



Comune di Moio della Civitella

Provincia di Salerno

BONIFICA e MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE dell'ex discarica Comunale in località "Retara"



PROGETTO ESECUTIVO

Tavola

01/A

Elaborato :

**Relazione Tecnica e
Quadro Economico**

scala

Progettista : R.T.P. MOIO 2017

Arch. Giancarlo Stifano (Capogruppo)
Ing. Giovanni Molinaro
Dr. Attilio Silverio Borghese
Ing. Luca Ripa

Il Capogruppo



Elaborazione:

Novembre 2017



INDICE

1. INTRODUZIONE.....	2
2. RIFERIMENTI NORMATIVI.....	2
2.1 Normativa in Materia di Bonifica dei Suoli Contaminati.....	2
2.2 Normativa in Materia di Discariche di Rifiuti.....	3
3. TIPOLOGIA OPERA — UBICAZIONE — STATO ATTUALE — FINALITÀ INTERVENTO.....	3
3.1 Tipologia dell'opera e vincoli presenti.....	3
3.2 Ubicazione	4
3.3 Stato attuale.....	4
3.4 Finalità dell'intervento.....	5
3.5 Sintesi del processo che ha portato alla stesura del progetto di bonifica	5
4. OBIETTIVI DA RAGGIUNGERE	7
5. SCELTE PROGETTUALI	8
6. COMPATIBILITÀ AMBIENTALE DEGLI INTERVENTI	8
7. CRITERI DI ACCETTAZIONE DEI RISULTATI.....	10
8. DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI DI PROGETTO	10
8.1 Opere preliminari.....	11
8.2 Esecuzione del diaframma plastico (Messa in sicurezza permanente della falda acquifera)	11
8.3 Esecuzione recinzione perimetrale e preparazione rete di deflusso acque (canalette drenanti)	15
8.4 Messa in sicurezza permanente (CAPPING)	16
8.4.1 Modalità esecutive di intervento	17
8.4.2 Modalità di verifica	21
8.5 Completamento rete di raccolta e smaltimento acque meteoriche	21
8.6 Realizzazione impianto di pubblica illuminazione	22
8.7 Opere di ripristino ambientale e sistemazione esterna	22
8.8 Opere accessorie	23
8.9 Biogas	24
8.10 Modalità di verifica dell'efficacia delle misure adottate per impedire la migrazione degli inquinanti	24
8.11 Modalità di verifica del raggiungimento delle CSR	25
8.12 Modalità di gestione del percolato	25
9. ANALISI, CONTROLLI E MONITORAGGIO	25
10. DISPONIBILITÀ DELLE AREE DI INTERVENTO	26
11. TEMPI PER L'ESECUZIONE.....	26
12. QUADRO ECONOMICO	27

1. INTRODUZIONE

L'intervento riguarda il progetto per la Bonifica e Messa in Sicurezza Permanente dell'area dell'ex discarica RSU del Comune di Moio della Civitella (SA), ed è stato oggetto d'incarico professionale conferito al sottoscritto Architetto Giancarlo Stifano nella sua qualità di capogruppo dell'RTP Moio 2017, a seguito dell'espletamento della procedura di Gara ai sensi dell'art. 36 del DLgs n. 50/2016 e successiva Determina UTC n. 102 del 18/05/2017, per l'affidamento dell'incarico professionale per la redazione della progettazione definitiva, esecutiva, direzione dei lavori e coordinamento della sicurezza.

L'intervento s'inserisce nella procedura dettata dall'art. 242, comma 7 — Parte IV — Titolo V del D. Lgs 152/06 e mira al raggiungimento degli obiettivi di bonifica specificati nell'Analisi del Rischio Sito-Specifica, approvata dagli Enti preposti nella Conferenza dei Servizi con Decreto Dirigenziale n. 87 del 19 Maggio 2016.

Il sito, inoltre, risulta inserito nella programmazione di cui all'elenco Allegato 1 della Delibera di Giunta Regionale n. 731 del 13/12/2016 (Patto per lo sviluppo della Campania – Delibera CIPE n. 26/2016 – FSC 2014/2020 Programmazione interventi settore bonifiche), e nel Decreto della Giunta Regionale della Campania n. 89 del 24/02/2017.

Il presente progetto è stato esaminato dagli Enti preposti nelle conferenze dei servizi tenutesi presso la Giunta Regionale della Campania - UOD Servizio Territoriale Provinciale di Salerno, ed è stato approvato con prescrizioni con Decreto Dirigenziale n° 128 del 14/11/2017, avente per oggetto *"Art. 242, comma 7 del D.Lgs 3 Aprile 2006 n. 152 e ss.mm.ii. - Approvazione Progetto Operativo di Bonifica con Messa in Sicurezza permanente dell'ex discarica, ubicata in loc.tà Retara. Fol. 2, P.lla 7 del comune di Moio della Civitella (SA), CSAI 5069C001"*

2. RIFERIMENTI NORMATIVI

2.1 Normativa in Materia di Bonifica dei Suoli Contaminati

Il quadro normativo riguardante la disciplina dei suoli contaminati ha subito negli ultimi anni una continua evoluzione. Attualmente le principali disposizioni vigenti in materia sono costituite dal D.Lgs. n.152 del 3 Aprile 2006 recante "norme in materia ambientale";

Con il D.lgs. n.152/2006 (pubblicato sul Supplemento Ordinario alla Gazzetta Ufficiale, serie generale, n. 88 del 14 aprile 2006) il legislatore ha tentato di armonizzare tutte le precedenti norme in campo ambientale e conseguentemente anche quelle relative alla bonifica dei suoli contaminati (Titolo V, parte Quarta).

Questo procedimento ha portato alla abrogazione di tutta una serie di norme precedenti tra cui anche D.Lgs. n. 22/1997, uno dei primi in cui appariva con forza il concetto di bonifica.

Tale concetto veniva espresso come "ogni intervento di rimozione della fonte inquinante e di quanto della stessa contaminato fino al raggiungimento dei valori limite conformi all'utilizzo previsto dell'area".

In virtù di tale normativa chiunque cagionava anche in maniera accidentale il superamento dei limiti era tenuto a procedere a proprie spese agli interventi di messa in sicurezza, di bonifica e di ripristino ambientale delle aree inquinate e degli impianti dai quali derivava il pericolo di inquinamento.

Il nuovo D.lgs. n.152/2006 pur abrogando tale decreto, si ispira di fatto agli stessi principi basati sul concetto del "chi inquina paga". Il D.Lgs. n.22/97 rinviava inoltre ad una successiva normativa tecnica la fissazione di precisi standards di qualità dei suoli in funzione delle diverse destinazioni d'uso possibili.

PROGETTAZIONE DEGLI INTERVENTI DI BONIFICA

Si articola nelle seguenti sezioni:

1. Descrizione di dettaglio della tecnologia scelta e degli interventi proposti;
2. Interventi da realizzare per l'attuazione delle prescrizioni e delle limitazioni all'uso del Sito;
3. Piano dei controlli e monitoraggi post-operam.

Nell'allegato III alla parte IV del D.lgs.152/2006 è stabilito che nel corso ed al termine di tutte le fasi previste per la messa in sicurezza, la bonifica ed il ripristino ambientale devono essere effettuate azioni di monitoraggio e controllo, al

fine di verificare l'efficacia degli interventi nel raggiungere gli obiettivi prefissati ed in particolare, a seguito della realizzazione delle misure di sicurezza a valle della bonifica, per verificare che:

- i valori di contaminazione nelle matrici ambientali influenzate dal sito corrispondano ai livelli di concentrazione residui accettati in fase di progettazione;
- non siano in atto fenomeni di migrazione dell'inquinamento;
- sia tutelata la salute pubblica;
- nel corso delle attività di bonifica/messa in sicurezza permanente per verificare la congruità con i requisiti di progetto;
- a seguito del completamento delle attività di bonifica/messa in sicurezza permanente e ripristino ambientale, per verificare, durante un congruo periodo di tempo, l'efficacia dell'intervento di bonifica e delle misure di sicurezza.

2.2 Normativa in Materia di Discariche di Rifiuti

Il D.Lgs. n. 36 del 13 gennaio 2003, (Attuazione della direttiva 1999/31/CE relativa alle discariche di rifiuti) stabilisce requisiti operativi e tecnici per i rifiuti e le discariche, misure, procedure e orientamenti tesi a prevenire o a ridurre il più possibile la ripercussioni negative sull'ambiente, in particolare l'inquinamento delle acque superficiali, delle acque sotterranee, del suolo e dell'atmosfera, e sull'ambiente globale, compreso l'effetto serra, nonché i rischi per la salute umana risultanti dalle discariche di rifiuti, durante l'intero ciclo di vita della discarica.

Il capitolo 2 dell'Allegato 1 definisce prescrizioni in riferimento alla protezione del territorio e delle acque per gli impianti per rifiuti non pericolosi e per rifiuti pericolosi. In particolare in riferimento al processo di chiusura di una discarica, nel paragrafo successivo, sono indicate le modalità per la realizzazione della copertura superficiale finale.

La copertura superficiale finale della discarica deve rispondere ai seguenti criteri:

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

La copertura deve essere realizzata mediante una copertura multistrato, costituita, dall'alto verso il basso, dai seguenti strati:

- strato superficiale di copertura con spessore ≥ 1 m, che favorisca lo sviluppo delle specie vegetali di copertura ai fini del piano di ripristino ambientale e una protezione adeguata contro l'erosione e di proteggere le barriere sottostanti dalle escursioni termiche;
- strato drenante protetto da eventuali intasamenti con spessore ≥ 0.5 in grado di impedire la formazione di un battente idraulico sopra le barriere di cui ai successivi punti;
- strato minerale compattato dello spessore $\geq 0,5$ m e di conducibilità idraulica K_{min} 10-8 m/s o di caratteristiche equivalenti, integrato da un rivestimento impermeabile superficiale per gli impianti di discarica di rifiuti pericolosi;
- strato di drenaggio del gas e di rottura capillare, protetto da eventuali intasamenti, con spessore ≥ 0.5 m;
- strato di regolarizzazione con la funzione di permettere la corretta messa in opera degli strati sovrastanti.

Poiché la degradazione dei rifiuti biodegradabili, incluse le componenti cellulosiche, comporta la trasformazione in biogas di circa un terzo della massa dei rifiuti, la valutazione degli assestamenti dovrà tenere conto di tali variazioni, soprattutto in funzione alla morfologia della copertura finale. La copertura superficiale come sopra descritta deve garantire l'isolamento della discarica anche tenendo conto degli assestamenti previsti ed a tal fine non deve essere direttamente collegata al sistema barriera di confinamento.

3. TIPOLOGIA OPERA — UBICAZIONE — STATO ATTUALE — FINALITÀ INTERVENTO

3.1 Tipologia dell'opera e vincoli presenti

Per la tipologia dell'opera in progetto, denominata "Bonifica, messa in sicurezza permanente e ripristino ambientale", si è fatto riferimento a quanto riportato nel paragrafo dell'Allegato 3 al Titolo V — Parte IV D.Lgs. 152/2006 (Criteri generali per la selezione e l'esecuzione degli interventi di bonifica e ripristino ambientale, di messa in sicurezza permanente).

Nella fattispecie l'intervento si configura come riqualificazione ambientale di un'area contaminata e mira al raggiungimento degli obiettivi di bonifica specificati nell'Analisi del Rischio Sito-Specifica, approvata dagli Enti preposti



nella Conferenza dei Servizi con Decreto Dirigenziale n. 128 del 14/11/2017. Ne scaturisce, in maniera evidente che la funzionalità dell'opera è costituita dal risanamento ambientale dell'area e dalla conseguente mitigazione/eliminazione dei rischi per la salute dei cittadini.

La discarica comunale di Moio della Civitella (SA) è inserita nell'elenco dei siti potenzialmente inquinati (**Codice Sito CSPI 5069C001**) del Piano Regionale di Bonifica pubblicato sul BURC numero speciale del 09/09/ 2005 e s.m.i. e risulta tra i siti che saranno oggetto di intervento di finanziamento di cui alla programmazione del Patto per lo Sviluppo della Campania del 24/04/2016 Settore Bonifiche DGR 731/2016 e DD n. 89/2017.

L'attuale sito della discarica, di proprietà Comunale, è ubicato in località Retara e risulta censito in Catasto al foglio n° 2 p.lla 7, e ricade all'interno della zona territoriale omogenea "E2 — agricola semplice ", del vigente P.R.G.

Per quanto attiene alla presenza di vincoli, si precisa che l'area in questione :

- **è assoggettata a vincolo idrogeologico** ai sensi dell'art. 1 RD 3267 del 1923 e Legge Regionale 07/05/1996, n. 11;
- **ricade** in zone a pericolosità da frana reale P2 - Media e rischio da frana R2 - Media , come da Perimetrazione del PSAI dell'Autorità di Bacino Campania Sud. Tuttavia, per l'area in cui è ubicata la discarica di Moio della Civitella non viene indicata pericolosità da alluvione e rischio idraulico.
- **non rientra** nei siti di interesse nazionale "Rete Natura 2000";
- **è interna** alla perimetrazione del Parco Nazionale del Cilento, Vallo di Diano e Alburni, in zona "C2 Zone di Protezione", pertanto è assoggettata al vincolo ambientale di cui alla L. 42/2004 e s.m.i.

Circa la sismicità dell'area, tenuto conto della nuova classificazione sismica dei comuni della Regione Campania adottata con delibera della Giunta Regionale n. 5.447 del 07/11/2002, va precisato che il territorio comunale di Moio (SA) è stato classificato di 2a categoria (grado di sismicità S=9 – coefficiente di intensità sismica C=0,07g. In riferimento all'O.P.C.M. 3274 e 3316, nei territori classificati a media sismicità (2a categoria) viene assunta una accelerazione orizzontale max (ag) pari a 0,25g (g rappresenta l'accelerazione di gravità).

3.2 Ubicazione

L'area in studio si sviluppa a nord – est del centro storico comunale, a circa 2,20 Km da quest'ultimo e a 340 m dalla prima abitazione, lungo una fascia collinare che degrada verso sud in direzione del Mar Tirreno, posta tra i massicci montuosi di Monte Gelbison (1705 m s. l. m.) a est e Monte Stella (1131 m s. l. m.), posta tra le valli dei Torrenti Palistro a sud – est e Badolato a nord – ovest, affluenti in sinistra idrografica del Fiume Alento. È situata ad una quota topografica media di circa 680 m s. l. m. ed è situata sulle pendici settentrionali del Monte Civitella (818 m s. l. m.), disposto nell'alta valle del torrente Badolato che rappresenta un affluente di sinistra idrografica del fiume Alento.

Il sito, dal punto di vista idrografico, si colloca nella parte sommitale del bacino idrografico del Torrente Tezzone, lungo la sinistra idrografica di questo bacino imbrifero. Il reticolo drenante di quest'area è incentrato sul corso d'acqua del torrente Tezzone, mentre i restanti impluvi sono poco sviluppati, ad andamento rettilineo e susseguente. Il torrente Tezzone è un affluente in sinistra idrografica del torrente Trenico, che a sua volta confluisce sempre in sinistra idrografica nel fiume Calore. Il sito è collegato alla viabilità principale, costituita dalla strada statale n. 488 che collega il Comune di Moio della Civitella a quello di Vallo della Lucania (SA), tramite la Strada Vicinale per Campora, la SP142.

I terreni limitrofi alla discarica sono utilizzati a scopi prevalentemente silvo-pastorali, e, per un vasto raggio, non sono presenti fabbricati abitativi né immobili destinati ad altri usi.

L'area di discarica risulta ubicata a valle della strada provinciale e la zona immediatamente prossima alla suddetta strada, per una larghezza variabile dai 10 ai 15 ml sul fronte a valle, risulta occupata da terreno di riporto utilizzato per l'esecuzione del rilevato stradale recentemente eseguito.

3.3 Stato attuale

L'area dell'ex discarica comunale risulta facilmente accessibile, mancando ogni tipo di recinzione e cancelli. È stata realizzata all'interno di un fosso naturale, senza prevedere alcuna misura di prevenzione dell'inquinamento del suolo e del sottosuolo. In particolare, il fondo della discarica non è protetto da strati naturali di adeguata permeabilità, né risulta installata una membrana artificiale impermeabile.

Inoltre, sono assenti sistemi di captazione del biogas, tubazioni e pozzi di raccolta del percolato. Le acque meteoriche, invece, sono raccolte in solchi a giorno disposti a monte e a valle della discarica, e confluiscono a valle nell'esistente vallone naturale a tempo.

La discarica era stata realizzata per ricevere i rifiuti del Comune di Moio della Civitella, che venivano abbancati sul suolo, senza alcuna forma di protezione che impermeabilizzasse il fondo, ricoperti e compattati con strati successivi di terreno vegetale.

Le prime indagini eseguite sul sito sono state effettuate dalla Provincia di Salerno che ha redatto il Piano delle Investigazioni Preliminari, individuando, tra l'altro, in via presuntiva, un'estensione approssimativa del corpo di discarica pari a circa 1.500 mq. Dalle indagini eseguite nella redazione del Piano della Caratterizzazione si è potuta accertare l'effettiva estensione e localizzazione dei rifiuti, mediante l'esecuzione di trincee esplorative perimetrali e stendimenti geoelettrici, che ha portato alla definizione di due corpi di rifiuti interrati, (identificati nei grafici come Area 1 e Area 2), delle dimensioni planimetriche rispettivamente di ca. mq. 1500 e 400, per un'estensione complessiva pari a Mq. 1900 ca.

La quantità di rifiuti presenti all'interno dell'area di discarica, considerando uno spessore medio del corpo di discarica principale (Area 1) di ca. 5 metri ed una superficie di ca. 1.500 mq per un volume di ca. 7.500 mc; ed uno spessore medio del corpo di discarica secondario (Area 2) di ca. 3 metri ed una superficie di ca. 400 mq per un volume di ca. 1.200 mc., è stimabile in complessivi **MC 8.700,00** circa.

3.4 Finalità dell'intervento

Con il Decreto Dirigenziale n. 87 del 19 Maggio 2016 dell'A.G.C. 05 — Ecologia, Tutela dell'ambiente, Disinquinamento, Protezione Civile — Settore Provinciale Ecologia, Tutela dell'ambiente, Disinquinamento, Protezione Civile-U.O.D. Autorizzazioni Ambientali e Rifiuti - Salerno, è stata approvata l'Analisi di Rischio Sanitario Ambientale Sito—specifico della discarica comunale (CSAI 5069C001) sita in località Retara del Comune di Moio della Civitella (SA), con le seguenti prescrizioni:

- a) *gli obiettivi di bonifica dovranno riguardare gli analiti Ferro, Manganese e Solfati per la sola matrice falda;*
- b) *relativamente all'analita Manganese, atteso il superamento delle CSC anche nel piezometro PZC situato a monte idrogeologico del corpo dei rifiuti, si ritiene di assumere quale obiettivo di bonifica il valore che sarà riscontrato nel campione di acque sotterranee prelevato in detto piezometro a valle degli interventi di bonifica;*
- c) *per l'analita Ferro, nelle acque sotterranee assumere quale obiettivo di bonifica il valore delle CSC pari a 200 µ/l, anziché 2,00E-01 mg/kg erroneamente riportato nell'elaborato presentato dalla parte;*
- d) *per l'analita Solfati nelle acque sotterranee assumere quale obiettivo di bonifica il valore della CSC pari a 250 mg/l;*
- e) *redigere e presentare a questa U.O.D. per l'approvazione e agli Enti interessati il progetto operativo di bonifica nei termini previsti dall'art. 242, comma 7 del Dlgs 152/06 ss.mm.ii. e secondo i criteri di cui all'Allegato 3, Titolo 5 , Parte IV del già citato Dlgs 152/06.*

3.5 Sintesi del processo che ha portato alla stesura del progetto di bonifica

Si riporta di seguito la cronistoria degli atti amministrativi e delle operazioni che hanno portato alla redazione del presente progetto di bonifica.

Piano delle Investigazioni Preliminari

Le indagini preliminari sul sito di discarica sono state eseguite dalla Provincia di Salerno, Settore Ambiente, nell'ambito del progetto per la “Realizzazione del piano di indagini preliminari: perforazioni, campionamenti, analisi e rilievo” per n. 15 siti ex discariche comunali di rifiuti RSU ricadenti nel territorio provinciale, nell'anno 2013/2014, e sono state svolte dalla SEA S.p.A. con sede in Trento.

Il piano operativo ha previsto l'esecuzione di 7 perforazioni a carotaggio continuo per investigare le condizioni geologico ambientali dell'area, e un'attività di campionamento delle varie matrici ambientali.

Le indagini che sono state eseguite sono:

- Nr.2 sondaggi (S2, S5) a carotaggio continuo della profondità di 10 m cadauno;
- Nr.5 sondaggi a carotaggio continuo attrezzati a piezometro a tubo aperto (PZ1, PZ3, PZ4, PZ6, PZ7) della profondità media di 10 m cadauno.

Per quanto riguarda il campionamento di matrice sono stati eseguiti i seguenti prelievi:

- Nr.3 campioni di top soil nei primi 20 cm di profondità;
 - Nr.3 campioni di terreno per sondaggio ad esclusione di quello all'interno dei rifiuti:
 - 1 campione rappresentativo del 1 metro di profondità,
 - 1 campione intermedio nella frangia capillare,
 - 1 campione nella zona intermedia ai primi due campioni precedenti,
 - Nr.1 campione di terreno a fondo foro del sondaggio posto nel corpo di discarica;
 - 6 campioni della componente aerosol atmosferico prelevati da 2 punti posti a monte e valle dell'ex discarica nella direzione del vento dominante.
 - Nr.3 campioni di acqua di falda, da intendersi a 3 differenti profondità, dai piezometri PZ3, PZ4, PZ6 e PZ7.
- Per il piezometro PZ1 è stato prelevato un unico campione di acqua di falda;
- Nr.4 campioni di rifiuti solidi dai sondaggio S2 e dai piezometro PZ1, PZ6 e PZ7 per analisi del rifiuto e test di cessione;
 - Nr. 2 campioni di acque superficiali.

Piano della Caratterizzazione

Il piano della Caratterizzazione della discarica è stato approvato con D.D. n. 220 del 09/10/2015 da parte della UOD Autorizzazioni Ambientali e Rifiuti di Salerno.

Per la ricostruzione delle caratteristiche stratigrafiche ed idrogeologiche del sito è stata eseguita la seguente campagna di Indagini, Sondaggi diretti e Tomografie elettriche superficiali da parte della Ditta affidataria:

- esecuzione di trincee esplorative per la precisa ubicazione e delimitazione del perimetro degli invasi di discarica;
- N°3 Sondaggi diretti a carotaggio continuo, attrezzati a piezometri;
- N°9 campioni indisturbati per analisi e prove di laboratorio;
- N°3 prove di permeabilità a carico variabile (Le franc)
- N°9 Tomografie elettriche superficiali.

Analisi del Rischio Sanitario Ambientale Sito-Specifico

L'Analisi di Rischio Sanitario Ambientale Sito—specifico della discarica comunale (CSAI 5069C001) è stata approvata con il Decreto Dirigenziale n. 87 del 19 Maggio 2016.

Il documento ha messo in evidenza il rischio per la risorsa idrica sotterranea non accettabile, fissando le seguenti soglie:

Matrice FALDA

ANALITA	CONCENTRAZIONE SOGLIA DI RISCHIO (CSR)
Ferro	200 µ/l
Manganese*	Valore che sarà riscontrato nel piezometro a valle
Solfati	250 mg/l

** relativamente all'analita Manganese, atteso il superamento delle CSC anche nel piezometro PZC situato a monte idrogeologico del corpo dei rifiuti, si ritiene di assumere quale obiettivo di bonifica il valore che sarà riscontrato nel campione di acque sotterranee prelevato in detto piezometro a valle degli interventi di bonifica.*

— Redazione ed approvazione del Progetto Operativo

Il progetto operativo di bonifica e messa in sicurezza permanente dell'ex discarica comunale di Moio della Civitella (SA) sita in loc.tà Retara (Progetto Definitivo) è stato approvato dagli Enti preposti nel corso dello svolgimento delle Conferenze dei servizi tenutesi presso gli uffici della Giunta Regionale della Campania Direzione Generale per l'Ambiente, la Difesa del Suolo e l'Ecosistema U.O.D. 15 Autorizzazioni Ambientali e Rifiuti di Salerno con Decreto Dirigenziale n°128 del 14/11/2017.

L'approvazione del progetto è stata subordinata alle seguenti prescrizioni :

- a) il piano di monitoraggio e controllo delle acque di falda, di durata triennale, deve essere concordato con ARPAC, in riferimento alle modalità, alle analisi ed alle relative metodiche. Inoltre devono essere effettuate specifiche verifiche in campo per la tenuta idraulica della barriera impermeabile di cinturazione del corpo rifiuti;*
- b) gli esiti finali del monitoraggio delle acque di falda devono essere validati da ARPAC;*

- c) devono essere realizzati tutti gli interventi di rimozione del percolato, eventualmente presente, prima della realizzazione del capping superficiale;
- d) per il monitoraggio delle acque di falda è necessario collocare almeno due piezometri a valle della discarica e posti in una posizione che tenga conto della variazione locale del deflusso idrico sotterraneo indotto dal diaframma da realizzare, ed un piezometro a monte;
- e) l'eventuale gestione dei materiali da scavo deve avvenire in conformità alle disposizioni previste dal DPR 120 del 13/06/2017 "Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell'art. 8 del DL 12/09/2014 n. 133, convertito, con modificazioni, dalla L 11/11/2017 n. 164";
- f) tutte le opere che comportano scavi e/o movimento terra devono svolgersi secondo le modalità riportate nel parere prot. 25901/2017 della Soprintendenza ABAP di Salerno e Avellino;
- g) trattandosi d'area sismica il Comune di Moio della Civitella deve adottare tutte le misure progettuali ed esecutive previste dalla specifica normativa regionale e nazionale in materia;
- h) i lavori devono essere eseguiti in conformità al progetto allegato all'istanza a firma dei tecnici progettisti ed in particolare, recependo tutte le prescrizioni riportate nella relazione geologica;
- i) le acque meteoriche e superficiali, comunque presenti in zona, devono essere raccolte e convogliate come previsto nei grafici allegati al progetto, ad evitare che il loro mancato allontanamento possa essere causa di dissesto idrogeologico;
- j) è fatto obbligo al comune di Moio della Civitella di trasmettere su supporto informatizzato, alla UOD Autorizzazioni Ambientali e Rifiuti Salerno, alla Provincia di Salerno e all'ARPAC Dipartimento Salerno, ogni variante o modifica, aggiornamento, integrazione, miglioria a vario titolo proposta rispetto al progetto operativo approvato, compreso il progetto esecutivo e le migliorie eventualmente ottenute in sede di gara, così come previsto dall'art. 4 comma 1 lett. d) delle Norme Tecniche di Attuazione approvate con DGR n. 417 del 27/06/2016;
- k) gli interventi di bonifica e messa in sicurezza permanente devono essere realizzati da Ditte regolarmente iscritte all'Albo Nazionale Gestori Ambientali come previsto dall'art 212, comma 5 del Dlgs 152/06.

4. OBIETTIVI DA RAGGIUNGERE

L'articolo 240 del D.Lgs. 152/2006 Parte IV — Titolo V, alla lettera p del comma 1, definisce la bonifica: "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 concentrazioni soglia di rischio (CSR)".

L'Allegato 3 alla Parte IV — Titolo V del D.Lgs. 152/2006 (CRITERI GENERALI PER LA SELEZIONE 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 D'INTERVENTO A COSTI SOPPORTABILI), in merito agli interventi di bonifica, specifica che:

"La bonifica di un sito inquinato è finalizzata ad eliminare l'inquinamento delle matrici ambientali o a ricondurre le concentrazioni delle sostanze inquinanti in suolo, sottosuolo, acque sotterranee e superficiali, entro i valori soglia di contaminazione (CSC) stabiliti per la destinazione d'uso prevista o ai valori di concentrazione soglia di rischio (CSR) definiti in base ad una metodologia di analisi di rischio condotta per il sito specifico sulla base dei criteri indicati nell'allegato 1".

"Gli obiettivi di bonifica o della messa in sicurezza permanente sono determinati mediante un'analisi di rischio condotta per il sito specifico secondo i criteri di cui all'allegato 1, e devono tener conto della specifica destinazione d'uso prevista."

Sempre nel succitato Allegato 3, la bonifica, il ripristino ambientale e la messa in sicurezza permanente, sono considerati "interventi definitivi da realizzarsi sul sito non interessato da attività produttive in esercizio, al fine di renderlo fruibile per gli utilizzi previsti dagli strumenti urbanistici".

In sintesi, gli obiettivi da conseguire con gli interventi di bonifica e messa in sicurezza sono:

- valori delle concentrazioni degli analiti specificati nel Decreto Dirigenziale n. 87 del 19 Maggio 2016 — A.G.C. 05, minori o uguali alle Concentrazioni Soglia di Rischio (CSR) fissate dall'Analisi di Rischio Sito—specificata, e conformi alle prescrizioni contenute nel decreto di approvazione;
- messa in opera di misure di sicurezza, al fine di impedire la migrazione degli inquinanti all'esterno dell'area oggetto dell'intervento;
- efficienza di sistemi, tecnologie, strumenti e mezzi utilizzati sia durante l'esecuzione che al termine delle attività di bonifica.

Nel caso della ex discarica di Moio della Civitella in loc.tà Retara gli esiti dell'Analisi di Rischio Sanitario e Ambientale Sito—specificata, approvata con il Decreto Dirigenziale n. 87 del 19 Maggio 2016 dell'A.G.C. 05 — Ecologia, Tutela dell'Ambiente, Disinquinamento, Protezione Civile — Settore Provinciale Ecologia, Tutela dell'Ambiente, Disinquinamento, Protezione Civile — Salerno, hanno fissato come obiettivo di bonifica le seguenti Concentrazione Soglia di Rischio (CSR) delle sostanze contaminanti ritrovate nella **matrice ambientale falda**:

ANALITA	CONCENTRAZIONE SOGLIA DI RISCHIO (CSR)
Ferro	200 µ/l
Manganese*	Valore che sarà riscontrato nel piezometro a valle
Solfati	250 mg/l

** relativamente all'analita Manganese, atteso il superamento delle CSC anche nel piezometro PZC situato a monte idrogeologico del corpo dei rifiuti, si ritiene di assumere quale obiettivo di bonifica il valore che sarà riscontrato nel campione di acque sotterranee prelevato in detto piezometro a valle degli interventi di bonifica*

5. SCELTE PROGETTUALI

Alla luce di quanto esposto nei paragrafi precedenti la scelta delle tecniche per la bonifica e messa in sicurezza permanente della discarica in oggetto è caduta sui seguenti interventi:

- tipologia d'intervento: **Interventi in situ**: effettuati senza movimentazione e/o rimozione del suolo
- tecnologia di bonifica: **Contenimento**: interventi mirati ad impedire la diffusione della contaminazione verso potenziali recettori:
 - isolamento superficiale orizzontale;
 - Isolamento perimetrale verticale.

Le scelte sono state optate ai fini della economicità, efficienza ed efficacia, in quanto i rifiuti non vengono rimossi dal sito, sia per i potenziali pericoli derivanti dalla movimentazione e trasporto, sia per la distanza e la disponibilità di siti idonei dove conferirli.

Pertanto il contenimento del corpo dei rifiuti, mediante l'esecuzione del capping orizzontale e della barriera fisica perimetrale verticale, è necessario per l'eventuale migrazione e/o contatto dei contaminati rilevati nell'area in oggetto.

Per il principio della massima tutela sarà realizzato un diaframma verticale da integrare con la tecnica del capping, al fine di ottenere l'isolamento completo della discarica e mettere in sicurezza la falda.

Tale opera, ha lo scopo di incapsulare il corpo discarica e di impedire, o quantomeno ridurre al massimo, la propagazione degli inquinanti nell'ambiente, isolando idraulicamente e in modo adeguato la zona contaminata.

6. COMPATIBILITA' AMBIENTALE DEGLI INTERVENTI

L'area oggetto di intervento è ubicata all'interno della perimetrazione del Parco Nazionale del Cilento, Vallo di Diano e Alburni e ricade in zona "C2 Zone di Protezione", pertanto è assoggettata al vincolo ambientale di cui alla L. 42/2004 e s.m.i.

L'intervento di bonifica e messa in sicurezza permanente proposto sarà eseguito nel rispetto dei criteri sanciti dalla normativa vigente in materia (Dlgs 152/06 e s.m.i.) sia per quanto attiene alle tecnologie che all'esecuzione delle opere d'arte adoperate, compatibilmente con i vincoli di tutela ambientale presenti per l'area.

Al fine di limitare gli impatti sull'ambiente saranno adottati, in linea di massima, i seguenti criteri:

- Adozione di tecniche di bonifica tendenti a trattare e riutilizzare il suolo nel sito, trattamento in-situ ed on-site, con conseguente riduzione dei rischi derivanti dal trasporto e messa a discarica di terreno inquinato;
- 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.
- 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 alle opere da realizzare;
- Eseguire interventi di nuova piantumazione di alberature ed essenze arboree autoctone per consentire un migliore inserimento nel contesto naturale;
- Effettuare opere di consolidamento degli impluvi naturali esistenti e delle scarpate mediante l'utilizzo di tecniche di ingegneria naturalistica.

Per quanto attiene agli aspetti legati all'inserimento dell'opera nel contesto naturale circostante, si precisa che :

- gli invasi di discarica saranno confinati con una recinzione perimetrale costituita da muretto in c.a. atto al contenimento del capping di altezza media pari a 1,20 ml, e soprastante recinzione in pannelli grigliati elettroforgiati, per un'altezza complessiva pari a ml. 2,00 dal p.c., come prescritto dalla vigente normativa, e, al fine di mitigare l'impatto visivo e l'inserimento nel contesto naturale, si provvederà alla piantumazione di una siepe perimetrale di essenze autoctone (lauro) ed al rivestimento dei muretti con pietra locale;
- l'invaso sarà ricoperto con un primo strato di terreno vegetale di spessore 70 cm ed un successivo strato di terreno di coltivo di spessore 30 cm, come prescritto dalla vigente normativa di settore, idoneo all'uso previsto ed in possesso delle necessarie certificazioni attestanti l'assenza di specie infestanti;
- la viabilità esterna al sito (pista di servizio perimetrale e strada di accesso) sarà eseguita, previa realizzazione del sottofondo in misto granulare stabilizzato con legante naturale, in battuto di terreno naturale e soprastante strato in ghiaia a secco, limitando al minimo possibile le movimentazioni di terreno e consentendo una migliore integrazione nel contesto;
- per ottenere il definitivo inserimento dell'opera nel contesto naturale la superficie dell'area confinata sarà completata con la piantumazione a prato e le aree esterne perimetrali saranno piantumate con alberature sempreverdi di medio fusto.

In recepimento alle prescrizioni contenute nel Decreto di approvazione del progetto operativo, si precisa che:

- **si provvederà alla piantumazione di specie arboree adulte contestualmente alla realizzazione delle opere di completamento e finitura;**
- **al fine di mitigare l'impatto visivo della recinzione perimetrale nel contesto naturale, ottemperando, al contempo, agli obblighi normativi ed alle esigenze tecnico-economico-esecutive si provvederà alla piantumazione della siepe perimetrale sul lato esterno della recinzione, utilizzando, come detto in precedenza, idonee specie arbustive di età adulta, atte a fornire una adeguata schermatura del muretto perimetrale rivestito in pietra locale con ricorsi orizzontali.**

Per quanto attiene alle opere di sistemazione esterna, si precisa che l'area ricade in zona classificata a pericolosità da frana reale P2 - Media e rischio da frana R2 - Media ed è assoggettata al vincolo idrogeologico; pertanto l'esecuzione delle necessarie opere di sistemazione esterna per la corretta regimentazione delle acque è stata progettata anche nel rispetto delle caratteristiche ambientali del luogo, in maniera da limitare al minimo gli interventi invasivi, rispettare il naturale deflusso delle acque meteoriche esistenti e consentire la stabilizzazione del terreno e delle scarpate.

Gli interventi a farsi saranno eseguiti con l'ausilio delle tecnologie dell'ingegneria naturalistica e riguarderanno :

- sistemazione degli impluvi esistenti a monte e valle del sito mediante l'esecuzione di una canaletta in legno e pietrame di altezza media 80 cm, realizzata con le tecnologie dell'ingegneria naturalistica;
- esecuzione di un canale di raccolta e deflusso delle acque meteoriche disposto perimetralmente all'invaso di discarica, ed integrato nella rete di deflusso naturale esistente, da eseguirsi con canalette in legno e pietrame di medesima tipologia di quelle precedentemente descritte;
- sistemazione dell'impluvio esistente posto a Nord-Est del sito, in cui confluiranno le acque meteoriche provenienti dall'invaso di discarica e quelle raccolte nel canale perimetrale, mediante sistemazione del fondo con materassi reno e protezioni spondali antierosive con geostuoie tridimensionali rinverdate con talee di essenze arbustive autoctone;
- esecuzione di gabbionate rinverdate per la stabilizzazione e contenimento del terreno, da attestare alla profondità media di 2,00 ml e con sommità alla quota del piano di campagna, da ubicare nella zona prossima alla strada provinciale e nella porzione centrale di maggiore profondità dell'impluvio naturale di deflusso principale (cfr. grafici di progetto);

- esecuzione della rete di deflusso delle acque meteoriche provenienti dal capping mediante tubazioni interrato e pozzetti di ispezione opportunamente dimensionati, in modo da separare ed alleggerire il carico di dislivello e garantire una migliore stabilità all'area.

Per quanto non meglio specificato si rimanda agli elaborati progettuali.

7. CRITERI DI ACCETTAZIONE DEI RISULTATI

Come prescritto dall'Allegato 3 al Titolo V - Parte IV del D.Lgs. 152/2006, il collaudo degli interventi di bonifica/messa in sicurezza permanente dovrà valutare la rispondenza tra il progetto definitivo-esecutivo e la realizzazione in termini di:

- raggiungimento delle concentrazioni soglia di contaminazione (CSC) o di concentrazioni soglia di rischio (CSR) in caso di intervento di bonifica;
- efficacia delle misure di sicurezza in caso di messa in sicurezza permanente, in particolare di quelle adottate al fine di impedire la migrazione degli inquinanti all'esterno dell'area oggetto dell'intervento;
- efficienza di sistemi, tecnologie, strumenti e mezzi utilizzati per la bonifica/messa in sicurezza permanente, sia durante l'esecuzione che al termine delle attività di bonifica e ripristino ambientale o della messa in sicurezza permanente.

8. DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI DI PROGETTO

Oltre che al raggiungimento degli obiettivi di bonifica succitati, le opere previste in progetto mirano a soddisfare i seguenti obiettivi tecnici:

- facilitare il deflusso regimato delle acque meteoriche verso il punto di raccolta ed il successivo recapito nell'impianto naturale esistente, limitando la penetrazione nel terreno di un volume di acqua non superiore alla capacità di campo, tanto da limitare e non sovraccaricare la funzione di smaltimento dello strato drenante previsto;
- garantire la stabilità generale del rilevato attraverso un intervento generalizzato di inerbimento di tutte le superfici, tale da proteggere rapidamente le superfici meno declivi da fenomeni di ruscellamento e ristagno idrico e quelle più acclivi da erosione localizzata;
- riproporre consociazioni vegetali e loro disposizione spaziale secondo il contesto esistente circostante;
- consentire l'accessibilità e la percorribilità dell'area, attraverso un sistema di percorsi, idoneo sia alle esigenze di manutenzione che di eventuale futuro riuso.

Gli interventi a farsi si suddividono in interventi di Bonifica e Messa in Sicurezza, Opere Murarie ed Impiantistiche, Opere di Regimentazione delle acque superficiali e di drenaggio, Opere di Ripristino Ambientale e Sistemazione Esterna.

A conclusione delle attività è prevista un'attività di monitoraggio e controllo analitico per la verifica del raggiungimento degli obiettivi di bonifica.

Dal punto di vista tecnico l'intervento consiste nella realizzazione di un insieme di opere finalizzate all'isolamento della fonte di contaminazione (corpo dei rifiuti) rispetto alle vie di migrazione dei contaminanti (falda acquifera sotterranea), mediante l'esecuzione di una barriera impermeabile verticale da posizionare lungo il perimetro del sito ed il confinamento orizzontale del corpo dei rifiuti con l'esecuzione di un capping.

A completamento dell'opera si prevede l'esecuzione di tutte le opere murarie correlate, della esecuzione di una recinzione perimetrale che racchiuda interamente il sito, di un adeguato sistema di regimentazione delle acque superficiali, dell'esecuzione degli impianti tecnologici, delle opere di riqualificazione ambientale dell'area esterna, della sistemazione del canale a giorno di deflusso delle acque meteoriche esistenti con idonee opere di ingegneria naturalistica, e della predisposizione di un adeguato piano di monitoraggio per la verifica analitica post operam del raggiungimento degli obiettivi di bonifica.

In recepimento alle prescrizioni contenute nel Decreto di approvazione del progetto operativo, si ribadisce che:

- devono essere realizzati tutti gli interventi di rimozione del percolato, eventualmente presente, prima della realizzazione del capping superficiale;
- per il monitoraggio delle acque di falda è necessario collocare almeno due piezometri a valle della discarica e posti in una posizione che tenga conto della variazione locale del deflusso idrico sotterraneo indotto dal diaframma da realizzare, ed un piezometro a monte;
- l'eventuale gestione dei materiali da scavo deve avvenire in conformità alle disposizioni previste dal DPR 120 del 13/06/2017 "Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell'art. 8 del DL 12/09/2014 n. 133, convertito, con modificazioni, dalla L 11/11/2017 n. 164";
- tutte le opere che comportano scavi e/o movimento terra devono svolgersi secondo le modalità riportate nel parere prot. 25901/2017 della Soprintendenza ABAP di Salerno e Avellino;
- trattandosi d'area sismica il Comune di Moio della Civitella deve adottare tutte le misure progettuali ed esecutive previste dalla specifica normativa regionale e nazionale in materia;
- i lavori devono essere eseguiti in conformità al progetto allegato all'istanza a firma dei tecnici progettisti ed in particolare, recependo tutte le prescrizioni riportate nella relazione geologica;
- le acque meteoriche e superficiali, comunque presenti in zona, devono essere raccolte e convogliate come previsto nei grafici allegati al progetto, ad evitare che il loro mancato allontanamento possa essere causa di dissesto idrogeologico;
- gli interventi di bonifica e messa in sicurezza permanente devono essere realizzati da Ditte regolarmente iscritte all'Albo Nazionale Gestori Ambientali come previsto dall'art 212, comma 5 del Dlgs 152/06.

Gli interventi a farsi posso essere così riassunti :

8.1 Opere preliminari

La prima fase dei lavori riguarderà la preparazione dell'area di intervento mediante il livellamento delle superfici da eseguirsi con l'ausilio di appositi mezzi meccanici cingolati o gommati, e la pulizia delle zone immediatamente limitrofe al sito mediante scerbatura meccanica e manuale degli arbusti, l'esecuzione delle piste di servizio e della viabilità di cantiere, la realizzazione delle aree di stoccaggio, lavorazione e presidi mobili.

Contestualmente si darà inizio alle operazioni di monitoraggio ante operam, provvedendo al :

- prelievo ed analisi di composti chimici per la valutazione della qualità dell'aria;
- prelievo ed analisi di campioni di acque di falda dai piezometri;
- prelievo ed analisi di emissioni gassose da piezometri;
- rilievo topografico per la verifica del corpo di discarica.

8.2 Esecuzione del diaframma plastico (Messa in sicurezza permanente della falda acquifera) .

Per il principio della massima tutela sarà realizzato un diaframma verticale da integrare con la tecnica del capping, al fine di ottenere l'isolamento completo della discarica e mettere in sicurezza la falda.

Tale opera ha lo scopo di incapsulare il corpo discarica e di impedire, o quantomeno ridurre al massimo, la propagazione degli inquinanti nell'ambiente, isolando idraulicamente e in modo completo la zona contaminata.

L'obiettivo di contenimento dei fluidi contaminati può essere raggiunto solo assicurando la continuità della barriera a bassa permeabilità ed il completo ammortamento della barriera in uno strato impermeabile.

La scelta di operare una cinturazione verticale lungo l'intero perimetro del sito deriva dalla necessità di garantire una efficace impermeabilizzazione dell'invaso atta ad evitare la contaminazione della falda, in considerazione del fatto che i corpi di rifiuti risultano abbancati direttamente sul suolo e non esiste alcuna protezione o impermeabilizzazione (ad es. telo impermeabile). Inoltre, in relazione alla circolazione idrica sotterranea ed ai litotipi presenti, si precisa che la cinturazione perimetrale del sito fornisce una migliore garanzia in merito all'isolamento dei rifiuti rispetto ai flussi di falda, come meglio dettagliato nella relazione geologica allegata.

Considerando l'ubicazione del corpo di discarica e dei litotipi presenti nell'area oggetto d'intervento, nell'ottica di raggiungimento degli obiettivi di bonifica e per garantire l'efficacia degli interventi proposti, nonché tenuto conto che è



altamente probabile che la circolazione idrica sotterranea intercetti il corpo di discarica sui tre lati (NW-SW-SE), si ritiene necessaria la cinturazione impermeabile verticale completa dell'intera area.

Infatti, dagli studi effettuati si rileva che la giacitura della formazione flyschoidale appare caotica, fratturata e di difficile interpretazione, rendendo altamente probabile che il flusso di falda provenga da più direzioni, ed inoltre, l'area di discarica giace in una zona depressa rispetto ai tre lati suddetti.

La scelta progettuale della esecuzione della cinturazione perimetrale, deriva anche da una motivazione di tipo strutturale, in quanto nella zona a valle, nei primi metri sono presenti litotipi con scarse proprietà geotecniche che non garantiscono un'adeguata stabilità della struttura in elevazione della recinzione. L'esecuzione della barriera costituisce quindi una idonea struttura di sottofondazione atta a contenere le spinte provenienti dall'orografia del terreno e dal capping.

La sua realizzazione prevede lo scavo di una trincea continua, mediante sostegno delle pareti, con una miscela autoindurente; la miscela di sostegno è lasciata indurire nello scavo per effetto della idratazione del cemento. Si forma una massa impermeabile della consistenza di una argilla compattata.

Gli spessori della barriera impermeabilizzante risultano dell'ordine di 0,5-1,2 m, con coefficienti di permeabilità non inferiori a 10^{-8} m/s., le massime profondità raggiungibili risultano pari a circa 30 m, utilizzando normali attrezzature di scavo. Essendo la miscela impermeabile a consistenza semi-rigida, il diaframma può essere realizzato anche in aree a forte pendenza.

La soluzione progettuale adottata sarà quella di realizzare un diaframma dello spessore medio di 50 cm e una profondità media di 9,00 m dal piano di riferimento, per un lunghezza di ca. 253 metri lineari, posizionata lungo l'intero perimetro del corpo rifiuti (cinturazione), da eseguirsi con l'impiego di macchina operatrice dotata di benna mordente e l'ausilio di attrezzature per palificazioni trivellate.

Caratteristiche della miscela

La miscela plastica autoindurente con cui si realizzerà il diaframma sarà costituita da un premiscelato composto da leganti minerali quali cementi speciali, componenti argillosi, loppe d'altoforno e additivi vari, con composizione preliminarmente verificata e mantenuta costante nel corso della lavorazione.

Il fango plastico, prelevato all'impianto di confezionamento, dovrà presentare le seguenti caratteristiche:

- Viscosità Marsh $40 \div 55$ s (secondo UNI 11152 Parte 13 oppure DIN V 4126-100)
- Decantazione dopo 2 ore $< 3\%$ (secondo UNI 11152 Parte 11 oppure DIN V 4126-100)
- Densità $1,20 \text{ g/cm}^3$ (secondo UNI 11152 Parte 6 oppure DIN V 4126-100)

La sospensione solidificata dovrà presentare le seguenti caratteristiche:

- Resistenza alla compressione semplice dopo 28 giorni $0,8 - 1,2 \text{ N/mm}^2$ (secondo UNI 11152 Parte 21 – UNI EN 196-1 prisma $40 \times 40 \times 160$ - DIN V 4126-100)
- Permeabilità in cella triassiale dopo 28 giorni $\leq 5 \times 10^{-10} \text{ m/s}$ (secondo DIN 18130 parte 1)
- Permeabilità in cella triassiale dopo 90 giorni $\leq 5 \times 10^{-11} \text{ m/s}$

Le specifiche tecniche ed i dettagli esecutivi sono riportati nella sezione dedicata del Capitolato Speciale d'Appalto, cui si rimanda.

Conglomerato cementizio

Il cemento impiegato per il confezionamento del calcestruzzo allo stato fresco sarà del tipo II A/LL-42,5 ad alta resistenza ai solfati. La definizione di dettaglio risulta dall'allegata sezione dedicata del Capitolato Speciale d'Appalto, cui si rimanda.

Attrezzature

Le attrezzature da utilizzare per l'esecuzione della barriera, meglio dettagliate nella parte dedicata del capitolato speciale d'appalto, saranno in linea generale :

- *Escavatori e minipale*
- *Benne mordenti*
- *Idrofresa*
- *Impianto di depurazione e recupero dei fanghi*

Modalità di esecuzione

Le modalità esecutive dello scavo sono descritte in dettaglio nella sezione dedicata del capitolato speciale d'appalto, e vengono sinteticamente riassunte in :

Scavo con benna mordente

Lo scavo con benna mordente sarà eventualmente eseguito in presenza di fango bentonitico in quiete. Le lunghezze dei singoli elementi di scavo (pannelli) dovranno essere indicate in funzione delle esigenze costruttive dell'opera, della natura del terreno, della profondità di scavo, della sicurezza delle opere adiacenti, e tenendo conto delle dimensioni caratteristiche degli attrezzi di scavo. In ogni caso, la lunghezza massima (intesa come sviluppo in pianta) di ogni singolo pannello non potrà superare i 6 m.

Durante la perforazione, il livello del fango dovrà costantemente essere mantenuto in prossimità del piano di lavoro. Nel caso di improvviso franamento, con o senza perdita di fango bentonitico, lo scavo verrà immediatamente riempito con calcestruzzo magro.

Durante l'esecuzione dello scavo dovranno essere presi tutti gli accorgimenti ragionevoli al fine di prevenire la fuoriuscita del fango bentonitico al di là delle immediate vicinanze della zona di scavo.

Al termine della perforazione si dovrà procedere all'accurata rimozione dei detriti rimasti sul fondo nonché alla sostituzione parziale od integrale del fango per ricondurlo alle caratteristiche prescritte per l'esecuzione del getto:

- il contenuto in sabbia del fango non dovrà essere superiore al 5%;
- la densità non potrà superare 1,15 t/m³.

Scavo con idrofresa

Nelle prime fasi di scavo è previsto l'utilizzo della benna mordente, almeno fino al raggiungimento della profondità necessaria per il funzionamento della pompa di circolazione del fango incorporata nell'idrofresa. La seconda attrezzatura (idrofresa) sarà impiegata in successione, per profondità di scavo superiori, fino al raggiungimento della quota di progetto.

Le due attrezzature, dunque, costituiranno un unico gruppo di scavo. In relazione alla natura dei litotipi presenti, si potrà effettuare un pre-scavo oltre la profondità minima richiesta per l'innescio della circolazione inversa del fango bentonitico, ottimizzando i tempi di impiego delle due attrezzature ai fini di un corretto e rapido completamento dello scavo.

Tutti i materiali di risulta provenienti dallo scavo per l'esecuzione della barriera impermeabile dovranno essere trattati in conformità alle vigenti disposizioni normative in materia ed il loro eventuale riutilizzo in sito dovrà essere soggetto alla redazione di tutte le analisi, i controlli e modalità di validazione ed approvazione previsti dalla norma, con ogni costo a carico dell'appaltatore, compreso gli oneri per lo smaltimento ed il trasporto a rifiuto in discarica autorizzata dei materiali eventualmente non riutilizzabili in sito.

Controllo della verticalità

Per il controllo della verticalità dello scavo, e quindi dei pannelli, saranno utilizzati sistemi la cui precisione è commisurata alle profondità dei pannelli ed all'importanza dell'opera. Di norma potranno essere utilizzati inclinometri biassali da fissare sull'utensile di scavo, in modo da avere il controllo della perforazione a varie profondità.

Poiché l'inclinometro non dà indicazioni circa l'eventuale rotazione del pannello, si provvederà, ove richiesto dal progetto o dalla Direzione Lavori, a misure più precise o integrative quali:

- rilievo della geometria del pannello mediante sonda ad ultrasuoni (tipo sistema KODEN);
- rilievo della rotazione mediante controllo della posizione delle funi di sospensione di un "pendolo" di massa non inferiore a 2000 kg, a forma di parallelepipedo a base quadrata, il cui lato è pari allo spessore del pannello meno 5 cm.



Sia la sonda che il pendolo saranno fatti discendere in corrispondenza delle estremità del pannello da misurare. Le misure saranno eseguite in risalita.

Getto del calcestruzzo

Prima del getto si provvederà alla sostituzione del fango di perforazione fino al raggiungimento dei prescritti valori del contenuto in sabbia.

Per la rimonta del fango di perforazione da sostituire prima del getto, si potrà utilizzare uno dei seguenti sistemi:

- eiettore (air lifting);
- pompa sommersa per fanghi;
- pompa-vuoto applicata in testa al tubo-getto.

Nel caso di scavo con idrofresa l'eventuale dissabbiamento, se necessario, sarà condotto mantenendo l'utensile a fondo foro e prolungando la circolazione inversa del fango.

Il getto del calcestruzzo avverrà impiegando il tubo di convogliamento. Esso sarà costituito da sezioni non più lunghe di 3,00 m di tubo in acciaio avente diametro interno 20-26 cm. L'interno del tubo sarà pulito, privo di irregolarità e strozzature.

Le giunzioni tra sezione e sezione saranno del tipo filettato, senza manicotto (filettatura in spessore) o con manicotti esterni che comportino un aumento di diametro non superiore a 2,0 cm; sono escluse le giunzioni a flangia.

Il tubo sarà provvisto, all'estremità superiore, di una tramoggia di carico avente una capacità di almeno 0,5-0,6 mc, e mantenuto sospeso da un mezzo di sollevamento.

Prima di installare il tubo getto sarà eseguita una ulteriore misura del fondo foro; qualora lo spessore del deposito superi i 20 cm si provvederà all'estrazione della gabbia d'armatura ed alle operazioni di pulizia.

Il tubo di convogliamento sarà posto in opera arrestando il suo piede a 30-60 cm dal fondo della perforazione; al fine di evitare azioni di contaminazione/dilavamento del primo calcestruzzo gettato, prima di iniziare il getto si disporrà entro il tubo, in prossimità del suo raccordo con la tramoggia, un tappo formato da un involucro di carta riempito con vermiculite granulare o palline di polistirolo.

Durante il getto il tubo convogliatore sarà opportunamente manovrato per un'ampiezza di 20-30 cm, in modo da favorire l'uscita e la risalita del calcestruzzo.

Previa verifica del livello raggiunto, utilizzando uno scandaglio metallico a fondo piatto, il tubo di convogliamento sarà accorciato per tratti successivi nel corso del getto, sempre conservando un'immersione minima nel calcestruzzo di 2,5 m e massima di 6 m.

Il getto di un pannello dovrà comunque essere completato in un tempo tale che il calcestruzzo rimanga sempre lavorabile nella zona di rifluimento.

In presenza di pannelli di lunghezza superiore a 4 m, o forma tale da richiedere l'impiego di due o più tubi getto, questi dovranno essere alimentati in modo sincrono per assicurare la risalita uniforme del calcestruzzo.

Per nessuna ragione il getto dovrà venire sospeso prima del totale riempimento del pannello. A pannello riempito il getto sarà proseguito fino alla completa espulsione del calcestruzzo contaminato dal fango di bentonite.

Modalità costruttiva

La buona esecuzione dei diaframmi impone un rigido controllo delle modalità costruttive, nonché controlli da realizzarsi in corso d'opera per validare quest'ultimo.

Preliminarmente alla realizzazione del diaframma, si devono eseguire le seguenti lavorazioni:

- Pulizia dell'area;
- Individuazione di sottoservizi;
- Preparazione piste per automezzi ;

Si procede quindi al tracciamento della linea guida dello scavo e si esegue l'escavazione con benna idraulica corredata da dispositivi di controllo della verticalità e l'ausilio di attrezzature per palificazioni trivellate da utilizzare nell'eventualità di rinvenimento di trovanti rocciosi . Lo scavo sarà eseguito con la presenza della miscela definitiva e autoindurente.

Dimensionamento della barriera

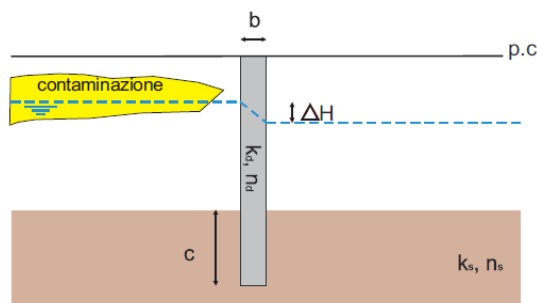
Lo spessore e la conducibilità idraulica della barriera devono rispettare alcuni criteri che possono essere derivati dal D.Lgs. n. 36 del 13 gennaio 2003 "Attuazione della direttiva 1999/31/CE relativa alle discariche di rifiuti".

Al fine di definire lo spessore della barriera e la profondità di penetrazione nel banco impermeabile si è proceduto al calcolo sulla base dei seguenti valori:

- Permeabilità della miscela calcestruzzo/ fume silica $K_d = 1 \cdot 10^{-8}$ cm/s

- Permeabilità del terreno di base argille $K_s = 1 \cdot 10^{-6}$ cm/s
- Battente idraulico tra l'interno della parte contaminata e l'ambiente: $\Delta H = 200$ cm
- Tempo di migrazione del contaminante attraverso il diaframma (da normativa) $t_d = 50$ anni
- Tempo di migrazione del contaminante sotto il diaframma (da normativa) $t_v = 150$ anni

In riferimento allo schema sottostante sono state utilizzate le seguenti formule per giungere ai valori sotto riportati:



- spessore del diaframma: b (cm) $C = \sqrt{t_d * K_d * \Delta H} = \sqrt{50 * 31536000 * 10^{-8} * 200} = 50$ cm ca.
- profondità di ammorsamento del diaframma nel terreno di base $C = \frac{-b \pm \sqrt{K_v * \Delta H * t_v}}{2} =$
 $x = \frac{-50 \pm \sqrt{150 * 31536000 * 10^{-6} * 200}}{2} = 450$ cm ca

I suddetti valori sono stati ricavati considerando cautelativamente un battente idraulico di 2.00 m. Poiché il substrato flyshoide è presente ad una profondità media di 5,00 ml dal p.c., l'ammorsamento della barriera dovrà avvenire ad una profondità media di ml. 4,50 nel substrato; pertanto la soluzione progettuale adottata sarà quindi quella di realizzare diaframmi dello spessore di 50 cm e per un profondità media di circa 9 ml dal p.c.

Verifiche sulla tenuta della barriera

Per quanto attiene alla verifiche in campo sulla tenuta della barriera si precisa che saranno eseguiti appositi controlli in corso d'opera sulla geometria del diaframma finalizzati a verificare che lo stesso sia costruito a regola d'arte ed in particolare :

- a) che l'immorsamento nello strato impermeabile basale sia conforme alla profondità prevista in fase progettuale;
- b) che il diaframma sia verticale.

Ad opere ultimate e previa l'esecuzione di due piezometri nella zona a monte della discarica all'interno ed all'esterno della barriera, si provvederà alla verifica della tenuta idraulica mediante test di stress idraulico consistente nell'esecuzione di una prova di pompaggio e nella valutazione dei livelli piezometrici all'interno ed all'esterno della barriera. L'andamento dei livelli e la relativa interpretazione consentirà di verificare:

- la rispondenza dei risultati ottenuti con i valori di conducibilità idraulica stimati in fase di caratterizzazione;
- l'assenza di variazione piezometrica nei piezometri esterni al sistema di isolamento a testimonianza dell'assenza di continuità idraulica tra il settore interno alla barriera e quello esterno.

Per la definizione di dettaglio sulle verifiche ed i controlli si rimanda alla sezione dedicata del capitolato Speciale d'Appalto.

8.3 Esecuzione recinzione perimetrale e preparazione rete di deflusso acque (canalette drenanti) .

Ultimate le operazioni per la realizzazione del diaframma plastico, si procederà all'esecuzione della recinzione perimetrale dell'invaso realizzando dei muretti in c.a. dell'altezza di ml. 1,20 fuori terra e soprastante recinzione con pannelli zincati in grigliato elettroforgiato per un'altezza complessiva di circa 2,00 ml. dal p.c., al fine di ottenere un'adeguata circoscrizione dell'invaso e consentire la successiva posa del capping. La struttura di fondazione della recinzione servirà, inoltre, alla chiusura della testa del sottostante diaframma plastico. La muratura della recinzione perimetrale sarà completata con il rivestimento in pietra locale lavorata ad opera incerta e sormontata da elemento di chiusura in cotto o altro materiale simile.

Contestualmente alla predetta fase di lavorazione si procederà alla preparazione della rete di canalizzazione e smaltimento delle acque superficiali, mediante l'esecuzione delle canalette drenanti, la posa dei pozzetti di ispezione e raccordo e la posa delle tubazioni microfessurate $\varnothing$ 200, disposte lungo il perimetro interno alla recinzione appena eseguita, e posizionate secondo le linee di progetto.

8.4 Messa in sicurezza permanente (CAPPING) .

Al termine delle operazioni di rimodellamento delle superfici si procederà alla loro sigillatura superficiale e copertura con terreno in modo da consentire il definitivo ripristino ambientale dell'area secondo le linee di progetto.

In particolare la copertura finale della discarica ha lo scopo di separare il rifiuto abbancato dall'ambiente circostante, impedendo il contatto con gli agenti atmosferici esterni e minimizzando l'infiltrazione dell'acqua e il rilascio di eventuale biogas nell'atmosfera. Inoltre la copertura finale permetterà la restituzione dell'area all'ambiente circostante dopo un adeguato periodo di tempo.

L'intervento di messa in sicurezza permanente sarà realizzato al fine di isolare in modo definitivo la fonte inquinante presente, costituita dai rifiuti solidi urbani che negli anni sono stati smaltiti nella discarica, rispetto alle matrici ambientali circostanti.

L'intervento consiste nella copertura definitiva (capping) dell'ex discarica utilizzando strutture multistrato che garantiscono completa impermeabilità all'infiltrazione di acque meteoriche, capacità di drenaggio delle acque superficiali, stabilità e adeguato supporto superficiale per garantire l'inerbimento e il ripristino ambientale conformemente all'habitat circostante.

L'intervento progettato consisterà nella messa in sicurezza permanente dell'intera area, con l'intervento di capping superficiale. In particolare, nelle zone perimetrali del corpo discarica caratterizzate da pendenze di una certa importanza, si terrà conto della particolarità morfologica, e avrà l'obiettivo di impermeabilizzare l'intera scarpata e di garantirne contemporaneamente la stabilità ed il corretto smaltimento delle acque meteoriche.

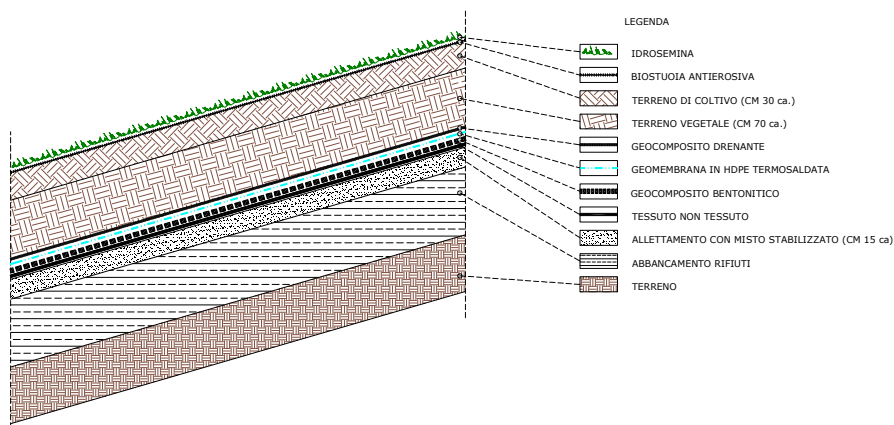
Lo strato di copertura previsto sarà realizzato secondo quanto prescritto dal Decreto Legislativo 13 gennaio 2003, n. 36.

La copertura superficiale finale risponderà ai seguenti criteri:

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

La stratigrafia della copertura finale (capping), partendo dal basso, sarà la seguente:

Capping Discarica - Particolare Stratigrafia



- ❖ Strato di fondazione in misto granulare stabilizzato per l'adeguamento morfologico delle superfici della discarica e per consentire la corretta posa in opera degli strati sovrastanti, per uno spessore medio di circa cm. 15;
- ❖ Telo in TNT;
- ❖ Telo in Geocomposito Bentonitico impermeabilizzante (materassino bentonitico) con funzione di rottura capillare;
- ❖ Telo impermeabile costituito da una geomembrana sintetica (HDPE) di spess. 2.0 mm;
- ❖ Geocomposito drenante (geotessile-georete-geotessile), dello spessore pari a 20 mm, con funzione di drenaggio delle acque di infiltrazione nel terreno di copertura, costituito da un'anima drenante in filamenti di polipropilene accoppiata a due filtri di geotessuto;
- ❖ Formazione di rilevato per uno spessore di cm. 70, da eseguirsi con terreno vegetale certificato per l'assenza di specie infestanti;

- ❖ Successivo strato di terreno di coltivo per uno spessore di cm. 30 certificato per l'assenza di specie infestanti;
- ❖ Biostuoia antierosiva, tipo Geojuta, avente la funzione di proteggere le scarpate, appena seminate, dall'azione battente della pioggia e favorire la crescita e sviluppo del manto erboso;
- ❖ Idrosemina a prato.

Al fine di garantire continuità degli strati costituiti da materiali "artificiali", gli stessi, in corrispondenza dei raccordi tra gli orizzonti costituenti i diversi pacchetti, verranno sovrapposti per una larghezza non inferiore a 40 cm, favorendo, nella scelta del senso della sovrapposizione, lo sgrondo delle acque d'infiltrazione.

8.4.1 Modalità esecutive di intervento

Di seguito si descrivono le modalità esecutive di ogni specifico intervento.

PREPARAZIONE SOTTOFONDO

Prima di procedere con la realizzazione del capping, sarà necessario preparare il sottofondo regolarizzandolo, al fine di garantire il livellamento dell'intera area di intervento.

La superficie sarà ripulita e liberata dall'eccesso di detriti e materiali estranei, rimuovendo eventuali asperità, sassi e radici. La regolarizzazione sarà realizzata mediante il riporto di materiale inerte per uno spessore variabile di circa 15 cm, in tal modo per realizzare un sottofondo stabile e fisicamente continuo, privo di eccessive variazioni di quota, di pendii eccessivamente acclivi, ideale per le successive fasi di intervento. Il materiale inerte dovrà essere opportunamente costipato e rullato per raggiungere una densità adeguata. Al termine dell'intervento di livellamento dell'intera area si procederà con la realizzazione degli interventi specifici di seguito riportati.

A protezione della geomembrana in HDPE dalle azioni meccaniche é, poi, necessaria la stesa di un telo di tessuto non tessuto. Il geotessile dovrà avere le seguenti caratteristiche:

Peso unitario non inferiore a 200 g/m²;
resistenza a trazione longitudinale e trasversale non inferiore a 15, 0 KN/m;
resistenza al punzonamento non inferiore a 2300 N;
Permeabilità verticale non inferiore a 80 l/m²/sec

Il geotessile dovrà essere marcato CE in conformità alle norme armonizzate pertinenti all'applicazione cui è destinato il prodotto.

La valutazione della conformità dei dati verrà effettuata tenendo conto dei dati medi indicati in scheda tecnica e delle tolleranze espresse sulle schede di marcatura CE.

L'accettazione del prodotto è subordinata alla presentazione alla DL della scheda tecnica del prodotto, del certificato di conformità CE alla norma indicata, del certificato di qualità aziendale del produttore; la fornitura dovrà essere accompagnata dalla scheda CE del prodotto, dalla dichiarazione di conformità secondo UNI EN ISO 17050.

Il geotessile dovrà essere posato secondo le indicazioni progettuali.

Durante la messa in opera della guaina impermeabile si dovrà porre estrema cura in modo da non danneggiarli in alcuna maniera.

IMPERMEABILIZZAZIONE CON GUAINA HDPE

Il manto sintetico impermeabile (sia a superficie liscia che strutturata) per l'impermeabilizzazione con materiale sintetico degli invasi di discarica sarà costituito da una membrana in polietilene ad alta densità (HDPE). Il produttore deve dichiarare l'origine (stabilimento di produzione), fornire certificato ISO 9001 rilasciato da un ente accreditato in uno stato della UE, fornire certificato di controllo di qualità per ogni rotolo, identificato con numero di matricola, contenente le prove eseguite realmente nel laboratorio del produttore.

Controllo di produzione

Il fornitore del foglio dovrà eseguire i controlli sulle caratteristiche del granulo per ogni partita omogenea prodotta. All'atto dello scarico del materiale in cantiere, il DL potrà chiedere campioni del materiale per l'effettuazione di test di laboratorio, preliminari all'accettazione del materiale stesso. Durante l'esecuzione dei lavori di impermeabilizzazione il

committente potrà prelevare dal cantiere campioni del materiale da sottoporre anche esse a test di laboratorio tendenti a verificare la costanza delle caratteristiche chimico fisiche del materiale stesso.

ESECUZIONE IMPERMEABILIZZAZIONI E STESURA TELI

Piano di posa dei teli

Prima dell'inizio di tutti i lavori, l'appaltatore dovrà fornire alla Direzione Lavori il piano di posa nel quale deve essere indicata la disposizione di tutti i teli ed il programma di posizionamento degli stessi.

Durante la posa del manto, l'appaltatore dovrà riportare la successione della disposizione dei singoli fogli, individuati dal numero di matricola del rotolo, nonché delle saldature effettuate. Inoltre, sullo stesso piano di posa, dovranno essere riportati i punti, la data ed i risultati dei collaudi.

Tecniche di saldatura dei teli

Saranno ammesse le seguenti tipologie di saldatura, che attualmente forniscono tutte le garanzie di una corretta esecuzione del lavoro:

- saldatura "a doppia pista"

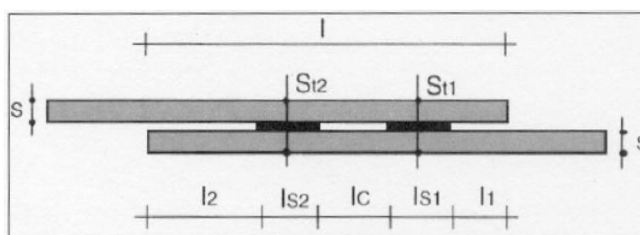
- saldatura "a cordone sovrapposto o ad estrusione" per le opere di riparazione e collegamento all'esistente.

Le saldature dovranno essere realizzate secondo le norme UNI 10567 1996, eseguite da specialisti qualificati con PATENTINO rilasciato dall'Istituto italiano della saldatura di Genova o da enti equivalenti dell'Unione Europea.

Saldatura a doppia pista

La saldatura a doppia pista consiste nel portare a fusione mediante cuneo caldo od aria calda due strisce dei fogli sovrapposti lasciando un canale intermedio per eseguire la prova a pressione. Il giunto saldato è caratterizzato dai parametri della figura sotto riportata

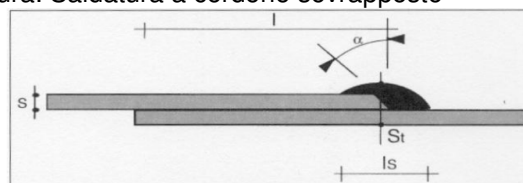
Figura: Saldatura a doppia pista



Saldatura a cordone sovrapposto

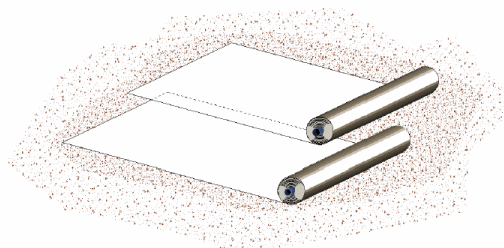
Brevi tratti di saldatura (riparazioni, raccordi, pareti a forte pendenza) possono essere eseguiti riportando il cordone di saldatura sovrapposto al giunto previa presaldatura di fissaggio ad aria calda delle pareti da unire e molatura della superficie dei fogli a contatto con il cordone di saldatura (v. fig. successiva).

Figura: Saldatura a cordone sovrapposto



POSA IN OPERA DEL TESSUTO NON TESSUTO

Il materiale va srotolato sul piano di posa rispettando un sormonto tra teli contigui di almeno 10 cm





Ai fini della impermeabilizzazione della zona la morfologia del terrapieno permette di contenere sterri e movimenti di materiale a favore di una ricopertura progressiva delle superfici, inizialmente con materiali impermeabilizzanti e successivamente con materiali drenanti.

La superficie, quindi, viene preventivamente regolarizzata ed omogeneizzata, per poter procedere, poi, alla stesa della guaina impermeabile in HDPE e successivo materassino bentonitico.

POSA DI STRATO DRENANTE

L'acqua meteorica d'infiltrazione, se non correttamente drenata e scorrendo attraverso il terreno di copertura, si accumula sullo strato impermeabile generando dannose sottopressioni. Al di sopra dello strato impermeabile, sarà steso uno strato drenante costituito da geosintetico, in grado di garantire capacità drenante di lungo periodo.

Il geosintetico sarà costituito da una struttura per il drenaggio planare con elemento filtrante su entrambi i lati. Tali manufatti saranno costituiti dall'accoppiamento per termosaldatura continua di anima drenante in monofilamenti estrusi a due strati in geotessile per separazione e filtrazione.

Il Geocomposito così ottenuto consentirà una perfetta filtrazione assicurando un'elevata trasmissività. Durante la messa in opera dello strato drenante, si dovrà porre estrema cura nel non danneggiare gli strati sottostanti. Si riporta di seguito la verifica del geocomposito per il drenaggio.

Verifica del geocomposito drenante

E' necessario provvedere al dimensionamento del geocomposito drenante, in quanto la direttiva europea 1999/31/CE relativa alle discariche controllate, recepita in Italia dal D.lgs. 13 gennaio 2003, n. 36, prevede l'impiego, come strato drenante, di un materiale granulare in grado di garantire che non si manifesti un battente idraulico al di sopra dello stesso. Per il calcolo di tale spessore, e della conducibilità idraulica, è necessario conoscere le caratteristiche di pioggia del sito, e la geometria. Per le caratteristiche di pioggia, si può far riferimento alle curve di possibilità climatica, da cui si può ricavare l'intensità della precipitazione, e quindi valutare la percentuale di acqua che effettivamente raggiungerà il geocomposito drenante (considerando le perdite per evapo-traspirazione, ruscellamento superficiale ed assorbimento del suolo).

Considerando che la posa in opera di uno strato drenante naturale, con elevati valori di conducibilità idraulica che sono caratteristici di questo strato, comporterebbe la necessità di conferire in discarica un materiale molto pregiato e costoso, molto difficilmente reperibile in tale quantità da una singola fonte e, quindi, di difficile controllo in cantiere, suggeriscono di valutare la possibilità di sostituire lo stesso con un materiale sintetico.

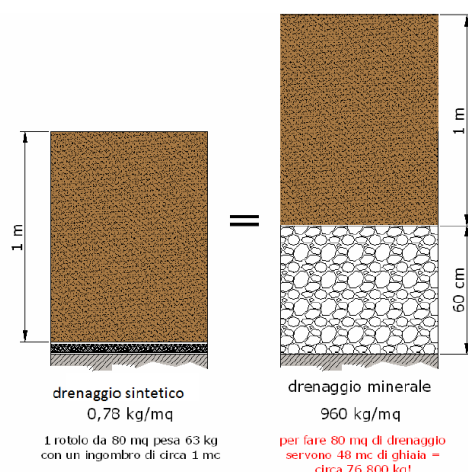
L'impiego di geocompositi drenanti consente di avere delle garanzie certificate sulla effettiva capacità di smaltimento delle acque del prodotto ed avente le medesime prestazioni dello strato drenante naturale. Inoltre, la copertura viene alleggerita, e quindi aumenta la stabilità dell'opera. Si propone quindi di sostituire il materiale granulare con un materiale sintetico costituito dall'accoppiamento di un geocomposito drenante costituito da una geostuoia (in polipropilene) tridimensionale accoppiata su entrambi i lati ad un geotessile non tessuto agugliato (in polipropilene alta tenacità).

Il flusso espresso tramite la legge di Darcy, per materiali granulare non è influenzato dal carico verticale applicato; al contrario, un geocomposito drenante sintetico ha caratteristiche di portata idraulica che sono fortemente legate allo stato di sollecitazione verticale cui è sottoposto.

La sollecitazione massima cui sarebbe sottoposto il materiale drenante è pari al peso del terreno riportato su di esso (1.00 m); il carico reale sarebbe pertanto al massimo pari a 20 kPa. Il materiale, tuttavia, deve infatti essere in grado di resistere alle sollecitazioni cui sarà sottoposto durante le operazioni di stesa del terreno sovrastante. E' necessario, inoltre, che le portate idrauliche siano disponibili anche per carichi applicati elevati, pari a quelli che potranno interessare la copertura durante le operazioni di stesa del terreno di coltivo (almeno fino a 100-200 kPa). Lo spessore del materiale, a seguito di applicazione di un carico pari a 100-200 kPa, non deve mai essere inferiore ai 5.00 mm, e comunque la riduzione di spessore tra 20 e 200 kPa non deve mai superare il 25% dello spessore iniziale. Se tali condizioni non sono verificate, il materiale non è in grado di assicurare la sua funzionalità nel tempo. Considerato il possibile transito di mezzi al di sopra dei materiali, è necessario che il materiale proposto abbia una resistenza a trazione minima che gli consenta di resistere ad eventuali sollecitazioni di taglio trasmesse dai mezzi d'opera. Un valore ragionevole per tale resistenza minima può essere assunto pari a 20.0 kN/m, con allungamenti del materiale al picco che siano contenuti entro il 50% (+/- 5%). Un ultimo requisito di base per il prodotto scelto sarà la sua assoluta

inerzia chimica. Devono quindi essere preferiti materiali costituiti da polimeri chimicamente inerti, le cui proprietà possono essere garantite nel tempo indipendentemente dalle condizioni di acidità-basicità del terreno.

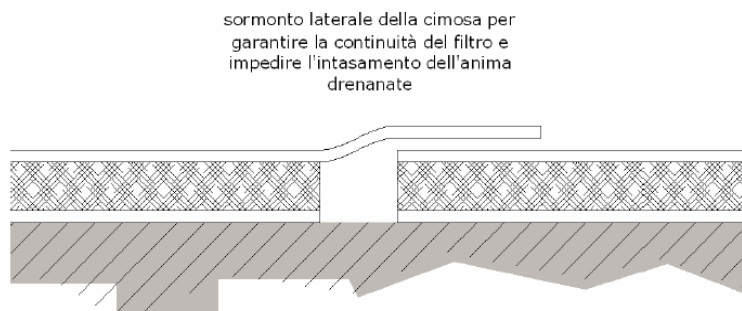
ESEMPIO DI SOSTITUZIONE DRENAGGIO MINERALE CON GEOCOMPOSITO DRENANTE



La presente equivalenza è stata dedotta ipotizzando la permeabilità della ghiaia pari a 10-2 m/s, peso di volume della ghiaia pari a 1600 kg/mc e il gradiente idraulico del geocomposito drenante pari a 0,1 (circa 6 gradi di inclinazione). Di seguito si riporta la verifica del drenaggio con utilizzo di geocomposito, con portata idraulica smaltibile pari 1,86E-03 m/sec, superiore al valore riscontrato nella verifica del drenaggio naturale (ghiaia e geotessile) pari a 1,24E-03.

Il Geocomposito drenante è costituito da una geostuoia tridimensionale in polipropilene accoppiata a due geotessili filtranti in polipropilene. Il geocomposito dovrà avere una massa areica di 930 g/mq (EN 9864), uno spessore sotto 2 kPa di 20.0 mm e una resistenza a trazione MD/CMD non inferiore a 19.0/19.0 kN/m (EN ISO 10319). La capacità drenante nel piano (EN ISO 12958 contatto morbido/rigido) dovrà essere non inferiore ai seguenti valori, con particolare riferimento alle condizioni di carico e gradiente più vicine a quelle di progetto.

La posa in opera, inoltre, di geocompositi risulta quindi più economica rispetto ad un drenaggio minerale. Per cui sotto queste condizioni il materiale impiegato è in grado di sostituire lo strato di materiale granulare indicato nel D.lgs. 36/2003.



REALIZZAZIONE STRATO DI TERRENO DI COPERTURA

A completamento dell'intervento si procede alla stesura, sull'intera area dalla mantellata con ricoprimento di un primo strato di terreno vegetale per uno spessore di 70 cm, opportunamente costipato e rullato per la successiva posa dello strato di completamento da eseguirsi con terreno di coltivo per uno spessore di 30 cm.

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		
	Buona	Moderata	Bassa
1. Tessitura USDA	Franco, franco sabbioso, franco limoso	Sabbia grossoiana franca, sabbia franca, sabbia fine franca, sabbia molto fine franca. Franco sabbioso argilloso, franco argilloso, franco argilloso limoso	Sabbia grossoiana, 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

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

I materiali di suolo impiegati per i restanti settanta centimetri dovranno rispondere ai requisiti qualitativi relativi alle classi di idoneità "Moderata" dello schema interpretativo riportati nella precedente tabella.

I materiali di suolo impiegati nel processo di costruzione delle coperture pedologiche dovranno essere caratterizzati da assenza di fitotossicità legata alla presenza di inquinanti inorganici e organici, da assenza di organismi patogeni ed inoltre privi di materiali estranei (frammenti di plastica, vetro, ferro, inerti...), e di residui macroscopici vegetali (radici, tronchi, rami ecc.).

Per favorire la crescita e lo sviluppo del manto erboso ed al contempo proteggere le scarpate appena seminate dall'azione battente della pioggia, si provvederà alla posa in opera di una biorete antierosione, del tipo geojuta, con una struttura a maglia rettangolare di apertura nominale 16 x 10 mm, completamente biodegradabile e con le seguenti caratteristiche : peso non inferiore a 500 g/m² (norma ASTM D 3776); resistenza a trazione non inferiore a 15 kN/m in direzione longitudinale e 15 kN/m in direzione trasversale; allungamenti non superiori al 8 % (norma ASTM D 4599).

8.4.2 Modalità di verifica

Per quanto attiene alle modalità di verifica e controllo del capping si rimanda alla sezione dedicata del capitolato Speciale d'Appalto.

8.5 Completamento rete di raccolta e smaltimento acque meteoriche .

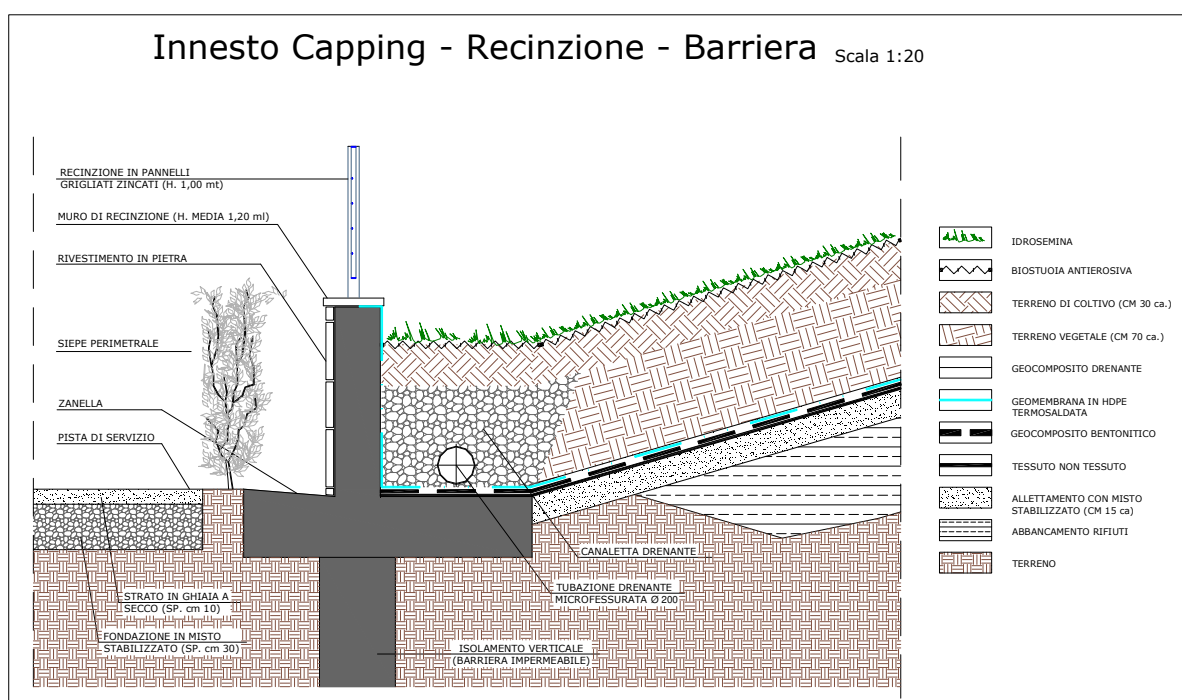
A seguito della copertura definitiva del corpo discarica con la realizzazione del pacchetto di copertura descritto precedentemente, si ridurrà in modo significativo la produzione di percolato e conseguentemente si aumenterà l'apporto di acque meteoriche di ruscellamento al recapito finale, tra l'altro con tempi di corrivazione assai limitati, stante la stratigrafia delle coperture che verranno realizzate.

Si prevede, pertanto, un sistema di allontanamento delle acque meteoriche di tipo passivo (canalette drenanti) che presenta i vantaggi di seguito evidenziati:

- ❖ trattasi di soluzione di tipo passivo: non necessita di energia elettrica in quanto lo scarico avviene per gravità;
- ❖ non necessita di controlli e manutenzioni frequenti, come viceversa si dovrebbe effettuare in caso di realizzazione del gruppo vasca-pompa di rilancio a causa dell'inevitabile sporcamento della vasca dovuto al trascinarsi di residui vegetali entro la stessa;
- ❖ non presenta problemi di odori dovuti al minimo ristagno di acque entro la vasca.
- ❖ presenta un costo di realizzazione sicuramente inferiore rispetto alle soluzioni precedentemente accennate con conseguenti risparmi per la collettività.

Si evidenzia, inoltre che, per il periodo di gestione post-operativa, non sussistono condizioni di particolare vulnerabilità ambientale correlate alle acque di ruscellamento, in quanto le stesse non avranno contatti con matrici inquinanti. Le

acque oggetto di scarico non risultano quindi, per loro natura e per la tipologia delle aree di scolo, soggette a particolari prescrizioni normative in contrasto con la soluzione progettuale prescelta.



Le acque superficiali di ruscellamento nell'area interna al capping saranno convogliate nella canaletta drenante posta lungo il perimetro interno della recinzione e confluiranno in un pozzetto di raccordo posto nella zona a valle, prima di essere introdotte nella linea esterna interrata di recapito finale nell'impiuvio esistente. Le canalette drenanti saranno costituite da drenaggi con pietrame a granulometria variabile per una larghezza e profondità di circa 1 ml, e saranno dotate di appositi pozzetti di ispezione delle dimensioni 70x70 collegati da tubazioni microfessurate interrate in PP Ø 200.

8.6 Realizzazione impianto di pubblica illuminazione .

L'impianto di pubblica illuminazione, considerata l'assenza di fornitura elettrica nell'area in questione, sarà realizzato mediante la messa in opera di n° 37 corpi illuminanti stradali fotovoltaici disposti su pali a singolo e doppio braccio secondo le linee riportate in progetto lungo il perimetro del sito, della stradina e del piazzale di accesso, al fine di garantire i requisiti illuminotecnici necessari.

8.7 Opere di ripristino ambientale e sistemazione esterna .

A seguito degli interventi di bonifica e messa in sicurezza permanente saranno effettuati interventi di ripristino ambientale per il reinserimento dell'area di discarica nel contesto naturale circostante, ottenuti mediante una serie di opere di ingegneria naturalistica e la piantumazione di idonee alberature con essenze tipiche della vegetazione locale.

Gli obiettivi generali che ci si prefigge di raggiungere con le opere di recupero e mitigazione in progetto sono i seguenti:

- ❖ reinserire la discarica, i manufatti connessi e le aree immediatamente circostanti nel contesto ambientale e paesaggistico, eliminando ogni elemento di discontinuità e di rottura con il territorio circostante;
- ❖ operare i necessari interventi di stabilizzazione dei terreni e delle scarpate limitrofe all'area di interesse ed eseguire una adeguata manutenzione dell'esistente linea di deflusso delle acque meteoriche (sistemazione degli impiuvi esistenti)
- ❖ stabilire condizioni ambientali idonee all'evoluzione degli elementi di naturalità e di semi-naturalità preesistenti e reintrodotti;
- ❖ ricreare un sistema vegetazionale in grado di richiedere interventi manutentivi limitati alla fase di impianto.

Nello specifico si provvederà alla realizzazione di un canale di guardia perimetrale per la raccolta ed il convogliamento delle acque superficiali esterne al sito nel limitrofo impluvio naturale esistente, nel rispetto delle originarie pendenze e linee di deflusso naturali. Il canale sarà realizzato con l'utilizzo delle tecniche di ingegneria naturalistica mediante l'impiego di legname e pietrame, secondo le caratteristiche riportate nell'immagine seguente, e sarà protetto lateralmente da una staccionata in legno.

Con le medesime modalità sarà sistemato il canale a giorno posto a valle del sito e la prima porzione dell'impluvio principale ubicato nella zona a monte dello stesso (cfr grafici di progetto).

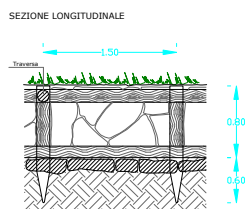
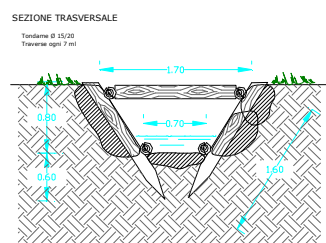
Per quanto attiene alla restante parte dell'impluvio principale (in cui saranno recapitate le acque meteoriche) si provvederà a sistemare la zona a monte ed in prossimità della strada provinciale, mediante l'esecuzione di gabbionate rinverdate atte a contenere la zona di terreno in declivio e la pista di servizio perimetrale e garantirne la stabilità; le gabbionate saranno attestate ad una profondità media di 2,00 ml e con sommità alla quota del piano di campagna, in maniera da migliorare l'equilibrio idrogeologico della zona interessata e non producendo impatti negativi dal punto di vista dell'inserimento ambientale nel contesto naturale.

L'impluvio principale esistente posto a Nord-Ovest del sito sarà riqualificato mediante la sistemazione del fondo con materassi-reno e protezioni spondali antierosive con geostuoie tridimensionali rinverdate con talee di essenze arbustive autoctone, nel rispetto dell'originaria linea di deflusso naturale.

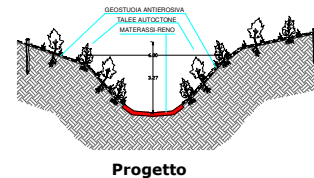
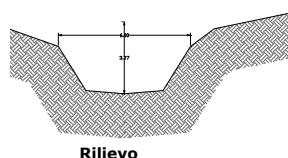
Il dislivello delle acque meteoriche provenienti dall'area confinata del capping avverrà in apposita tubazione interrata opportunamente dimensionata e dotata di pozzetti di raccordo ed ispezione; le stesse saranno recapitate nell'impluvio principale esistente e saranno separate dalla linea di deflusso e smaltimento delle restanti acque superficiali per non compromettere la stabilità del terreno nell'area interessata.

La viabilità esterna al sito sarà costituita da una stradina collegata all'accesso esistente sulla strada provinciale, un piazzale di accesso ed una pista di servizio perimetrale, realizzati su idoneo sottofondo in misto granulare stabilizzato con legante naturale, con battuto di terreno naturale e soprastante completamento con ghiaia a secco.

Canaletta in Legname e Pietrame



SEZIONE-TIPO IMPLUVIO PRINCIPALE



Le nuove piantumazioni riguarderanno la messa a dimora di una siepe perimetrale di essenze autoctone (tipo lauro) ed il rinverdimento a prato dell'area interna al sito confinato, mentre per l'area esterna al sito si prevede la piantumazione di nuove alberature di medio fusto per creare una zona verde di filtro visivo e favorire l'inserimento nel contesto naturale. Per la scelta della vegetazione si prediligeranno essenze arboree tipiche della zona e della macchia mediterranea.

Le opere di ingegneria naturalistica saranno completate mediante la piantumazione di talee di essenze arbustive autoctone atte al raggiungimento del duplice obiettivo di stabilizzazione del terreno attraverso l'apparato radicale ed integrazione nel contesto naturalistico.

8.8 Opere accessorie .

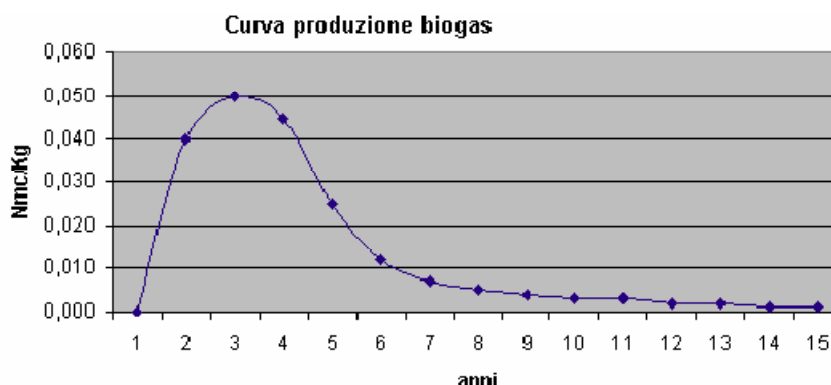
Per il completamento dei lavori saranno eseguite tutte le opere complementari relative alla posa in opera dei rivestimenti in pietra, l'apposizione del cancello di ingresso, le messa in opera delle staccionate in legno e tutte le opere complementari di finitura occorrenti.

8.9 Biogas .

Dagli atti risulta che l'area è stata usata come discarica di rifiuti solidi urbani ed assimilabili, asservita esclusivamente ad una comunità a prevalente vocazione rurale di circa 2.200 abitanti ed inattiva da oltre 20 anni.

In definitiva, per quanto detto sopra, dato il lungo periodo di inattività della discarica in questione e data la modesta quantità di rifiuti in essa depositati, possiamo ritenere che la frazione umida e biodegradabile di RSU ha già raggiunto uno stato avanzato di biostabilizzazione tale da far presupporre, ragionevolmente, che la produzione di biogas sia estremamente bassa e/o comunque prossima ad esaurirsi.

Infatti, dati di letteratura e studi teorici sulla produzione di biogas dalla fermentazione di rifiuti urbani, indicano che l'andamento della produzione assume una curva caratteristica a campana che prevede un periodo di "inerzia" di circa 1 anno, l'apice di produzione dopo circa 3 anni dalla messa a dimora del rifiuto e prevede un drastico calo di produzione dopo circa 6-7 anni, come meglio illustrato nel grafico "tipo" sotto riportato:



Inoltre, nelle discariche di piccole dimensioni, normalmente, non si raggiungono in superficie concentrazioni di gas tossici pericolose per effetto della naturale diffusione in atmosfera, anche in condizioni di totale assenza di ventilazione, nemmeno nei due anni successivi alla chiusura del sito quando si registra il picco di produzione di biogas.

È previsto, comunque, un monitoraggio delle emissioni gassose diffuse in grado di individuare eventuali fughe di gas nocive prodotte dalla discarica stessa. Il sistema di monitoraggio sarà effettuato attraverso due nuovi pozzi previsti nel corpo rifiuti mediante i quali, grazie ad apposite attrezzature, sarà possibile effettuare misure di concentrazione dei gas. Ciascun pozzo di monitoraggio sarà costituito da Tubo fessurato PEAD D 160 SDR 17 PN 10 e testa di pozzo PEAD D200, corredato di tutte le apparecchiature necessarie all'esecuzione delle future misurazioni, con tubazione filtrante contornata da ghiaia e spinta fino alla profondità di ml. 7,00 per intercettare il corpo dei rifiuti, dotata di tutte le opere di impermeabilizzazione e giunzione con il capping a farsi.

8.10 Modalità di verifica dell'efficacia delle misure adottate per impedire la migrazione degli inquinanti .

Le misure adottate per impedire la migrazione degli inquinanti sono essenzialmente l'esecuzione del capping orizzontale e della barriera impermeabile perimetrale. Per la verifica dell'efficacia si riportano le seguenti modalità :

- Capping :

Materiali: Geocompositi bentonitici (controlli in fase di esecuzione)

- Verifica materiali al momento della ricezione;
- Substrato di posa privo di elementi lapidei, detriti, radici, potenzialmente dannosi per l'integrità dei teli in GCL.
- Posa: sovrapposizione dei teli adiacenti (almeno 20 cm) con disposizione dei teli lungo la linea di massima pendenza.
- Verificare la sigillatura con bentonite sodica granulare.

Controlli ad opere ultimate

- Metodi geoelettrici: si basa sulla elevata resistività elettrica della membrana HDPE, che se realizzata correttamente determina un perfetto isolamento elettrico tra materiale della copertura e terreno circostante.
- In assenza di difetti, il potenziale elettrico (MN) misurato imponendo una d.d.v. AB (circa 100 V) mostra una distribuzione uniforme del campo elettrico, debolmente crescente verso i bordi della impermeabilizzazione.

In presenza di una fessura o lacerazione, attraverso di essa si genera un flusso di corrente, che viene evidenziato da un deciso calo del potenziale elettrico attraverso la fessura.

- Diaframma plastico impermeabile :

Controlli sulla geometria del diaframma

I controlli sulla geometria del diaframma sono finalizzati a verificare che esso sia stato costruito a regola d'arte e in particolare:

- a) che l'immorsamento nello strato impermeabile basale sia conforme alla profondità prevista in fase progettuale;
- b) che il diaframma sia verticale.

Controlli ad opere ultimate

Test di stress idraulico

Queste prove consistono nell'esecuzione di una prova di pompaggio in un settore limitrofo alla barriera verticale e nella valutazione dei livelli piezometrici misurati in piezometri installati sia internamente che esternamente alla barriera stessa.

L'andamento dei livelli e la relativa interpretazione consente di verificare:

- la rispondenza dei risultati ottenuti con i valori di conducibilità idraulica stimati in fase di caratterizzazione idrogeologica del sito;
- l'assenza di variazioni piezometriche nei piezometri esterni al sistema di isolamento a testimonianza dell'assenza di continuità idraulica tra il settore interno alla barriera e quello esterno.

8.11 Modalità di verifica del raggiungimento delle CSR .

Per quanto attiene alle modalità di verifica del raggiungimento delle CSR, il raggiungimento degli obiettivi di bonifica, così come definiti nel decreto di approvazione dell'Analisi del Rischio Sito-Specifica, si avrà appena risulta verificato il raggiungimento delle CSC dopo almeno 1 anno di monitoraggio post operam, con le modalità esecutive previste dalle vigenti disposizioni normative (almeno 3 campagne di prelievo consecutive, etc), fermo restando l'obbligo di eseguire il monitoraggio post operam per un arco temporale non inferiore a 3 anni, e da eseguirsi in accordo con ARPAC e Settore Ambiente Provinciale competente.

8.12 Modalità di gestione del percolato .

Ad oggi non sono state rinvenute nel sito sacche o accumuli di percolato e pertanto, nel caso di un eventuale rinvenimento delle stesse in fase di esecuzione dei lavori, si provvederà all'asportazione ed al relativo smaltimento da eseguirsi secondo le vigenti modalità e disposizioni normative di settore.

9. ANALISI, CONTROLLI E MONITORAGGIO

In caso di adozione di interventi di messa in sicurezza, come nel caso in esame, è sempre opportuno prevedere dei sistemi di monitoraggio e controllo finalizzati a valutare il raggiungimento dell'obiettivo previsto, e cioè il contenimento dell'inquinamento all'interno del sito compromesso. Il Piano di Monitoraggio e controllo delle acque di falda avrà durata triennale e sarà preventivamente concordato con ARPAC secondo le vigenti modalità e metodiche; gli esiti finali del monitoraggio delle acque di falda dovranno essere validati da ARPAC, secondo le vigenti metodiche e procedure.

Per quanto attiene alle modalità di verifica del raggiungimento delle CSR, si precisa che il raggiungimento degli obiettivi di bonifica, così come definiti nel decreto di approvazione dell'Analisi del Rischio Sito-Specifica, si avrà appena risulta verificato il raggiungimento delle CSC dopo almeno 1 anno di monitoraggio post operam, con le modalità esecutive previste dalle vigenti disposizioni normative (almeno 3 campagne di prelievo consecutive, etc), fermo restando l'obbligo di eseguire il monitoraggio post operam per un arco temporale non inferiore a 3 anni, e da eseguirsi in accordo con ARPAC e Settore Ambiente Provinciale competente.

Nello specifico sono da prevedere:

- Monitoraggio acque sotterranee;
- Monitoraggio acque Superficiali di drenaggio;
- Monitoraggio qualità dell'aria;
- Monitoraggio emissioni gassose;
- Monitoraggio della morfologia del sito;
- Monitoraggio dati meteorologici;

Inoltre è prevista la manutenzione e controllo per:

- raccolta e smaltimento delle acque meteoriche;
- manutenzione impermeabilizzazione sommitale;

- pozzi per campionamento delle acque sotterranee;
- recinzioni e accessi;
- viabilità interna ed esterna;
- sistema d'illuminazione;
- modalità di esecuzione del piano di monitoraggio nella fase di post chiusura;
- modalità di trasmissione dei report di monitoraggio.

Per la definizione puntuale si rimanda all'allegato Piano di Monitoraggio e Controllo.

10. DISPONIBILITÀ DELLE AREE DI INTERVENTO

Con riferimento a quanto riportato nella ricostruzione storica ed amministrativa della discarica oggetto d'intervento, risulta che l'area interessata dai lavori è di proprietà comunale.

11. TEMPI PER L'ESECUZIONE

Le attività di Bonifica e Messa in Sicurezza Permanente dovranno svolgersi secondo il seguente Cronoprogramma di massima, precisando che l'impresa appaltatrice dei lavori dovrà obbligatoriamente produrre idoneo e dettagliato Cronoprogramma delle fasi operative, elaborato in funzione delle proprie capacità tecnico-organizzative, da sottoporre alla valutazione ed accettazione da parte della D.L. e della Stazione Appaltante. :

Attività	Durata (Mesi)																		Durata Parziale
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Bonifica e Messa in Sicurezza permanente	■	■	■	■	■	■	■	■											8
Opere Murarie							■	■	■	■	■								5
Opere di Regimantazione acque superficiali										■	■	■	■						4
Esecuzione Impianti tecnologici													■	■	■				3
Opere di Riqualificazione Ambientale.															■	■	■		3
Monitoraggi ante e post operam	■																	■	2
Durata Complessiva = 18 Mesi																			

12. QUADRO ECONOMICO

Si riporta di seguito il quadro economico del progetto esecutivo, rielaborato in seguito alle prescrizioni impartite dagli Enti preposti nel corso dello svolgimento delle Conferenze dei servizi e contenute nel Decreto Dirigenziale n° 128 del 14/11/2017 avente per oggetto "Art. 242, comma 7 del D.Lgs 3 Aprile 2006 n. 152 e ss.mm.ii. - Approvazione Progetto Operativo di Bonifica con Messa in Sicurezza permanente dell'ex discarica, ubicata in loc.tà Retara. Fol. 2, P.III 7 del comune di Moio della Civitella (SA), CSAI 5069C001.

QUADRO ECONOMICO PROGETTO ESECUTIVO

A	Lavori da Computo	
a1	Importo dei lavori soggetti a ribasso	€ 1.300.229,14
a2	Oneri di sicurezza non soggetti a ribasso (€ 15.071,48 per costi indiretti + € 34.699,38 per costi diretti)	€ 49.770,86
	TOTALE A	€ 1.350.000,00
B	Somme a Disposizione dell'Amministrazione	
b1	Spese Tecniche per progettazione, direzione dei lavori, contabilità, coordinamento della sicurezza in progettazione ed esecuzione	€ 97.470,73
b2	Spese tecniche per competenze professionali geologiche	€ 27.988,36
b3	Oneri Previdenziali (4 % di b1+b2)	€ 5.018,36
b4	IVA su Spese Tecniche (22% di b1+b2+b3)	€ 28.705,04
b5	IVA su Lavori (10% di A)	€ 135.000,00
b6	Imprevisti (4 % di A)	€ 54.000,00
b7	Incentivi art. 18 legge 109/94 e s.m.i. (2 % di A)	€ 27.000,00
b8	Spese per Commissioni giudicatrici, bandi, pubblicità e diritti altri Enti	€ 10.000,00
b9	Collaudi (compreso oneri previdenziali ed Iva)	€ 15.000,00
b10	Assistenza archeologica agli scavi (compreso oneri previdenziali ed Iva)	€ 10.000,00
	TOTALE B	€ 372.932,49
C	Oneri di Conferimento in Discarica autorizzata	
	TOTALE C	€ 35.000,00

TOTALE COSTO DI REALIZZAZIONE (A+B+C)	€ 1.795.182,49
--	-----------------------

Moio della Civitella lì, Novembre 2017

Il Progettista

Arch. Giancarlo Stifano

(capogruppo RTP MOIO 2017)

