREZZA DELL'EX
DISCARICA COMUNALE SITA IN LOCALITA' CERRETO**

PROGETTO DEFINITIVO



ELABORATO

R.2 - REV.2

RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA

PROGETTAZIONE - U.T.C. BUONALBERGO

ing. Adamo Ventura

RUP

Geom. Antonio Belperio

DATA: GIUGNO 2016

INDICE

1	PREMESSA.....	1
2	QUADRO NORMATIVO	1
3	TECNOLOGIE DI BONIFICA E MESSA IN SICUREZZA DEI SITI INQUINATI	4
4	INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE.....	6
4.1	Generalita'	6
4.2	Impermeabilizzazione della superficie superiore del corpo della Discarica con materiali naturali (Capping)	8
4.3	Tecnica di bonifica ex situ dei rifiuti presenti nell'area interposta tra la recinzione Nord e la Strada Comunale	11
4.4	Intercettazione e captazione del biogas	12
4.5	Pozzi di raccolta del percolato e trincea drenante interna al corpo discarica.....	15
4.6	Realizzazione di un diaframma drenante a monte e a valle della discarica	17
4.7	Rete di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche	20
4.8	Piezometri per il prelievo dei campioni di acqua da analizzare e per la verifica dei livelli di falda	20
4.9	Allestimento cantiere	21
4.10	Sistemazione strada di accesso esterna e realizzazione recinzione perimetrale.....	21
4.11	Ripristino ambientale del sito	22
5	VERIFICA FINALE E MONITORAGGIO	22
5.1	Piano di Monitoraggio e Controllo	22



1 PREMESSA

Il presente progetto definitivo è finalizzato ad illustrare gli interventi atti a conseguire la bonifica e la messa in sicurezza della ex discarica di RSU del Comune di Buonalbergo, sita in località Contrada Cerreto con ubicazione CSPI 2011C001 coordinate medie (Gauss Boaga E 14°57'57.08" - N 41°11'12.72").

La progettazione degli interventi è stata sviluppata nel rispetto dei *"Criteri generali per l'esecuzione degli interventi di messa in sicurezza permanente e di ripristino ambientale, nonché per l'individuazione delle migliori tecniche a costi sopportabili"* contenuti nell'Allegato 3 del titolo V di cui al D.Lgs. 04.04.2006 n.152 e s.m.i. (Supplemento Ordinario alla GUI n.88 del 14.04.2006), tenendo in debita considerazione le prescrizioni riportate dal D.Lgs. n. 36 del 13.1.2003 *"Attuazione della Direttiva 1999/31/CE – discariche di rifiuti"*, con particolare riferimento all'Allegato 1, per quanto attiene agli interventi di capping.

Il presente progetto definitivo è stato redatto sulla base delle risultanze delle indagini previste dall'Attività di Caratterizzazione e Analisi di Rischio (ai sensi del Piano Regionale di Bonifica 2013 censimento siti potenzialmente inquinati CSPI della Regione Campania approvato con D.G.R. N°129 del 27/05/2013).

Gli interventi posti in essere saranno finalizzati ad isolare in modo definitivo le fonti inquinanti rispetto alle matrici ambientali circostanti, ovvero ad eliminare/ridurre le fonti di inquinamento e le concentrazioni di sostanze inquinanti presenti nel suolo, nel sottosuolo e nelle acque superficiali e sotterranee ad un livello uguale o inferiore agli standard fissati dalle norme. Sostanzialmente, attraverso l'insieme degli interventi proposti, si tenderà a conseguire un grado di salubrità dell'ambiente molto simile a quello naturale, avendo come fine il ripristino della situazione originaria nel rispetto di tutte le norme a protezione dell'ambiente e della salute.

2 QUADRO NORMATIVO

Il quadro normativo in tema di suoli e sedimenti contaminati è andato delineandosi, nel nostro Paese, solo negli ultimi anni, per cui non può certamente dirsi ancora del tutto consolidato ed esauriente.

In particolare, il primo provvedimento che ha organicamente affrontato la questione in esame è costituito dal Decreto Ministeriale n. 471/1999 successivamente abrogato e sostituito dal Decreto Legislativo n.



152/2006, attualmente in vigore, sebbene in parte modificato ed integrato con ulteriori disposizioni di legge.

Il Decreto Legislativo n. 152/2006, entrato in vigore il 29 Aprile 2006 (pur con le modifiche e le precisazioni di cui si parlerà più avanti), al Titolo V è interamente rivolto alla "Bonifica di siti contaminati" ed è composto da 15 articoli e dai seguenti 5 Allegati:

- Allegato 1 - Criteri generali per l'analisi di rischio sanitario ambientale sito-specifica;
- Allegato 2 - Criteri generali per la caratterizzazione dei siti contaminati;
- Allegato 3 - Criteri generali per la selezione e l'esecuzione degli interventi di bonifica e ripristino ambientale, di messa in sicurezza (d'urgenza, operativa o permanente), nonché per l'individuazione delle migliori tecniche di intervento a costi sopportabili;
- Allegato 4 - Criteri generali per l'applicazione di procedure semplificate;
- Allegato 5 - Concentrazione soglia di contaminazione nel suolo, sottosuolo ed acque sotterranee in relazione alla specifica destinazione d'uso dei siti.

Nell'articolato e negli allegati tecnici viene disciplinata la gestione dei siti contaminati tramite la definizione delle competenze, delle procedure, dei criteri e delle modalità per lo svolgimento delle operazioni necessarie per l'eliminazione delle sorgenti di inquinamento e, comunque, per la riduzione delle concentrazioni di sostanze inquinanti.

Restano esclusi dal campo di applicazione del Titolo V del Decreto Legislativo n. 152 del 2006 l'abbandono di rifiuti (come del resto era previsto dal Decreto Ministeriale n. 471/1999) e gli interventi di bonifica e ripristino ambientale per le aree caratterizzate da inquinamento diffuso, la cui disciplina è demandata alle Regioni con appositi piani, fatte salve le competenze e le procedure previste per i siti di interesse nazionale.

Per quanto il caso in esame rientri in quest'ultima categoria, si ritiene conveniente ed opportuno, comunque, nel seguito del presente paragrafo, operare la descrizione di alcuni aspetti significativi del nuovo testo normativo, attraverso il commento ai principali cambiamenti da esso introdotti rispetto al Decreto Ministeriale n. 471/1999, a cui va riconosciuto il merito di aver favorito la diffusione nel nostro Paese di una cultura in tema di interventi di bonifica.

Tale descrizione è anche utile per escludere, nel caso in esame, la necessità di intervento in aree esterne a quelle di stretta pertinenza della discarica.



Una prima peculiarità del Decreto Legislativo n. 152/2006 è costituita dall'abolizione dei VCLA (Valori delle Concentrazioni Limite Accettabili) e dalla contestuale introduzione delle Concentrazioni Soglia di Contaminazione (CSC) e delle Concentrazioni Soglia di Rischio (CSR), in funzione delle quali mutano anche le definizioni di Sito Potenzialmente Inquinato e di Sito Inquinato. Le CSC rappresentano i livelli di contaminazione delle matrici ambientali (ovvero i limiti tabellari per suolo, sottosuolo ed acque sotterranee riportati nell'Allegato 5 al Titolo V della Parte Quarta) superati i quali si rendono necessarie l'attuazione della caratterizzazione del sito e la conduzione dell'analisi di rischio sito specifica. Ne consegue che un sito ove si riscontra il superamento delle CSC viene classificato come potenzialmente contaminato. La norma prevede, tra l'altro, che nel caso in cui il sito sia ubicato in un'area interessata da fenomeni antropici o naturali che abbiano determinato il superamento di una o più delle CSC, queste ultime si assumano pari al valore di fondo esistente per tutti i parametri superati.

Le CSR rappresentano, invece, i livelli di contaminazione delle matrici ambientali che possono essere tollerate in un sito potenzialmente inquinato, da determinare caso per caso, sulla base dei risultati del Piano di caratterizzazione e a seguito dell'applicazione della procedura di Analisi di Rischio Sito Specifica: il superamento di tali valori comporta necessariamente la classificazione del sito non più tra quelli potenzialmente inquinati bensì tra quelli inquinati, con il conseguente obbligo di provvedere all'attuazione di un intervento di messa in sicurezza o di bonifica. La bonifica viene pertanto definita come l'insieme degli interventi atti ad eliminare le fonti di inquinamento e le sostanze inquinanti o a ridurre le concentrazioni delle stesse presenti nel suolo, nel sottosuolo e nelle acque sotterranee ad un livello uguale o inferiore ai valori delle CSR.

I concetti appena esposti hanno comportato un mutamento considerevole all'approccio al problema delle bonifiche. Mentre con il Decreto Ministeriale 471/1999 era sufficiente il superamento dei VCLA, uguali per tutti i siti, perché scattasse l'obbligo di procedere alla bonifica, con il Decreto Legislativo n. 152/2006 il superamento dei valori tabellati delle CSC impone l'esclusiva attuazione del Piano di Caratterizzazione e dell'analisi di rischio sito-specifica; solo in presenza del superamento anche delle CSR fornite da quest'ultima procedura si rende necessario provvedere ad un intervento di risanamento, il cui obiettivo è costituito dalle stesse CSR.

Un ulteriore aspetto che distingue il Decreto Legislativo n. 152 del 2006 dal Decreto Ministeriale 471/1999 riguarda la possibilità di operare la cosiddetta Messa in sicurezza operativa, intesa come l'insieme degli interventi eseguiti in un sito con attività ancora in esercizio atti a garantire un adeguato livello di sicurezza per le persone e per l'ambiente, in attesa di ulteriori interventi di messa in sicurezza permanente o



bonifica da realizzare alla cessazione dell'attività. Si tratta, in buona sostanza, di interventi di limitazione della contaminazione, da mettere in atto in via transitoria, fino all'esecuzione della bonifica o della messa in sicurezza permanente, la cui efficacia va opportunamente verificata provvedendo alla predisposizione di idonei piani di monitoraggio e controllo. Con l'introduzione della Messa in sicurezza operativa si stabilisce il principio che, nel caso in cui un sito inquinato sia interessato dalla presenza di attività in esercizio, gli eventuali interventi di bonifica o di messa in sicurezza permanente possano essere rimandati fino alla dismissione delle attività, fatte salve, ovviamente, le misure di tutela della salute per i lavoratori presenti sul sito.

3 TECNOLOGIE DI BONIFICA E MESSA IN SICUREZZA DEI SITI INQUINATI

Negli ultimi anni, si sono sviluppate numerose tecnologie di bonifica per il risanamento di siti inquinati, ovviamente diverse a seconda che risulti contaminata la matrice suolo ovvero le acque sotterranee.

Nel caso di discariche di rifiuti ben si prestano, di norma, le soluzioni di Messa in Sicurezza Permanente, che possono consistere: o nella rimozione del rifiuto e del terreno dallo stesso eventualmente contaminato, con relativo loro conferimento in discarica; oppure nell'esecuzione di sistemi fissi di isolamento dello stesso ammasso, disposti sul fondo e/o lateralmente e/o superficialmente; oppure nella realizzazione di sistemi di barriera di tipo idraulico, eventualmente accoppiati ad alcuni degli elementi fissi appena sopra citati.

Il presente progetto definitivo, come meglio riportato nel paragrafo successivo, prevede un intervento di messa in sicurezza permanente della discarica "Cerreto", idoneo ad evitare la contaminazione della falda. In particolare, l'intervento previsto consiste nell'isolamento del corpo della discarica, mediante la realizzazione di un diaframma in c.a., di una trincea drenante perimetrale e di un'ulteriore trincea a valle volta al drenaggio delle acque (percolato) che hanno già oltrepassato la discarica, nonché l'impermeabilizzazione superficiale di quest'ultima: in questo modo sarà impossibile alle acque di falda venire a contatto con i rifiuti, evitandone, di conseguenza, la contaminazione.

Per quanto riguarda l'impermeabilizzazione superiore del corpo della discarica, come si dirà meglio in seguito, ci si è ispirati alle indicazioni contenute nell'Allegato 1, punto 2.4.3, del Decreto Legislativo 13 gennaio 2003, n. 36 – "Attuazione della direttiva 1999/31/CE relativa alle discariche di rifiuti", e nell'Appendice 2 del Piano Regionale di Bonifica.

A completamento di quanto detto, va considerato che la discarica in esame è allocata in una zona priva sia di coltivazioni pregiate che di insediamenti umani. In tali condizioni, è stata esclusa a priori l'attuazione



di tecniche: di bonifica indirizzate al recupero di livelli di qualità dei suoli e delle acque prossimi, nei limiti del possibile, a quelli naturali; volte al riutilizzo, anche in loco, dei materiali; tese a favorire il completamento di reazioni di stabilizzazioni dei materiali abbancati, dal momento che queste possono oramai considerarsi pressoché esaurite.

L'unico intervento tecnico alternativo a quello di isolamento della discarica dal contesto circostante sarebbe potuto consistere nell'asportazione dei rifiuti e nel conseguente ripristino delle condizioni originarie del sito.

Tale opzione, come meglio descritto nei paragrafi successivi, è stata presa in considerazione solo per l'esiguo volume di rifiuti sversati, nel corso degli anni senza controllo, sull'area interposta tra la recinzione Nord e la strada comunale di accesso denominata *Fontanone n°1*.

E' da escludersi, invece, per l'ammasso di rifiuti situati all'interno della recinzione della discarica, dal momento che trattandosi di un volume consistente, il confronto Costi/Benefici è a tutto vantaggio dell'attuazione della soluzione che prevede la copertura superficiale (capping), in quanto:

- Il confronto tra i costi della soluzione alternativa appena sopra accennata, indicati nella Tabella 1 (relativi ai soli Lavori, escludendo, quindi, le Somme a Disposizione dell'Amministrazione), e quelli della soluzione proposta (evincibili dal Computo Metrico di progetto) sono a tutto vantaggio di quest'ultima. Infatti, per la rimozione dei rifiuti è stato stimato un costo dei soli lavori prossimo a € 881.000,00, superiore di oltre il 60% di quello corrispondente alla soluzione scaturita dalla presente revisione del progetto.
- L'elevato grado di mineralizzazione già raggiunto dal rifiuto testimonia la conversione oramai completa della frazione organica, per cui i problemi di contaminazione potranno essere del tutto risolti evitando il contatto del rifiuto con la falda, in quanto non sarà possibile la solubilizzazione in acqua di composti inerti (in primis, metalli);

Tabella 1 – Stima dei costi per la bonifica del sito mediante la rimozione dei rifiuti esistenti



STIMA DEI COSTI PER LA RIMOZIONE DEI RIFIUTI			
Lavorazioni	u.m.	quantità	importo
Rimozione dei rifiuti esistenti	mc	11560	€ 47 627,20
Trasporto a rifiuto materiali rimossi	mc	12427	€ 75 059,08
Oneri per smaltimento RSU	mc	11560	€ 508 640,00
Oneri per smaltimento terreno di ricoprimento	mc	867	€ 76 296,00
Rinterro con terreno	mc	11560	€ 173 400,00
		TOTALE	€ 881 022,28

Appare anche opportuno sottolineare come l'intervento di Messa in Sicurezza proposto per la discarica Cerreto, integrato con quella di bonifica delle acque di falda, sia in linea con molti dei criteri generali definiti nell'Appendice 2 del Piano Regionale di Bonifica pubblicato sul BURC n.30 del 5 giugno 2013, in base ai quali è consigliabile, tra le altre cose:

- evitare ogni rischio aggiuntivo a quello esistente di inquinamento dell'aria, delle acque sotterranee e superficiali, del suolo e sottosuolo, nonché ogni inconveniente derivante da rumori e odori;
- evitare rischi igienico-sanitari per la popolazione durante lo svolgimento degli interventi;
- adeguare gli interventi di ripristino ambientale alla destinazione d'uso e alle caratteristiche morfologiche, vegetazionali e paesistiche dell'area, utilizzando, ove tecnicamente ed economicamente possibile ed appropriato, soluzioni, tecniche e tecnologie in grado di assicurare la salvaguardia del patrimonio naturalistico e dei valori paesaggistici del territorio regionale;
- adeguare le misure di sicurezza alle caratteristiche specifiche del sito e dell'ambiente da questo influenzato;
- evitare ogni possibile peggioramento dell'ambiente e del paesaggio dovuto dalle opere da realizzare.

4 INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE

4.1 GENERALITA'

Il quadro emerso dall' Attività di Caratterizzazione e Analisi di Rischio e sue integrazioni riflette una situazione di contaminazione della matrice suolo al superamento delle CSC.



Dal suddetto piano, è emersa anche una situazione di contaminazione della matrice acque sotterranee/falda, dovuta al superamento delle CSC/CSR per i contaminanti di seguito riportati:

- Solfati, Fluoruri, Ferro e Manganese

Si ricorda che per le acque di falda/sotterranee non occorre l'ausilio di algoritmi di calcolo per l'Analisi di Rischio (AdR), poiché i valori di CSR, in attuazione del principio generale di precauzione per ciascun contaminante (Testo Unico Ambiente 2006, aggiornato con la Legge n.36 del 25/02/2010), deve essere fissata equivalente alle CSC , di cui all'Allegato 5 della Parte quarta del presente decreto.

Alla luce di quanto emerso, in ragione delle condizioni specifiche del sito in esame, e in conformità a quanto stabilito nell'Allegato 3 alla Parte IV del D.lgs. 152/06 e s.m.i. "individuazione delle migliori tecniche di intervento a costi sostenibili", si procede di seguito alla descrizione degli interventi per la messa in sicurezza del sito in oggetto.

Come riportato nella relazione del Piano di Caratterizzazione e dell' AdR il rischio per la salute umano è risultato accettabile mentre l'impatto sulla falda profonda risulta influenzato da una concentrazione di inquinante superiore alla concentrazione limite della normativa vigente. Infatti i livelli argillosi-limosi drenano il carico di materiale proveniente dall'area di discarica accumulando nella loro tessitura concentrazioni significative di elementi potenzialmente tossici, probabilmente a causa dell'alta capacità tamponante del sistema argilloso, che non favorisce la mobilità degli inquinanti.

Pertanto, per conservare o ridurre ulteriormente tali condizioni si propongono qui di seguito delle soluzioni di risanamento dell'area di discarica e della superficie immediatamente a contorno (porgendo particolare attenzione sul settore a valle) che possono essere realizzate in una eventuale fase di bonifica e/o messa in sicurezza:

1. Impermeabilizzazione della superficie superiore del corpo della Discarica con materiali geosintetici (Capping);
2. Tecnica di bonifica ex situ dei rifiuti presenti nell'area interposta tra la recinzione Nord e la Strada Comunale;
3. Intercettazione e captazione del biogas tramite la realizzazione di camini;
4. Ripristino e implementazione della rete di raccolta del percolato (pozzo di estrazione, trincea drenante e vasca raccolta);



5. Cinturazione a monte e a valle costituita da diaframma drenante;
6. Regimazione acque superficiali, attraverso sistemi di disciplina delle acque mediante realizzazione di canalette perimetrali in cls, pozzi di raccolta/campionamento e tubazioni in Pead;
7. Installazione di piezometri per il prelievo dei campioni di acqua da analizzare e per la verifica dei livelli di falda;
8. Allestimento cantiere;
9. Sistemazione strada di accesso esterna e recinzione;
10. Ripristino ambientale.

L'utilizzo di tali opere garantisce la conservazione della staticità dei luoghi e allo stesso tempo ha come obiettivo il recupero, la rinaturalizzazione e la valorizzazione dell'area adibita a discarica che, in un ambiente naturale comporta un forte impatto ambientale. Tali opere, infatti, attraverso operazioni di risanamento, favoriscono il restaurarsi di relazioni ecologiche in quelle aree oggi fortemente degradate favorendo l'integrazione dell'area con l'ambiente circostante.

Si precisa che gli interventi di messa in sicurezza da adottare in fase di bonifica dovranno essere definiti in base ad ipotesi di cautela e prevenzione mirati ad evitare il contatto diretto della popolazione con la contaminazione presente. Di seguito verranno illustrate le principali tecniche di messa in sicurezza utilizzate.

Nel seguito sono illustrati i singoli elementi principali dell'opera.

4.2 IMPERMEABILIZZAZIONE DELLA SUPERFICIE SUPERIORE DEL CORPO DELLA DISCARICA CON MATERIALI NATURALI (CAPPING)

L'impermeabilizzazione del corpo della discarica prevederà, in primo luogo, la rimozione del terreno che attualmente la ricopre, per uno spessore di circa 1,3 m, nonché il trasporto a rifiuto e lo smaltimento di una parte di esso (quello direttamente a contatto con i rifiuti).

Una volta attuato lo scavo, si provvederà alla realizzazione di un sistema di copertura multi barriera, le cui caratteristiche sono state adeguate alle prescrizioni formulate dall'ARPAC, ispirandosi, come detto, alle disposizioni contenute nell'Allegato 1, punto 2.4.3, del Decreto Legislativo 13 gennaio 2003, n. 36 – "Attuazione della direttiva 1999/31/CE relativa alle discariche di rifiuti" e nell'Appendice 2 del Piano regionale di Bonifica, che stabiliscono le caratteristiche dei sistemi di capping delle discariche per rifiuti non pericolosi.



In particolare, è stata prevista la messa in opera di un sistema di isolamento superficiale costituito da una struttura multistrato, idonea a garantire:

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

L'insieme di tali obiettivi è raggiungibile realizzando una copertura multistrato: il *capping*, così come definitivo dal D.Lgs. 13 gennaio 2003 n°36.

La copertura finale (*capping*), posta al di sopra del corpo rifiuti, risagomato in modo da evitare forze tangenziali di trazione e costituire una serie di terrazzamenti, sarà realizzata mediante una struttura multistrato costituita, dal basso verso l'alto, dai seguenti strati (vedasi a riguardo la sezione della tavola G.7 "particolari costruttivi"):

1. **Strato di regolarizzazione** con la funzione di permettere la corretta messa in opera degli strati sovrastanti, per un'altezza variabile (0.5 - 1 m). La realizzazione del *capping* consisterà essenzialmente nell'ancoraggio dei geosintetici al cordolo perimetrale in calcestruzzo ed al terreno mediante sovrapposizioni e saldature;
2. **Geocomposito drenante gas permeabile** che ha lo scopo di indirizzare verso i pozzi di sfiato le residue fuoriuscite di biogas;
3. **Geocomposito bentonitico** che formerà uno strato impermeabilizzante artificiale al fine di evitare infiltrazioni di acque meteoriche nel corpo rifiuti e conseguente formazione di percolato;
4. **Geomembrana in HDPE** da 1.5 mm;
5. **Geocomposito drenante sintetico** ad elevata fluidità che formerà uno strato di drenaggio per il completo allontanamento delle acque meteoriche;
6. **Strato superficiale di copertura** con spessore ≥ 1 m che favorisca lo sviluppo delle specie vegetali di copertura ai fini del piano di ripristino ambientale, fornisca una protezione adeguata contro l'erosione e protegga le barriere sottostanti dalle escursioni termiche. Su tale strato di terreno vegetale si procederà all'inerbimento tramite semina a spaglio di specie vegetali basse e piantumazione di specie arbustive autoctone.



Figura 1: Posa in opera HDPE

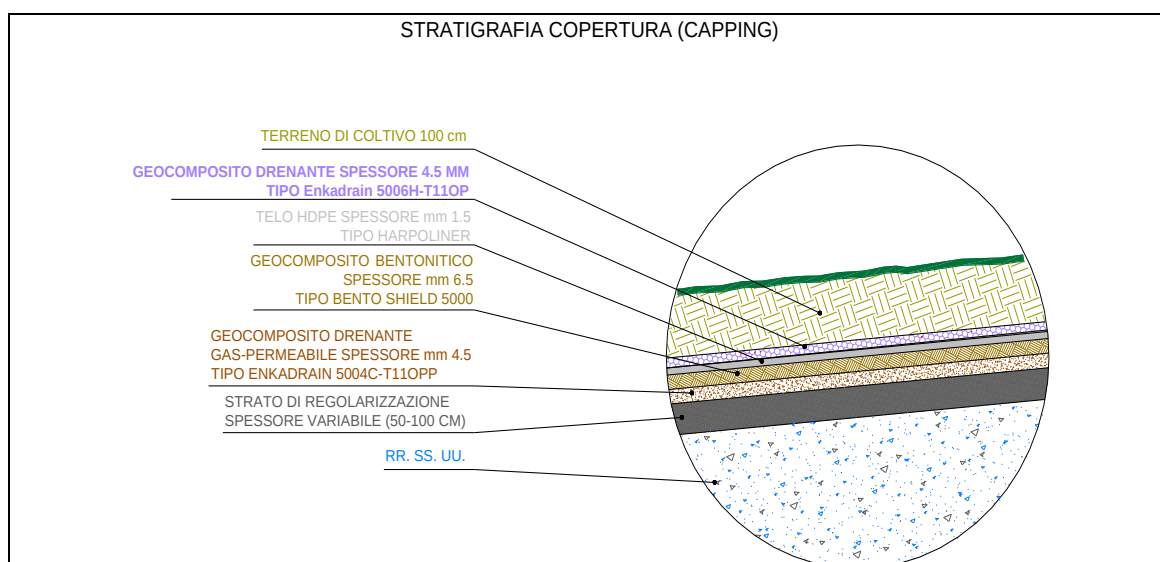


Figura 2: Pacchetto stratigrafico con materiali geosintetici

La scelta dell'utilizzo di materiali geosintetici viene fatta nel rispetto del *Decreto Legislativo n. 36 del 13 gennaio 2003* dove l'ente territoriale competente viene autorizzato ad approvare soluzioni progettuali alternative, caratterizzate da spessori inferiori rispetto a quanto stabilito dalla normativa, purché garantiscano prestazioni equivalenti a quelle derivanti dall'adozione degli spessori previsti.

Inoltre i materiali geosintetici assicurano significativi benefici aggiuntivi, consentono infatti di:

- Ridurre lo spessore finale della stratigrafia di base o della stratigrafia di copertura liberando volume utile per lo smaltimento dei rifiuti nell'impianto di discarica;
- Ridurre il carico sul corpo rifiuti a favore della stabilità complessiva del corpo dell'impianto di discarica;
- Ridurre l'altezza finale dell'impianto di discarica mitigandone di conseguenza l'impatto ambientale;



- Ridurre l'approvvigionamento di inerti e di argille alleggerendo la pressione sulle cave di prestito;
- Ridurre il trasporto di inerti e di argille dalle cave di prestito all'impianto di discarica alleggerendo la pressione sulla rete viaria locale in termini di usura e di inquinamento;
- Ridurre i tempi necessari al completamento dell'opera posa in opera in virtù della immediata reperibilità del materiale e della facilità di movimentazione.
- Ridurre i controlli in fase di esecuzione del sistema di chiusura facilitandone il completamento in tempi ridotti;
- Ridurre i rischi a carico dei lavoratori in fase di lavorazione semplificando al tempo stesso le misure di sicurezza da adottare;
- Ridurre le incertezze in fase di dimensionamento derivanti dal comportamento disomogeneo dei materiali naturali assicurando di contro omogeneità di prestazioni conseguente all'impiego di prodotti industriali di caratteristiche note.

4.3 TECNICA DI BONIFICA EX SITU DEI RIFIUTI PRESENTI NELL'AREA INTERPOSTA TRA LA RECINZIONE NORD E LA STRADA COMUNALE

Verrà effettuata solo per l'area di circa 800 mq interposta tra la recinzione Nord e la Strada Comunale Fontanone n°1, la tecnica di bonifica **ex situ** che consiste nell' escavazione dei rifiuti presenti, nel trasporto e nello smaltimento in una discarica autorizzata, attrezzata con tutti i presidi previsti.

L' operazione di scavo dei rifiuti interesserà circa il 50% dell'area, in totale 400mq, per una profondità di 60 cm.

Tale scelta, come già spiegato, è stata ritenuta idonea per il limitato volume da smaltire nonché per l'estranea provenienza dei rifiuti stessi.

Prima di effettuare la bonifica ex situ, dovranno essere effettuati **campionamenti e analisi** dei suoli effettuando incrementi/saggi a mezzo di spatola metallica nelle quantità opportune per concorrere alla formazione di almeno tre campioni da laboratorio da ottenere tramite miscelazione degli incrementi di suolo ed eventuale successiva quartatura del campione primitivo.

I campioni di laboratorio saranno sottoposti ad analisi per appurarne gli eventuali superamenti dei valori di concentrazione accettabili.

I campioni dovranno essere preventivamente privati della frazione granulometrica maggiore di 2 cm da scartare in campo, e le determinazioni analitiche di laboratorio dovranno essere condotte sull'aliquota passante al vaglio di 2 mm sull'interezza della sostanza secca.

Infine, andranno rispettati accuratamente i seguenti accorgimenti:



- la rimozione e la conseguente movimentazione dei materiali deve poter essere effettuata in condizioni di assoluta sicurezza, senza causare pericolo per la salute e per l'ambiente;
- devono essere accuratamente valutati i percorsi e le condizioni di trasporto dei materiali;
- deve essere disponibile ad una distanza ragionevole un sito idoneo, autorizzato allo smaltimento di quella tipologia di materiali.

4.4 INTERCETTAZIONE E CAPTAZIONE DEL BIOGAS

Per la stima dei quantitativi di biogas prodotti, si è utilizzato il metodo della "reazione semplificata" concepito da G. Tchobanoglous ed altri (G.Tchobanoglous, H. Theisen, S. Vigil, (1993), Integrated solid waste management: Engineering principles and management issues. McGraw-Hill, Inc.) e perfezionato, poi, da G. Pasquali, B. Bonori e M. Bergonzoni, (Landfill gas production valued with a mathematical method, in Sardinia 2001, CISA, Cagliari).

Per quanto riguarda la composizione merceologica del rifiuto smaltito, purtroppo, non esistono studi specifici effettuati sull'impianto. Allo scopo di poter applicare modelli che richiedono tali dati, si è usata la composizione merceologica media nazionale dei rifiuti prodotti in Italia, di seguito riportata:

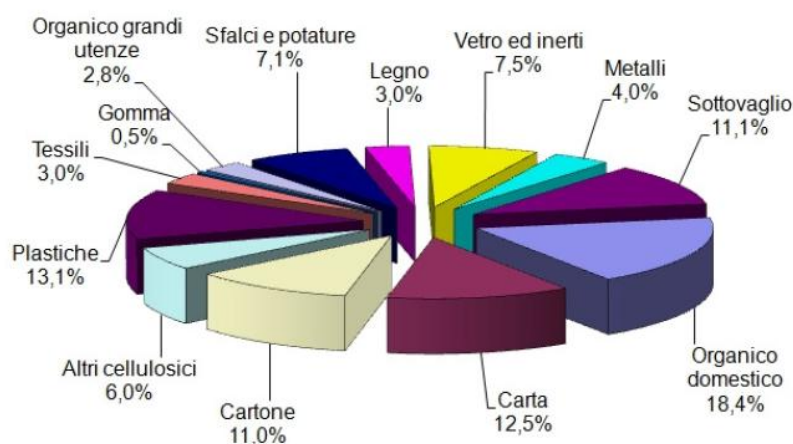


Figura 3: composizione merceologica media nazionale dei rifiuti

Per quanto attiene il periodo di utilizzo della discarica comunale di Buonalbergo, interviste effettuate a personale dell'Amministrazione Comunale che conserva tale memoria storica, hanno consentito di definire, con buona approssimazione, l'intervallo compreso tra l'anno 1994 e l'anno 2002.

Per quanto attiene i quantitativi di rifiuti solidi urbani conferiti in discarica in tale intervallo di tempo, si è partiti dal dato certificato dall' O.R.R. Campania (Osservatorio Regionale Rifiuti), relativo al Comune di Buonalbergo (anno di riferimento 2008-2013).



Comune	Abitanti	Produzione totale (ton)	Procapite (kg)	Anno
Buonalbergo	1882	421	223	2008
	1865	438	235	2009
	1865	431	231	2010
	1837	442	241	2011
	1837	477	259	2012
	1789	507	283	2013
Media	1846	452,67	245,33	

La produzione pro-capite annua media, per il periodo di riferimento, è pari a 245 Kg, il numero di abitanti medio è pari a 1.846. Tali dati determinano una produzione totale annua di R.S.U. pari a 452.670 Kg.

Ai fini di un calcolo maggiormente cautelativo, tuttavia, si sono considerati conferimenti di rifiuti pari a 470 tonnellate annue (quantità volutamente sovradimensionato rispetto a quelli ufficiali del O.R.R Campania), per tutto il periodo di esercizio della discarica:

Anno	Q.tà RS inserita (tonnellate)	biogas teor. generabile (Nm ³)	biogas teor. captabile (Nm ³)
1994	452	0	0
1995	452	11 894	5 947
1996	452	32 997	16 498
1997	452	48 727	24 364
1998	452	59 086	29 543
1999	452	64 073	32 036
2000	452	66 258	33 129
2001	452	68 214	34 107
2002	452	69 940	34 970
2003		71 435	35 718
2004		60 806	30 403
2005		40 739	20 369
2006		25 814	12 907
2007		16 030	8 015
2008		11 389	5 694
2009		9 318	4 659
2010		7 362	3 681
2011		5 637	2 818
2012		4 141	2 071
2013		2 876	1 438
2014		1 841	920
2015		1 035	518
2016		460	230
2017		115	58
2018		0	0
2019		0	0



Tabella 2 Tabella indicante produzione di biogas per anno (Nm³) in funzione dei conferimenti di R.S.U. in relazione alla composizione merceologica media

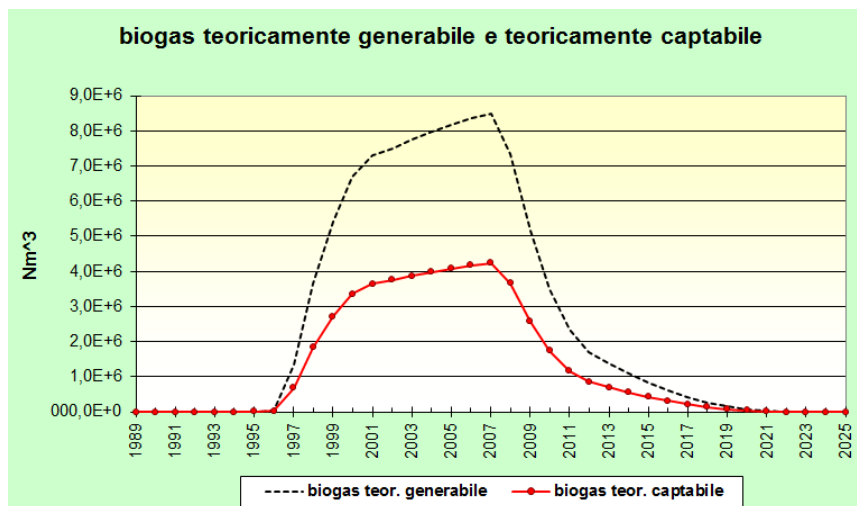


Figura 4 Grafico con la curva di produzione di biogas per anno (Nm³) in funzione dei conferimenti di R.S.U. in relazione alla composizione merceologica media (la curva in rosso indica i quantitativi di biogas teoricamente captabile).

Il calcolo eseguito ha evidenziato una produzione massima pari a 71.435 Nm³ di picco nell'anno 2003, per poi decrescere repentinamente secondo i criteri sui quali si basa il metodo della "reazione semplificata".

La produzione di biogas risulterà definitivamente conclusa a partire dall'anno 2018 probabile termine dei lavori di messa in sicurezza della discarica.

In riferimento a quanto riportato nello Studio Geologico (TAV. R15) e dall'analisi dei risultati ottenuti con il modello matematico previsionale di cui sopra, si è già verificata la completa mineralizzazione dei rifiuti, per cui la formazione di biogas risulta nulla, e quindi, risulta effettivamente, eccessiva la realizzazione di un impianto di filtraggio aria (biofiltro).

In riferimento a quanto descritto nel D.lgs 36/2003 per le discariche dove sono smaltiti rifiuti biodegradabili e rifiuti contenenti sostanze che possono sviluppare gas o vapori deve esser previsto un monitoraggio delle emissioni gassose, convogliate e diffuse, della discarica stessa, in grado di individuare anche eventuali fughe di gas esterne al corpo della discarica stessa.

Conformemente al suddetto decreto, è stato appositamente revisionato il paragrafo 2.4 (Qualità dell'aria) dell'elaborato R.6 "Relazione Piano di Sorveglianza e Controllo" in cui sia la frequenza di campionamento (**semestrale**) che le modalità di campionamento (metodiche ufficiali: APAT/IRSA, USEP ecc..) sono stata adeguate a quanto stabilito dal D.Lgs 36/2003.



4.5 POZZI DI RACCOLTA DEL PERCOLATO E TRINCEA DRENANTE INTERNA AL CORPO DISCARICA

Sulla scorta delle stime eseguite è emerso che le aliquote di percolato residuo da estrarre ad avvenuto intervento di messa in sicurezza risultano essere estremamente contenute, in ogni caso ai fini della captazione e dello smaltimento del percolato residuo nell'ambito del tronco di discarica interessato dall'intervento e seguendo le linee di flusso della falda idrica, verrà realizzato all'interno del corpo discarica, n.1 pozzo mediante trivellazione a secco e spinto a profondità tale da penetrare significativamente nel banco di argilla impermeabile sottostante il corpo rifiuti, **inoltre verrà ripristinato e riattivato il pozzo già esistente.**

I pozzi verranno condizionati con una gabbia cilindrica di acciaio zincato $\varnothing 6$ con maglia 5 x 5 cm, del diametro di circa 400 mm, riempiti di ghiaia grossolana nella quale viene immorsato un tubo in polietilene rigido microfessurato del diametro $\varnothing 100$.

Da tali pozzi l'eventuale percolato residuo verrà pompato e trasportato, attraverso apposita tubazione in polietilene Pe 80, verso la vasca di raccolta e stoccaggio del percolato, totalmente interrata, di m. 1,60 x 1,80 x 2,50 per un totale di circa 5m³.

Tale vasca sarà realizzata a valle della discarica, con struttura in c.a. con soletta di copertura carrabile verificata per carichi di I^a categoria antisismica e chiusino classe D400. Al fine di garantire la tenuta della vasca si provvederà alla sua completa impermeabilizzazione del fondo e delle pareti laterali interne mediante geomembrana saldata di adeguato spessore. La vasca sarà dotata di un sistema a galleggiante per indicare il livello massimo del percolato accumulato, in questo modo esso verrà periodicamente prelevato da un'autobotte che provvederà al suo smaltimento presso impianti di trattamento autorizzati; l'aspirazione verrà effettuata a più riprese, intervallate tra loro, in modo da favorire la migrazione del percolato presente nelle aree più distanti. Ogni fase di aspirazione verrà avviata a seguito di verifica di innalzamento del battente idraulico del percolato. Nel momento in cui, effettuando la misurazione del predetto livello, non si osserveranno innalzamenti del livello, il pompaggio si riterrà concluso.

La profondità di ciascun pozzo sarà funzione dello spessore di rifiuti in corrispondenza del punto di perforazione, essa comunque non supererà i **5 metri** e verrà spinta fino ad intercettare il fondo del bacino avendo cura di tenersi qualche decimetro al di sopra dello stesso; sarà cura della Direzione Lavori, attraverso rilievi dettagliati e l'analisi dei materiali estratti indicare, in fase esecutiva, la giusta profondità di perforazione. In ogni caso, se ci si dovesse spingere oltre la profondità necessaria, si provvederà a sigillare il tratto terminale mediante la realizzare un tappo di fondo costituito da una miscela bentonitica iniettata nel foro; il diametro reso fondo foro dovrà essere non inferiore a 1.000mm.



Inoltre, è stato ritenuto opportuno prevedere, anche, un sistema lineare di drenaggio profondo del percolato in corrispondenza dei punti di maggiore depressione dell'area in esame lungo il lato sud est del perimetro della stessa, atteso che la realizzazione del capping superficiale impedirà sia la produzione di ulteriore percolato che l'ulteriore contaminazione della falda volendo raggiungere l'obiettivo dell'isolamento dei rifiuti dall'ambiente esterno e della minimizzazione delle infiltrazioni d'acqua. Pertanto, lungo tutto il lato Sud Est dell'impianto, a monte del muro perimetrale, si realizzerà una trincea drenante con una profondità media di circa **m. 4,00** (eventualmente variabile in funzione della profondità di affioramento del bedrock); atta a drenare e convogliare i residui di percolato all'interno dell'apposita vasca di raccolta, già menzionata in precedenza.

A monte della vasca sarà previsto anche un pozzetto di raccolta in corrispondenza del quale l'acqua drenata potrà essere campionata ed analizzata per verificare la compatibilità con i valori limite previsti dalla normativa per lo scarico in corsi d'acqua superficiali. Qualora tali valori non siano conformi, attraverso un adeguato sistema di emungimento e convogliamento, l'acqua contaminata verrà pompata e stoccata all'interno della vasca di raccolta e stoccaggio del percolato di discarica.

La trincea drenante sarà opportunamente impermeabilizzata superiormente mediante lo strato di capping al fine di captare solo il percolato ancora presente nel corpo dei rifiuti e nelle acque della falda effimera. Sul fondo della trincea sarà disposta una tubazione microfessurata del diametro **φ160** in polipropilene con pendenza non minore del 3 % e non superiore al 10%; la tubazione verrà rinfiancata con sabbia. Tale trincea sarà realizzata mediante uno scavo del terreno a sezione trapezoidale, con profondità variabile tra i 3,50 e i 4,5 m con larghezza delle basi di 1,0 m sul fondo e di 1,50 m in sommità.

Lungo le pareti dello scavo verrà posto un geotessile, di adeguata porosità, in modo da impedire alle particelle più fini del materiale di rinterro di riempire i vuoti presenti nel materiale incoerente della trincea che così perderebbe la sua funzione drenante; lo scavo verrà poi riempito fino al piano di campagna con materiale arido drenante costituito da pietrisco con pezzatura variabile da 40 a 70 mm.

Nella realizzazione di ogni singolo ramo di trincea, sarà opportuno avviare lo scavo dalla quota più bassa, in corrispondenza del pozzetto di raccordo ed ispezione, procedendo verso monte; in questo modo, si potrà allontanare l'acqua drenata senza ulteriori interventi e la funzione drenante si potrà esplicare già in fase di costruzione.



4.6 REALIZZAZIONE DI UN DIAFRAMMA DRENANTE A MONTE E A VALLE DELLA DISCARICA

In relazione all'esigenza prioritaria di intervenire sulla diffusione dell'inquinamento individuato nella falda, gli interventi di sbarramento idraulico tramite diaframmi rivestono un ruolo rilevante, se non prioritario, nelle azioni di bonifica dei siti contaminati.

Tali interventi non sono finalizzati alla rimozione o alla riduzione dei contaminanti, ma mirati a evitare, mediante l'isolamento dei terreni, il movimento e la diffusione dei contaminanti dal sito all'ambiente esterno.

Tra i metodi per la messa in sicurezza del sito si ricordano:

1. Metodi di contenimento statico;
2. Metodi di stabilizzazione/inertizzazione.

1 I metodi di contenimento statico si avvalgono della presenza di diaframma drenanti in grado di contenere e isolare i terreni contaminati dall'ambiente circostante; un setto drenante realizzato a regola d'arte impedisce il dilavamento verso la falda degli inquinanti permettendo così di non intervenire in maniera radicale sui terreni contaminati ed evitare la diffusione dell'inquinamento dalla sorgente verso i bersagli circostanti.

2. La stabilizzazione o inertizzazione di terreni inquinati mediante iniezioni e miscelazione in sito con sostanze in grado di immobilizzare gli inquinanti è un metodo ormai consolidato e non viene più considerato come un semplice metodo per la messa in sicurezza dei terreni, ma viene visto come una vera e propria metodologia di bonifica. L'applicazione di metodi di stabilizzazione/inertizzazione è applicabile sia a terreni in situ (senza movimentazione dei terreni) sia on site (con movimentazione dei terreni).

Alla luce di ciò, tenuto anche conto del rapporto costi/benefici si è ritenuto opportuno adottare il metodo di contenimento statico mediante la realizzazione di DIAFRAMMI DRENANTI posti a monte idrogeologico della discarica ed attestati all'interno dello strato impermeabile di terreno al fine di isolare il corpo dei rifiuti impedendo così alla falda emisuperficiale, che si muove all'interno degli strati superficiali più permeabili, di entrare in contatto con i rifiuti.

L'intervento consiste, quindi, nella costruzione, in corrispondenza delle linee di deflusso prevalenti della falda a monte (NordOvest-SudEst), di un setto permeabile di spessore non inferiore a **60 cm** e profondità variabile da **5,5 a 7,5 metri** (più profondo del livello di falda situato a 5,20 m).

In ogni caso la precisa profondità del diaframma drenante sarà decisa durante la messa in opera della stessa e dovrà rigorosamente attestarsi, per circa un metro, nello strato impermeabile



(argilla grigio azzurra a tratti marnosa scagliosa semilitoide) riscontrato durante l' ATTIVITÀ DI CARATTERIZZAZIONE e deducibile dalla Tav. N.6 "Profili e sezioni".

Il setto permeabile verrà riempito con materiale arido per garantirne la stabilità ed alla sua base verrà collocato un tubo drenante sfinestrato, e che convoglierà le eventuali acque drenate verso i pozzetti di raccolta posti nella parte di valle.

Tale diaframma sarà suddiviso in due sezioni con funzioni differenti:

- Lungo i due lati a **monte** della discarica, Ovest-Nord, verrà realizzata una trincea drenante con una profondità media di circa m. 6,00 ma, come già detto, eventualmente variabile in funzione della profondità di affioramento dello strato impermeabile, tale da creare una depressione della falda al di sotto del corpo dei rifiuti, in quanto dalle indagini svolte si presume che essi abbiano uno spessore massimo di circa m. 5,00, senza che il setto permeabile vada ad interessare i litotipi calcarei maggiormente permeabili.

Il setto drenante, infatti, va realizzato in modo che svolga una funzione di drenaggio delle acque di falda provenienti dalla parte di monte e che rimanga confinato nei depositi piroclastici di copertura allo scopo di evitare il travaso delle acque drenate verso i sottostanti litotipi calcarei, maggiormente permeabili per fratturazione e che costituiscono il serbatoio dell'acquifero più vulnerabile da preservare. A garantire la funzione di dreno del setto impermeabile, lo stesso sarà rivestito con un telo di tessuto non tessuto che contestualmente non permetta il travaso dell'acqua drenata verso l'esterno.

- nella parte di **valle** della discarica, quindi lungo i lati Sud ed Est del corpo dei rifiuti, ed in prossimità dello stesso, verrà realizzata una trincea drenante separata da quella di monte, anch'essa con una profondità media di circa m. 6,00 ma eventualmente variabile in funzione della profondità di affioramento dello strato impermeabile; questo secondo setto avrà la funzione di intercettare e drenare eventuali sversamenti di percolato dal corpo rifiuti.

In tal modo, si realizzerà una barriera drenante lungo l'intero perimetro della discarica che impedirà l'afflusso di acque sotterranee all'interno del corpo dei rifiuti e contemporaneamente intercetterà eventuali travasi di percolato o acque contaminate verso l'esterno della discarica.

Ogni ramo del diaframma drenante verrà convogliato, in maniera indipendente, verso pozzetti di raccolta in corrispondenza dei quali l'acqua drenata potrà essere campionata ed analizzata per verificare la compatibilità con i valori limite previsti dalla normativa per lo scarico in corsi d'acqua superficiali. Qualora tali valori non siano conformi, attraverso un adeguato sistema di emungimento e convogliamento, l'acqua



contaminata verrà pompata e stoccata all'interno della vasca di raccolta e stoccaggio del percolato di discarica.

Considerate le caratteristiche dell'area e la quota d'imposta dello scavo, si prevede che le trincee possano essere realizzate con scavo tradizionale (escavatore a braccio rovescio) eventualmente realizzando un piano di lavoro ribassato per ridurre l'altezza delle pareti in scavo e renderle compatibili con la stabilità; nella realizzazione di ogni singolo ramo di trincea, sarà opportuno avviare lo scavo dalla quota più bassa, in corrispondenza del pozzetto di raccordo ed ispezione, procedendo verso monte; in questo modo, si potrà allontanare l'acqua drenata senza ulteriori interventi e la funzione drenante si potrà esplicare già in fase di costruzione.

Lungo le pareti dello scavo verrà posto un geotessile, di adeguata porosità, in modo da impedire alle particelle più fini del materiale di rinterro di riempire i vuoti presenti nel materiale incoerente della trincea che così perderebbe la sua funzione drenante; sul fondo dello scavo verrà posto un tubo drenante sfinestrato in HPDE del diametro di 250 mm, che convoglierà le acque drenate nel pozzetto di raccordo ed ispezione; la tubazione verrà rinfiancata con sabbia; lo scavo verrà poi riempito fino ad una quota di 2 m. dal piano di campagna con materiale arido drenante costituito da pietrisco con pezzatura variabile da 40 a 70 mm.; al di sopra dello strato drenante verrà realizzato un tappo di argilla dello spessore di 1 m. a protezione dello stesso ed infine si procederà alla chiusura dello scavo con terreno vegetale di riporto a ricostituire il profilo topografico del terreno.

A ciascuna estremità inferiore del setto drenante di **monte** verrà posizionato un pozzetto di raccolta, del diametro di 120 cm, dove sarà possibile procedere con le operazioni di controllo dell'efficacia del sistema. All'estremità inferiore del setto drenante di **valle**, invece, verrà posizionato un pozzetto di raccordo ed ispezione, del diametro di 120 cm, dove sarà possibile procedere con le operazioni di campionamento delle acque drenate e controllo dell'efficacia del sistema. Tale pozzetto sarà collegato alla vasca di stoccaggio del percolato, di progetto, dove sarà possibile, attraverso un adeguato sistema di emungimento, convogliare le acque drenate per le quali i parametri analizzati non risultino conformi ai limiti stabiliti dalla normativa.

Il materiale derivante dallo scavo, come già detto, verrà analizzato, e se risulta non contaminato, concorrerà alla riprofilatura del piano topografico del sito.

Il relativo tracciato del diaframma drenante è riportato nella Tavola **G.6**, nella quale è anche indicata la posizione dei pozzetti di raccolta dell'acqua drenata.



4.7 RETE DI RACCOLTA E SMALTIMENTO DELLE ACQUE METEORICHE

Al fine di garantire una corretta regimentazione delle acque meteoriche superficiali dirette ed indirette interessanti il corpo della discarica è stato previsto un sistema di regimazione (a gravità) composto da cunette trapezoidali in calcestruzzo 70/20 cm e di altezza 25 cm, addossate internamente al muretto perimetrale della discarica.

Le canalette raccoglieranno le acque di ruscellamento interessanti direttamente il corpo della discarica e le recapiteranno, per mezzo di opportune pendenze dei pendii, al pozzetto di raccolta e campionamento che a sua volta convoglierà le acque stesse, a mezzo di tubazione interrata, nel canale posto a sud della discarica.

Per maggiori ragguagli in ordine alla configurazione ed al dimensionamento della rete di raccolta si rimanda alla TAVOLA G.5.

4.8 PIEZOMETRI PER IL PRELIEVO DEI CAMPIONI DI ACQUA DA ANALIZZARE E PER LA VERIFICA DEI LIVELLI DI FALDA

Allo scopo di verificare i livelli della falda acquifera superficiale e prelevare campioni di acqua da sottoporre analisi chimico-fisiche, saranno attrezzati, a monte e a valle della discarica, all'interno di appositi fori di sondaggio, 3 piezometri di cui uno a monte e due a valle.

Ciascun piezometro, di diametro 4 pollici, avrà una profondità variabile da **5,5 a 7,5 metri** (più profondo del livello di falda situato a 5,20 m).

In ogni caso la precisa profondità del piezometro sarà decisa durante la messa in opera dello stesso e dovrà rigorosamente attestarsi, per oltre un metro, nello strato impermeabile (argilla grigio azzurra a tratti marnosa scagliosa semilitoide) riscontrato durante l' ATTIVITÀ DI CARATTERIZZAZIONE e deducibile dalla Tav. N.6 "Profili e sezioni".

Al fine di evitare la miscelazione della risorsa acque sotterranee con le acque superficiali, ai lati della porzione più superficiale del piezometro costituita dal tubo cieco in PVC, verrà opportunamente creato un isolamento con materiale bentonitico. La porzione del piezometro a cavallo della linea di falda e la porzione inferiore sarà formata, invece, da tubazione micro fessurata in PVC e filettata sullo spessore in modo da escludere l'uso di materiali impropri.

Tutti i piezometri saranno dotati di tappo di chiusura in sommità nonché nella parte terminale

Infine, a protezione dei singoli piezometri saranno installati degli idonei pozzetti completi di lucchetto di chiusura.



Per ulteriori dettagli circa i metodi di perforazione e di isolamento dei piezometri, nonché la loro ubicazione si rimanda alla relazione **R.4** "Dimensionamento delle opere" e alle tavole G.4 "*Planimetria di progetto dell'area di intervento*" e G.7 "*Particolari costruttivi: capping, pozzo di estrazione percolato, vasca raccolta percolato, camino estrattore biogas, piezometri*".

4.9 ALLESTIMENTO CANTIERE

L'allestimento del cantiere sarà effettuato nelle seguenti fasi:

1. Recinzione provvisoria di cantiere di altezza non inferiore a 2 m;
2. Adeguamento delle piste carrabili per il transito dei mezzi d'opera e tracciamento della viabilità interna di cantiere;
3. Decespugliamento dell'area e smaltimento dei rifiuti prodotti;
4. Individuazione e sistemazione del campo base in cui saranno alloggiati i container (uffici, spogliatoi, mensa, servizi igienici, ecc.), le officine, i depositi, i parcheggi degli automezzi e delle vetture, ecc..

Le aree di transito dei mezzi di cantiere saranno adeguatamente segnalate.

4.10 SISTEMAZIONE STRADA DI ACCESSO ESTERNA E REALIZZAZIONE RECINZIONE PERIMETRALE

Per la sistemazione della strada di accesso Fontanone n°1, nel rispetto dei principi di compatibilità ambientale e paesaggistica, sarà utilizzato un pacchetto stradale (conglomerato misto bituminoso) composto da:

- Tappetino (spessore di 3cm);
- Binder (spessore di 7cm);
- Fondazione in misto granulare (spessore 20cm).

Il pacchetto stradale previsto sarà in grado di conferire una maggiore compattezza al manto carrabile ed evitarne l'erosione superficiale. Il manto stradale (dello spessore di ca. 10 cm) sarà posato previa scarificazione dell'attuale terreno superficiale e compattazione del fondo e previa stesura di fondazione stradale in misto granulometrico stabilizzato (dello spessore di ca. 20cm) su fondo in terra battuta miscelata ad idrossido di calce micronizzato: ciò consente di lasciare inalterata la capacità drenante del corpo stradale pur conferendogli una maggiore portanza, resistenza all'erosione da ruscellamento e durabilità rispetto alla costipazione da carichi in transito.

Infine, l'area Nord dell'ex discarica, limitrofa alla strada comunale di accesso, sarà recintata con muro in c.a. dell'altezza di cm 150 e della larghezza di cm 50, rivestito in pietra locale con sovrastante rete



metallica elettrosaldata a maglia romboidale rivestita in materiale plastico di colore verde, mentre la strada di accesso sarà sbarrata da un cancello metallico.

4.11 RIPRISTINO AMBIENTALE DEL SITO

Secondo quanto stabilito dal Decreto Legislativo 36/2003, il progetto deve essere dotato di un piano di ripristino ambientale del sito, redatto secondo i criteri definiti nell'Allegato 2. In tale piano devono essere previste le modalità e gli obiettivi di recupero e sistemazione della discarica in relazione alla destinazione d'uso prevista per l'area nonché gli interventi di ripristino vegetazionale compatibili con le caratteristiche fitosociologiche dell'area.

Anche in virtù dell'esaurimento dei fenomeni sia di assestamento che di formazione/produzione di biogas e percolato (di cui si discute in più punti della presente relazione), il piano di ripristino non può che prevedere la sola ricostituzione di una copertura vegetale.

Questa ricostituzione sarà certamente favorita dal sistema di capping adottato per la discarica, che prevede lo strato di 1 m di terreno vegetale, dotato di caratteristiche chimico-fisiche controllate e analoghe a quelle del sito d'intervento.

Su tale copertura è stato previsto l'inerbimento con idrosemina e la piantumazione di ginestre.

La ginestra, infatti, è particolarmente indicata per il rinverdimento di aree degradate. Essa si adatta anche bene al clima dell'area in esame, dal momento che pur prediligendo il caldo e molto sole, riesce a tollerare anche climi più rigidi (fino a -15 gradi). Peraltro, una volta messa a dimora, non ha bisogno di ulteriori maneggi, in quanto vive normalmente in territori molto aridi, non ha un grandissimo bisogno d'acqua e può richiedere anche sole sporadiche operazioni di innaffiamento, senza la necessità che sia realizzato un sistema di irrigazione ad hoc.

5 VERIFICA FINALE E MONITORAGGIO

Per verificare l'efficacia degli interventi di messa in sicurezza permanente, al loro termine sarà avviato un piano di monitoraggio e controllo. Essendo tali interventi finalizzati all'interruzione dei fenomeni di migrazione degli inquinanti dal suolo alle acque sotterranee, la verifica avverrà mediante il monitoraggio della concentrazione dei relativi parametri nelle acque di falda, per la durata imposta dalla normativa vigente (30 anni dalla chiusura definitiva della discarica).

5.1 PIANO DI MONITORAGGIO E CONTROLLO

Le campagne di monitoraggio interesseranno i piezometri realizzati appositamente per seguire l'evolversi del fenomeno fino al totale annullamento dell'inquinamento; è inoltre prevista l'installazione di una



centralina per il monitoraggio dei parametri meteo climatici, e la installazione di capisaldi topografici per il monitoraggio della stabilità del corpo della discarica; sono, infine, previsti punti di campionamento delle acque superficiali, del percolato e del biogas di discarica,

Il controllo e la sorveglianza saranno condotti avvalendosi di personale qualificato ed indipendente con riguardo ai parametri ed alle periodicità individuate, in relazione ai seguenti elementi:

- *percolato;*
- *acque superficiali di drenaggio;*
- *qualità dell'aria;*
- *gas di discarica;*
- *acque sotterranee;*
- *parametri meteorologici;*
- *stato del corpo della discarica.*

Le frequenze e le tipologie dei monitoraggi da eseguire, in fase di gestione post-operativa, sono quelle definite nell'allegato 2 del D.Lgs. n. 36/2003. Per una più dettagliata descrizione del piano si rimanda agli elaborati R.5, R.6.