



CITTA' DI MONTESARCHIO

PROVINCIA DI BENEVENTO

DGR N 731 DEL 13.12.2016 – DD N 89 DEL 24.02.2017

FSC 2014/2020

PATTO PER LO SVILUPPO DELLA REGIONE CAMPANIA

del 24/04/2016

Intervento strategico

“PIANO REGIONALE DI BONIFICA “

BONIFICA E MESSA IN SICUREZZA DISCARICA COMUNALE IN LOCALITA' TORA BADIA

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE TECNICA GENERALE

CODICE DOCUMENTO: 016-R-002/17

I Progettisti

Ing. T. Pelella

Geol. Antonio Di Nardo

II R.U.P.

Ing. D. Duilio

					
Adeguiamento al Digsso/2016 PROFESSIONALE			15/03/2017		
PRIMA EMISSIONE			29/09/2015		
REV	OGGETTO	ELABORATO	VERIFICATO	APPROVATO	DATA

RELAZIONE GENERALE

Sommaro

1. PREMESSA	2
2. GENERALITA'	4
3. INQUADRAMENTO URBANISTICO.....	6
4. INQUADRAMENTO DA PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO.....	6
5. INQUADRAMENTO DA PIANO DI CARATTERIZZAZIONE	7
6. INTERVENTO DI BONIFICA E DI MESSA IN SICUREZZA	8
6.A. APPRONTAMENTO CANTIERE	10
6.B. ISOLAMENTO ED IMPERMEABILIZZAZIONI	10
6.C. OPERE DI CONTENIMENTO / BARRIERA FISICA	15
6.D. REGIMENTAZIONE ACQUE.....	20
6.E. OPERE DI DRENAGGIO DEL PERCOLATO E DEL BIOGAS.....	23
6.F BONIFICA TERRENI CONTAMINATI	24
6.H. IMPIANTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	26
6.I. SISTEMAZIONE FINALE DEL VERDE	26
7. OPERE DI MITIGAZIONE DELL'IMPATTO AMBIENTALE.....	26
8. ASPETTI ECONOMICI E FINANZIARI.....	27

1. PREMESSA

Il presente progetto esecutivo riguarda la bonifica e la messa in sicurezza definitiva della ex discarica comunale di Montesarchio (Bn) alla località Tora-Badia.

Gli interventi previsti dal progetto esecutivo derivano dallo studio approfondito della discarica in esame (piano di caratterizzazione anno 2007 e successiva analisi di rischio approvata nell'anno 2009) e dalle varie prescrizioni e osservazioni da parte dei diversi Enti che sono intervenuti nell'ambito delle Conferenze dei Servizi susseguitesesi nel tempo.

In particolare il Piano Operativo di Bonifica e messa in sicurezza è stato valutato durante le conferenze tenutesi presso la UOD Autorizzazioni Ambientali e Rifiuti di Benevento:

- Conferenze dei Servizi del 09/10/2014
- Conferenze dei Servizi del 16/04/2015
- Conferenze dei Servizi del 17/09/2015

In seguito all'approvazione del Piano Operativo di Bonifica, avvenuta durante l'ultima conferenza di servizi, implementando le prescrizioni ed osservazioni fatte dagli enti coinvolti nell'iter, è stato redatto, ai sensi del decreto legislativo 12 aprile 2006, n.163 e s.m.i.. e del Dpr 207 /2010, il progetto esecutivo di "Bonifica e messa in sicurezza della discarica Comunale in località Tora Badia", approvato dalla Regione Campania – Dipartimento della Salute e delle Risorse Naturali – Direzione Generale per l'Ambiente e l'Ecosistema – U.O.D. Autorizzazioni Ambientali e Rifiuti di Benevento con D.D. n.166 in data 19.10.2015.

Con Decreto Dirigenziale n.89 del 24.02.2017, **FSC 2014/2020 - Patto per lo Sviluppo della Regione Campania del 24/4/2016 – Intervento strategico denominato "Piano Regionale di Bonifica"**, pubblicato sul BURC n.20 del 06.03.2017, sono stati approvati i criteri ed indirizzi regolanti i rapporti tra il RUA ed i Soggetti Attuatori per la gestione dei finanziamenti mirati all'attuazione degli interventi prioritari e individuazione delle aree di intervento strategiche per il territorio.

Il progetto esecutivo approvato nell'anno 2015 è stato redatto ai sensi del decreto legislativo 12 aprile 2006, n.163 e s.m.i.. abrogato dal Decreto legislativo 18 aprile 2016, n. 50, in seguito all'attuazione delle direttive 2014/23/UE, 2014/24/UE e 2014/25/UE sull'aggiudicazione dei contratti di concessione, sugli appalti pubblici e sulle procedure d'appalto degli enti erogatori nei settori dell'acqua, dell'energia, dei trasporti e dei servizi postali, nonché per il riordino della

disciplina vigente in materia di contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture (G.U. n. 91 del 19 aprile 2016).

La possibilità di accesso ai finanziamenti degli interventi in oggetto richiedeva l'adeguamento del progetto esecutivo alle sopraggiunte variazioni normative.

Inoltre il progetto esecutivo approvato nell'anno 2015 è stato redatto utilizzando il prezzario dei lavori pubblici 2014 della Regione Campania; il progetto è stato quindi adeguato al nuovo **PREZZARIO DEI LAVORI PUBBLICI 2016**.

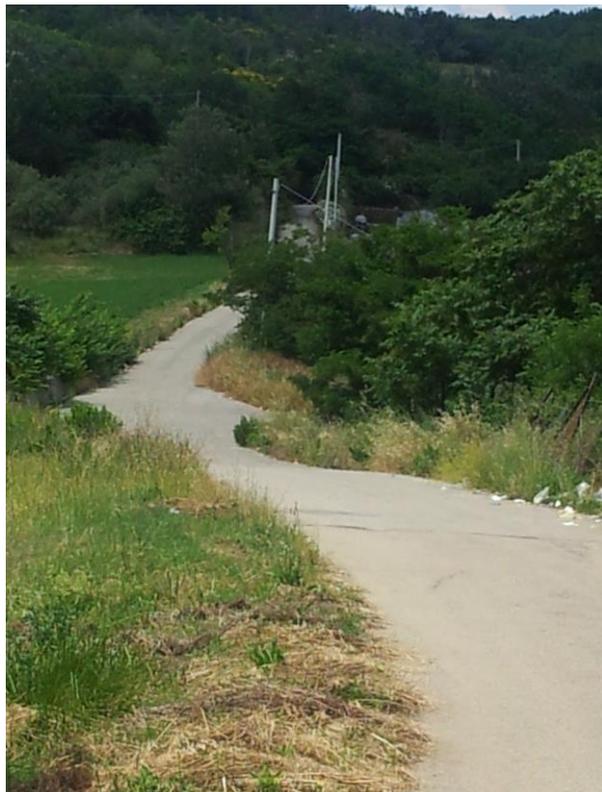
Il presente progetto esecutivo adeguato si compone dei seguenti elaborati:

<i>Comune di Montesarchio (BN)</i>	
<i>Bonifica e Messa in sicurezza discarica Comunale in località Tora Badia</i>	
PROGETTO ESECUTIVO DI BONIFICA E MESSA IN SICUREZZA	
Art 33 ,D.P.R. 5 ottobre 2010, n. 207 e s.m.i.; Dlgs 152/06 e ss mm ii	
	Codice elaborato
Elenco degli elaborati	016-EE-001/17
Relazione Tecnica Generale	016-R-002/17
Relazione Geologica	016-R-003/17
Relazione di compatibilità idrogeologica	016-R-004/17
Relazione Idraulica e di compatibilità idraulica	016-R-005/17
Relazione di calcolo delle strutture	016-R-006_a/17
Relazione geotecnica	016-R-006_b/17
Relazione sui materiali	016-R-006_c/17
Tabulati	016-R-006_d/17
Piano di manutenzione paratia	016-R-006_e/17
Relazione di dimensionamento degli impianti tecnologici	016-R-007/17
Studio di impatto ambientale e di fattibilità ambientale	016-R-008/17
Relazione impianti di Biogas e percolato	016-R-009/17
Piano di sicurezza e coordinamento	016-P-011/17
Piano di manutenzione e gestione dell'opera	016-P-012/17
Piano di monitoraggio post operam	016-P-013/17
Cronoprogramma	016-CR-014/17
Elenco prezzi unitari e Analisi Nuovi Prezzi	016-EP-015/17
Computo metrico	016-CM-016/17
quadro economico	016-QE-017/17
capitolato speciale d'appalto	016-CS-018/17
Schema di contratto	016-SC-019/17
Relazione sulla gestione delle materie	016-R-020/17
Elaborati grafici	
TAV 1-Inquadramento Generale	016-T-021/17
TAV 2-Caratterizzazione del sito	016-T-022/17
TAV 3-Rilievo planoaltimetrico	016-T-023/17
TAV 4-Interventi in Progetto - Planimetrie e sezioni	016-T-024/17
TAV 5-Capping	016-T-025/17
TAV 6-Opere di contenimento	016-T-026/17
TAV 7-Opere di regimentazione acque	016-T-027/17
TAV 8-Impianto drenaggio percolato	016-T-028/17
TAV 9-Impianto elettrico	016-T-029/17
TAV 10-Impianto captazione biogas	016-T-030/17
TAV 11-Monitoraggio post operam e sistemazione a verde	016-T-031/17
TAV 12-Particolari	016-T-032/17
TAV 13-Piano di attuazione del Piano di sicurezza e coordinamento	016-T-033/17

2. GENERALITA'

La discarica non dispone di una idonea copertura sommitale né di dotazioni impiantistiche per l'estrazione del percolato e del biogas. L'impianto può essere classificato come "discarica per rifiuti non pericolosi" ai sensi dell'art. 4, comma 1, lettera d) del D. Lgs. n° 36/03.

L'accesso al sito avviene mediante strada comunale pavimentata in conglomerato bituminoso, come è possibile rilevare dalle foto seguenti.





L'area centrale del sito risulta destinata attualmente a centro di raccolta ed è dotata di relative recinzioni e pavimentazioni come da foto seguenti:



Dalle foto di cui sopra si vede che lo stato dei luoghi rispetto all'anno 2009 sostanzialmente non è cambiato.

Per la rappresentazione di dettaglio dello stato della discarica (ambientale, idrogeologico, ecc.), si rimanda alle relazioni specialistiche allegate al progetto.

3. INQUADRAMENTO URBANISTICO

Dal punto di vista urbanistico, secondo il nuovo P.U.C. approvato con D.G.C. n. 266 del 16/07/2009, l'area ricade in z.t.o. "F6-Attrezzature eco ambientali e tecnologiche". Questa a sua volta è compresa nella z.t.o. "D3-Produttiva per attività estrattiva", per la quale le norme tecniche di attuazione, prevedono l'esercizio dell'attività estrattiva, come disciplinata dalla normativa in materia di carattere sovra comunale, provinciale e regionale.

4. INQUADRAMENTO DA PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO

L'area in oggetto è compresa nel territorio di competenza dell'Autorità di Bacino dei Fiumi Liri, Garigliano e Volturno, la quale ha redatto ed approvato, come previsto dalla L. 226/1999, il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico. Quest'ultimo classifica l'area della discarica come "Area a Rischio Molto Elevato-R4", in conseguenza dell'assetto geologico e geomorfologico particolarmente predisposto a fenomeni di frana.

Pertanto il sito viene caratterizzato, dal punto di vista idrogeologico, nel "Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico" approvato con D.P.C.M. del 12/12/2006, pubblicato su G.U. del 28/05/2007 n. 122, e precisamente:

1. l'area della discarica ha un'estensione di circa 3 ettari ed è localizzata su di un versante compreso fra le quote di 320 e 259 m s.l.m., per cui il versante presenta una pendenza compresa fra il 20 e 25%;
2. dal punto di vista del rischio frane essa risulta classificata come "Area a Rischio Molto Elevato – R4", legata alla situazione geologica e geomorfologica predisponente per fenomenologie tipo colate. Le suddette zone individuate e classificate come aree a rischio vengono ulteriormente ampliate dall'Autorità suddetta, per la quasi totalità del versante come aree di possibili ampliamenti dei fenomeni franosi cartografati ovvero di fenomeni di primo distacco.

5. INQUADRAMENTO DA PIANO DI CARATTERIZZAZIONE

Fermo restando tutto quanto riportato dettagliatamente nel piano di caratterizzazione, esso ha messo in evidenza quanto segue:

- a) dal punto di vista geologico l'area è caratterizzata da terreni coesivi rappresentati da argille di vari colori per lo più suddivise in scaglie. Le caratteristiche principali sono:
 - poca resistenza all'erosione;
 - a contatto con l'acqua fanno registrare forti decadimenti della resistenza a rottura e manifestano una forte tendenza al rigonfiamento con successivo collasso;
- b) dal punto di vista idrologico si evidenzia che le acque meteoriche ruscellano lungo i pendii che convergono in fossi che a loro volta convogliano le acque nel torrente Tora. L'area della discarica si colloca a valle di una sorta di alto morfologico, per cui parte delle acque che precipitano a monte dell'ammasso di rifiuti, ruscella superficialmente dilavando le superfici degli abbancamenti. Inoltre parte di essa si infiltra nel corpo rifiuti che unitamente al percolato proveniente dagli stessi, si riversano nella linea di impluvio che ha come recapito finale il suddetto torrente Tora.
- c) Dal punto di vista progettuale è importante sottolineare che nel corso degli anni, nell'area oggetto di intervento, sono stati utilizzati, in fasi successive, tre distinti siti di abbancamento dei RSU, tuttora distinguibili in planimetria.

I tre siti differiscono tra loro per estensione ed "età"; questi due fattori, unitamente alle caratteristiche del rifiuto, influenzano la produzione di percolato e biogas.

Relativamente alle caratteristiche dei rifiuti per la stima della produzione di biogas e percolato sono state utilizzate le analisi di laboratorio effettuate su campioni di RSU prelevati in sito i data 19/11/2014; le certificazioni di laboratorio sono allegato al progetto.

Per quanto riguarda i diversi periodi di conferimento dei tre siti, il Comune di Montesarchio ha fornito delle date di riferimento utilizzate quindi per la progettazione:

- Abbancamento n°1: il periodo di conferimento dei rifiuti va dal 1983 al 1994;
- Abbancamento n°2: il periodo di conferimento dei rifiuti va dal 1995 al 1999;
- Abbancamento n°3 il periodo di conferimento dei rifiuti va dal 2000 al 2002.

Di seguito si riporta la tabella riassuntiva delle caratteristiche dei tre siti di abbancamento dei rifiuti:

		ESTENSIONE	PROFONDITA'	VOLUME RSU
		m2	m	m3
VASCA	1	13220	15	198300
	2	7000	15	105000
	3	3500	14	49000

Noti i volumi di RSU costituenti i tre corpi dei rifiuti e il periodo di conferimento si è potuto effettuare una stima delle tonnellate annue sversate in discarica. In particolare: moltiplicando i m³ di RSU per la densità del rifiuto (1,2 tonn/m³) si ottengono le tonnellate di RSU. Ipotizzando che la discarica accolga annualmente sempre lo stesso quantitativo di RSU e noti i periodi di conferimento in discarica dei rifiuti per le tre vasche di raccolta si ottengono i seguenti valori di tonnellate /anno:

- Abbancamento n°1: 21633 tonn/anno;
- Abbancamento n°2: 31500 tonn/anno;
- Abbancamento n°3: 29400 tonn/anno.

6. INTERVENTO DI BONIFICA E DI MESSA IN SICUREZZA

Gli interventi previsti dal progetto esecutivo in oggetto derivano dallo studio approfondito della discarica in esame e dalle varie prescrizioni e osservazioni dei diversi Enti che sono intervenuti nell'ambito delle Conferenze dei Servizi susseguitesesi nel tempo.

La progettazione, è stata redatta in conformità alle "linee guida per le procedure tecniche degli interventi" contenute nell'appendice n.2 della suddetta delibera.

I criteri utilizzati sono quelli contenuti nell'allegato 3 della parte IV del D.lgs. 152/06 e s.m.i..

In particolare essi possono essere sintetizzarsi come segue:

1. nell'ambito delle tecniche di bonifica e messa in sicurezza, dopo l'approntamento del cantiere, verrà effettuata immediatamente un'estrazione di biogas e di percolato, al fine mettere in sicurezza, dal punto di vista ambientale l'area circostante il cantiere, intercettando e convogliando le sostanze inquinanti in apposita vasca a tenuta di accumulo per il successivo trasferimento in sicurezza presso apposita azienda per il trattamento e smaltimento. Tali estrazioni contribuiranno in modo considerevole alla stabilizzazione degli invasi e quindi alla riduzione consistente dei rischi di smottamenti e frane, sia per i lavoratori che per l'ambiente circostante, durante le attività di cantiere;
2. dai risultati del piano di caratterizzazione ed in particolare dalle caratteristiche geologiche ed idrogeologiche (par. 2.3.1., 2.3.2. e 2.3.3.), il fondo degli invasi dei rifiuti, risulta di natura argillosa, caratterizzato da un coefficiente di permeabilità compreso tra $9.10 \cdot 10^{-8} \leq K$

$\geq 4.80 \cdot 10^{-8}$ cm/s. I terreni di fondo, pertanto, si possono considerare impermeabili, così come gli strati laterali. Infatti l'acqua sotterranea trovata in sito durante le attività di caratterizzazione, è presumibilmente un corpo idrico formatosi per lisciviazione delle acque meteoriche attraverso gli strati superficiali più permeabili presenti in sito. Queste acque infiltratesi in direzione verticale raggiungono il substrato impermeabile (argilla) e si muovono in direzione ovest-est per poi venire a giorno per limite di permeabilità più a valle ad una quota di circa 260 metri s.l.m. (base orografica dell'intera area della discarica). Pertanto al fine di evitare ulteriori infiltrazioni che possano entrare in contatto con gli ammassi dei rifiuti, si procederà alla realizzazione delle seguenti opere:

- a. regimentazione di tutte le acque meteoriche sulle superfici di monte che verranno convogliate nelle canalette realizzate a confine e sulle superfici impermeabilizzate;
- b. captazione delle acque di falda mediante la realizzazione a monte degli invasi di trincee drenanti al fine di evitare il contatto tra le acque sotterranee di falda e gli abbancamenti dei rifiuti;
- c. realizzazione di isolamento superficiale del versante, mediante la posa di teli costituenti il capping;
- d. stabilizzazione dell'intero versante mediante la costruzione di una paratia di diaframmi in c.a. lungo parte del confine sud, passando per la quota più depressa, lungo il confine est, e risalendo per circa 100 metri lungo il confine nord. L'opera in esame ha un'estensione complessiva di circa 230 m. la paratia consentirà unitamente alle trincee drenanti (per captare il percolato in eccesso), posta immediatamente a monte della paratia, l'isolamento perimetrale degli invasi dei rifiuti rispetto all'eterno dell'area della discarica, costituendo pertanto una barriera fisica per gli inquinanti.
- e. realizzazione di una trincea per la captazione del percolato ubicata a monte della paratia di diaframmi in c.a.

L'intervento di bonifica e di messa in sicurezza permanente della discarica così strutturato ha lo scopo di isolare gli ammassi di rifiuti mediante la posa in opera di teli geocompositi, di cui al paragrafo 4.B., in questo modo le acque meteoriche che cadono sull'area in esame ruscellano

superficialmente e saranno indirizzate nelle canalette verso il recapito finale (si veda il paragrafo 4.D. riguardante la regimentazione delle acque superficiali).

Le acque della falda superficiale incontaminate sono intercettate dalle trincee drenanti a monte idrologico e convogliate nel Torrente Tora.

Operando in questo modo si risolve in maniera definitiva in problema della contaminazione delle acque e del suolo dovuta al contatto dei suddetti elementi con la fonte di inquinamento rappresentata dai rifiuti non correttamente ricoperti

Per quanto sopra le categorie di lavorazione previste in progetto possono essere raggruppate come segue:

- A. approntamento del cantiere (recinzione, pulitura delle superfici, monoblocchi per servizi ed uffici ecc.);
- B. isolamento ed impermeabilizzazioni;
- C. opere di contenimento/barriera fisica;
- D. opere per la regimentazione delle acque meteoriche;
- E. opere per la regimentazione delle acque sotterranee;
- F. opere di drenaggio del percolato e del biogas;
- G. impianti tecnologici;
- H. monitoraggio post-operam.
- I. sistemazione finale del verde

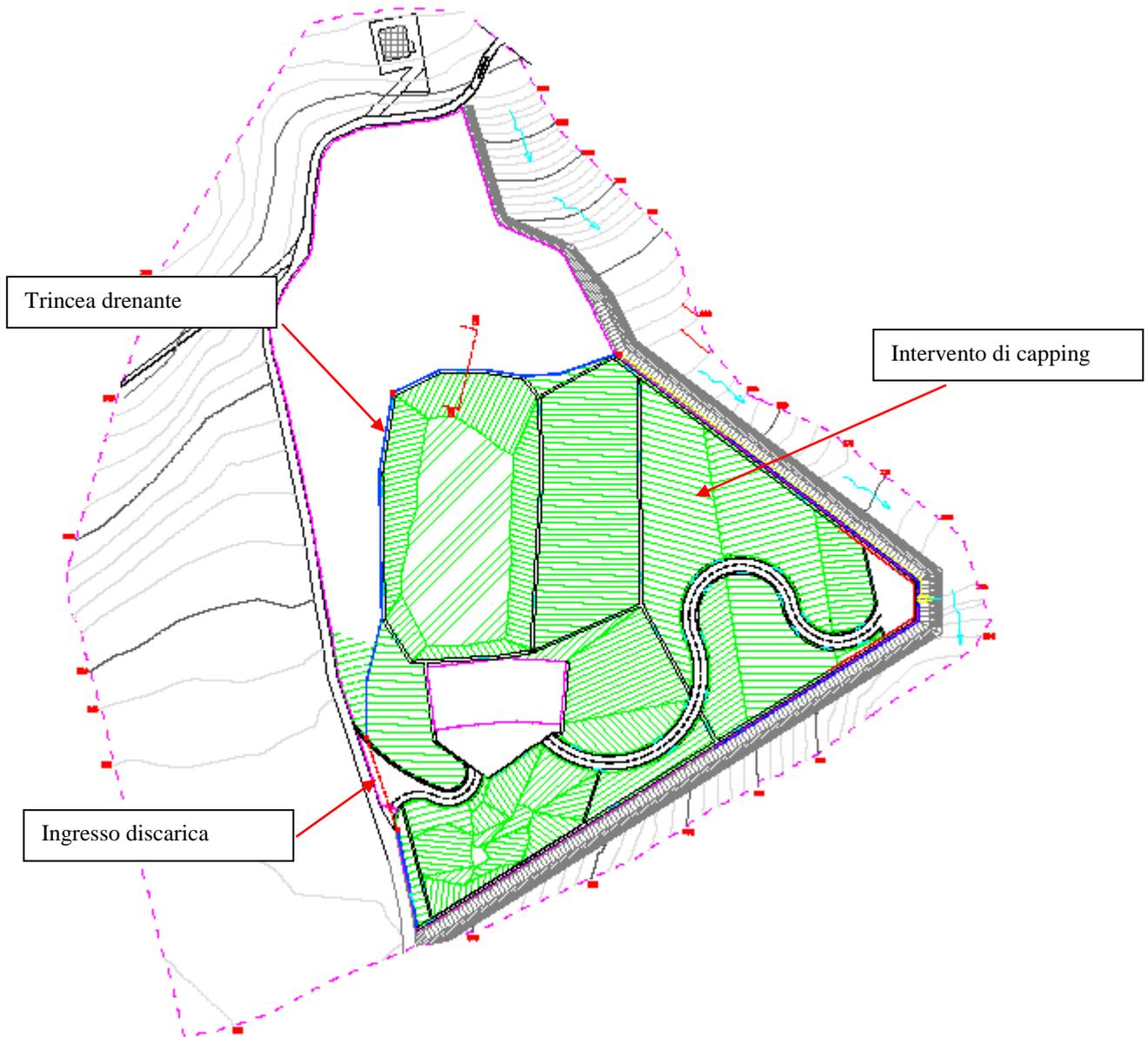
6.A. Approntamento cantiere

L'Approntamento del cantiere consisterà oltre alla pulizia delle aree dalla vegetazione spontanea ed alla predisposizione dei normali presidi operativi (recinzioni, baraccamenti ecc). Sarà realizzata la viabilità interna al cantiere necessaria per lo svolgimento di tutte le attività.

Verrà inoltre effettuata l'estrazione del percolato dagli invasi al fine di stabilizzare l'intero versante ed evitare eventuali fuoriuscite durante le attività di cantiere con particolare riferimento agli scavi ed alla costruzione delle opere di sostegno. In tal caso saranno utilizzati dei contenitori di stoccaggio mobili per l'allontanamento dei rifiuti quali eventuali acque contaminate, o percolato

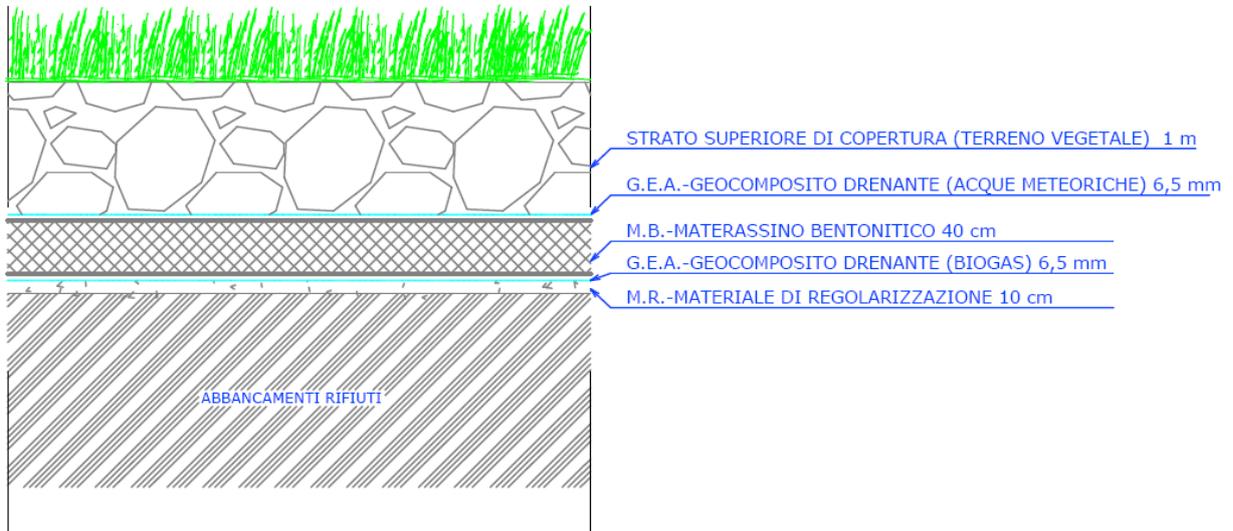
6.B. Isolamento ed impermeabilizzazioni

Per l'impermeabilizzazione degli invasi dei rifiuti nonché per la stabilizzazione, si provvederà alla realizzazione delle impermeabilizzazioni superficiali e perimetrale dell'area ove sono localizzati gli abbancamenti dei rifiuti. Inoltre occorre ricordare che dal punto di vista geologico, l'area in oggetto è caratterizzata da argille aventi un coefficiente di permeabilità compreso tra $9.10 \cdot 10^{-8} \leq K \leq 4.80 \cdot 10^{-8}$ cm/s, pertanto si possono considerare impermeabile sia per gli strati inferiori che per quelli laterali.



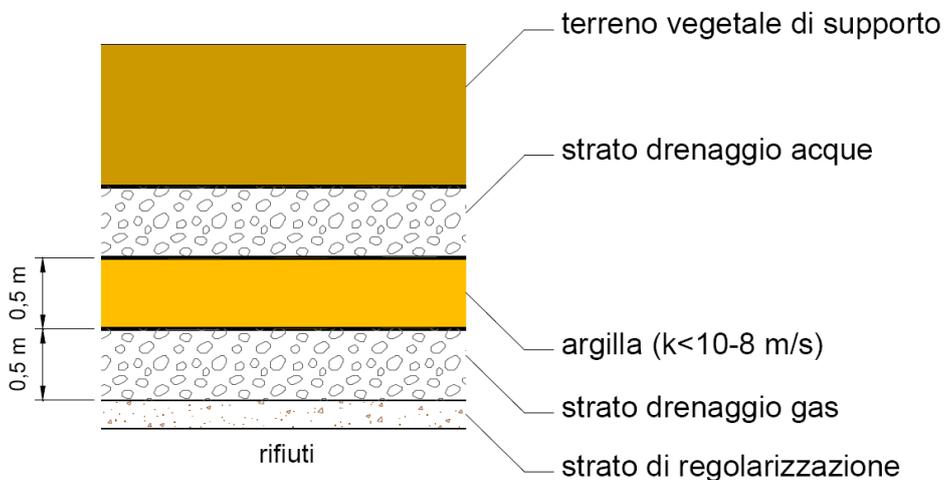
Area interessata dall'intervento di *capping*

In particolare per l'impermeabilizzazione superficiale è prevista la realizzazione di un pacchetto impermeabilizzante, dello spessore complessivo di 150 cm, schematicamente rappresentato in figura:



In accordo con quanto indicato nel D.Lgs.36 per una discarica di rifiuti non pericolosi, la tipologia di copertura è rappresentata nella figura sottostante. In particolare sarebbero necessari dal basso:

3. uno strato di materiale granulare di spessore 500 mm per il drenaggio del biogas
4. una barriera naturale in argilla compattata avente spessore paria a 500mm ed in grado di assicurare una conducibilità idraulica non superiore a 10^{-8} m/s
5. uno strato di materiale granulare per il drenaggio delle acque meteoriche
6. uno strato di terreno vegetale di supporto



Copertura prevista dal D.Lgs. 36 per discariche di rifiuti non pericolosi

In progetto viene proposta una soluzione alternativa che garantisce prestazioni equivalenti al pacchetto indicato nel DLgs 36/03.

Gli strati di materiale naturale, che costituiscono la strato drenante per il biogas e quello per le acque meteoriche, sono sostituiti, nell'ambito di tale progetto, da materiali sintetici allo scopo di incrementare la tenuta del sistema barriera. Le moderne tecnologie produttive, unitamente con i sempre più stringenti requisiti di controllo qualità fanno sì che al giorno d'oggi un geocomposito dotato di marcatura CE e fornito da un'azienda certificata ISO 9001 possa fornire garanzie di efficienza, durabilità ed affidabilità infinitamente maggiori rispetto a qualunque materiale naturale.

Le ragioni che possono portare a sostituire, sotto specifiche condizioni critiche, i materiali drenanti granulari con materiali sintetici sono molteplici.

Le prime motivazioni sono di ordine strettamente tecnico: la geometria delle sponde rende problematica la posa dello spessore di materiale granulare necessario per la captazione del biogas.

Le difficoltà sopra esposte vengono amplificate laddove le verifiche debbano essere effettuate, tenendo in considerazione le accelerazioni sismiche cui la copertura potrebbe essere sottoposta, ad esempio nelle verifiche di stabilità del pacchetto per il drenaggio delle acque meteoriche.

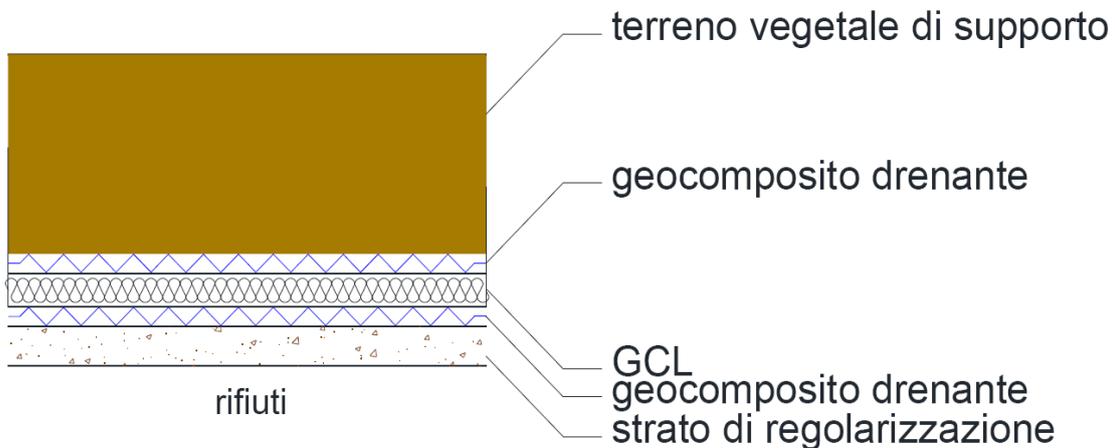
Le seconde motivazioni sono di tipo economico: i materiali che generalmente vengono utilizzati per lo strato drenante sono rappresentati da ghiaie e sabbie pulite. La necessità di conferire in cantiere ingenti quantitativi di un materiale pregiato e costoso, molto difficilmente reperibile in tale quantità da una singola fonte e, quindi di difficile controllo in cantiere, rendono tale soluzione estremamente costosa. Al contrario, un geocomposito drenante ha caratteristiche misurate e misurabili. L'ultima (ma non in ordine di importanza) valutazione che è possibile fare è legata all'impatto ambientale causato dal rispetto della normativa. In particolari contesti, l'impiego di materiali naturali (argilla ghiaia) comporta costi notevoli anche dal punto di vista ambientale; tali costi sono dovuti alle cavazioni necessarie e dal traffico provocato dal trasporto del materiale con automezzi. I vantaggi tecnici, economici e sociali sono quindi evidenti; è necessario dimostrare che il materiale prospettato soddisfi appieno i requisiti del D.lgs. 36 e possano sostituire con adeguate garanzie gli strati minerali.

Con tale relazione si vogliono fornire indicazioni relative alla scelta dei materiali sintetici che possano essere utilizzati in alternativa ai materiali naturali (strati drenanti), ed in particolare relative ai geocompositi per il drenaggio del biogas e delle acque meteoriche.

La copertura alternativa a quella prevista dalla normativa è rappresentata nella figura sottostante, ed è composta dai seguenti strati partendo dall'alto:

- Terreno vegetale di supporto (spessore di 1 m)
- Geocomposito drenante
- GCL (Geocomposito bentonitico)
- Geocomposito drenante per il biogas
- Strato di regolarizzazione (spessore variabile)

La sostituzione dei materiali naturali con materiali sintetici viene effettuata garantendo, con adeguato fattore di sicurezza, una prestazione equivalente ai materiali che si debbano sostituire.



Copertura alternativa a quella prevista dal D.Lgs. 36 per discariche di rifiuti NON pericolosi

Lo spessore complessivo del pacchetto proposto è di 1,50 cm.

La verifica dell'equivalenza tra il pacchetto impermeabilizzante proposto in progetto e quello previsto dal D.Lgs 36/03 viene riportata nella relazione specialistica di dimensionamento del capping documento di calcolo allegata alla presente.

6.C. Opere di contenimento / barriera fisica

L'intervento di progetto ha come obiettivo la stabilizzazione e messa in sicurezza del versante in un sito con rischio di frana molto elevato (R4).

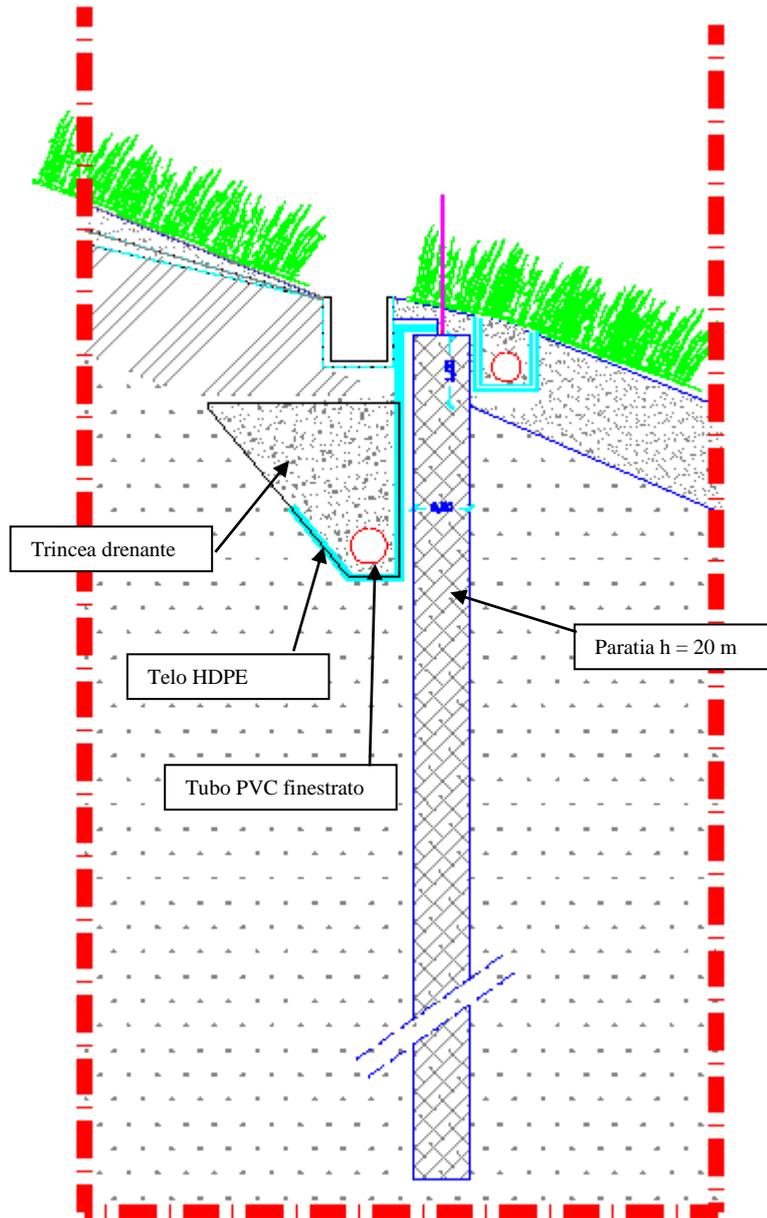
Dalla campagna di indagini in sito e dei relativi studi, è emerso che il versante, con la massa di rifiuti, localizzato fra gli impluvi orografici, è caratterizzata da un movimento di scorrimento verso valle, fra le quali cause sono da evidenziare la mancanza di opere di drenaggio delle acque meteoriche che permeano lo strato di copertura, sprovvisto di opera di impermeabilizzazione specifiche (capping), e di quelle di drenaggio del percolato, che fra l'altro, ha compromesso le caratteristiche fisiche e meccaniche del fondo. Pertanto si è ritenuto necessario provvedere alla

stabilizzazione del versante mediante la costruzione di una paratia in c.a. da realizzarsi lungo il confine nord-est, est, sud-est.

Inoltre l'opera da realizzare costituisce una barriera fisica per la migrazione degli inquinanti (percolato) verso i corpi idrici e i terreni circostanti.



individuazione planimetrica opera di contenimento



Sezione tipo dell'opera di contenimento

Il dimensionamento dell'opera di contenimento degli ammassi, è stato effettuato in base alla natura dei terreni fondali, nonché dalla analisi di stabilità globale del versante da contenere; in particolare si procederà al dimensionamento di una paratia in c.a. considerando le azioni esercitate dal cuneo di spinta sull'opera stessa, e quella di equilibrio complessivo terreno opera di contenimento, fermo restando la verifica dell'opera di contenimento effettuata ai sensi delle N.T.C. 14/01/2008. In tale schematizzazione, l'ammasso dei rifiuti, è stato considerato come semplice carico, in quanto non è possibile schematizzarlo come terra equivalente, gravante sul versante di verifica, pertanto si è ipotizzato che la paratia in c.a. debba sostenere un dislivello di quota tra monte e valle pari a 3,00 m. Per quanto riguarda le caratteristiche fisiche e meccaniche del versante, sono stati considerati i rilievi geologici e geognostici effettuati.

Per la realizzazione della paratia in c.a, saranno utilizzati materiali aventi le seguenti caratteristiche meccaniche:

- Calcestruzzo Tipo C25/30 (resistenza caratteristica 30.0 N/mm²)
- Acciaio ad aderenza migliorata Tipo B450C (F_{yk}=450,0 N/mm²)

Dall'analisi della paratia condotta secondo quanto prescritto dalla NTC 08 Approccio 1 combinazione 1 e combinazione 2, si evince che la profondità massima di infissione è pari a 20.00 m con spessore pari a 0.8 m, con uno sviluppo lineare della paratia di circa 230 m.

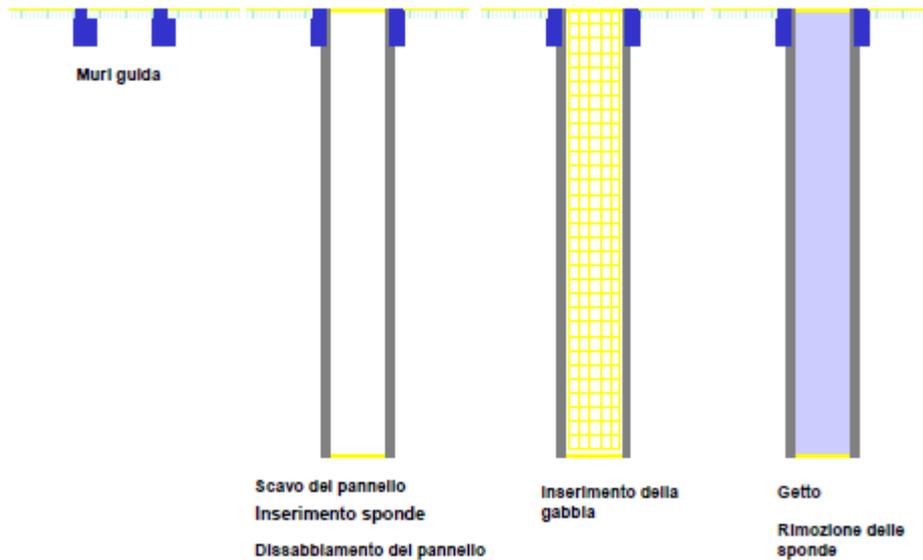
Tecnologia di esecuzione paratia

Nella esecuzione dei diaframmi dovranno essere adottati tutti gli accorgimenti necessari a realizzare l'opera conformemente ai requisiti progettuali, in particolare per quanto riguarda il rispetto della verticalità e la impermeabilità dei giunti. Le attrezzature, gli utensili e le modalità di scavo dovranno essere definite dall'Impresa Esecutrice in modo da assicurare il raggiungimento delle profondità di progetto. La distanza minima fra gli assi di due scavi attigui, in corso, appena ultimati o in corso di getto, dovrà essere tale da impedire eventuali fenomeni di interazione. La perforazione a secco senza fanghi di stabilizzazione non è di norma ammessa, salvo, e previa informazione della Direzione Lavori, il caso in cui si operi in terreni coesivi caratterizzati da valori della coesione non drenata $c_u > Y.H/3$, esenti da intercalazioni incoerenti, non interessati da ingresso di acqua nello scavo e non rigonfiabili ($Y = \text{peso del volume totale}$).

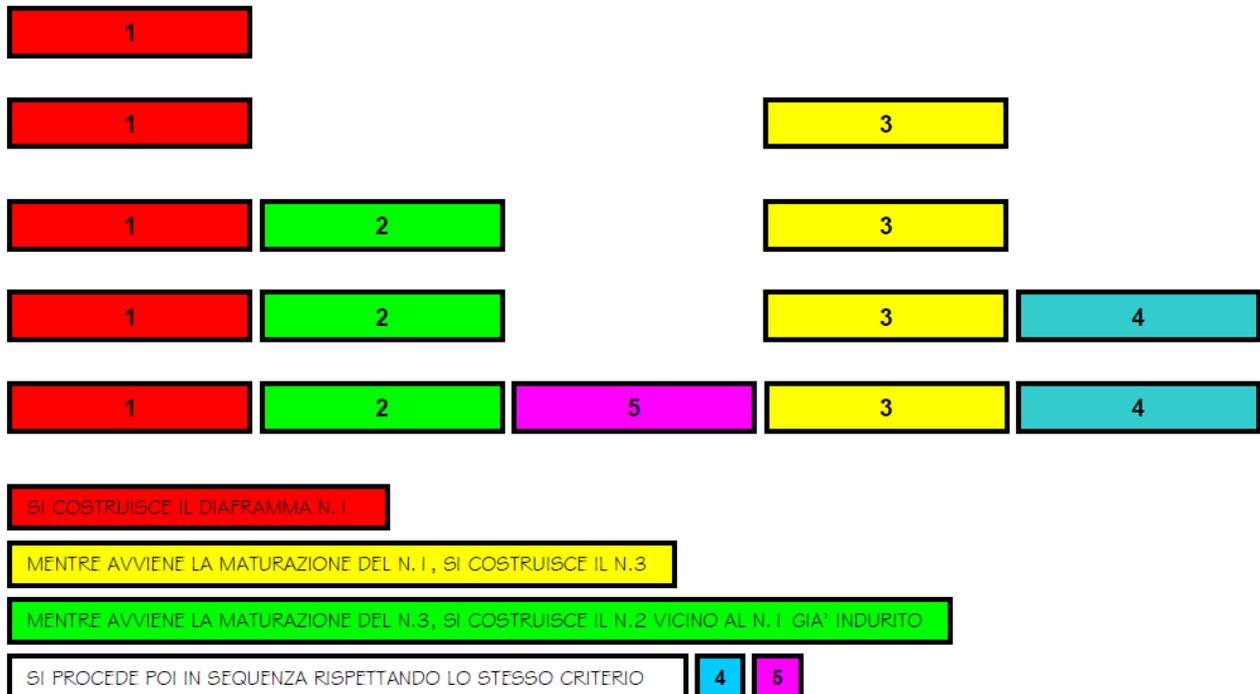
Fasi realizzative:

Le fasi realizzative della paratia prevedono:

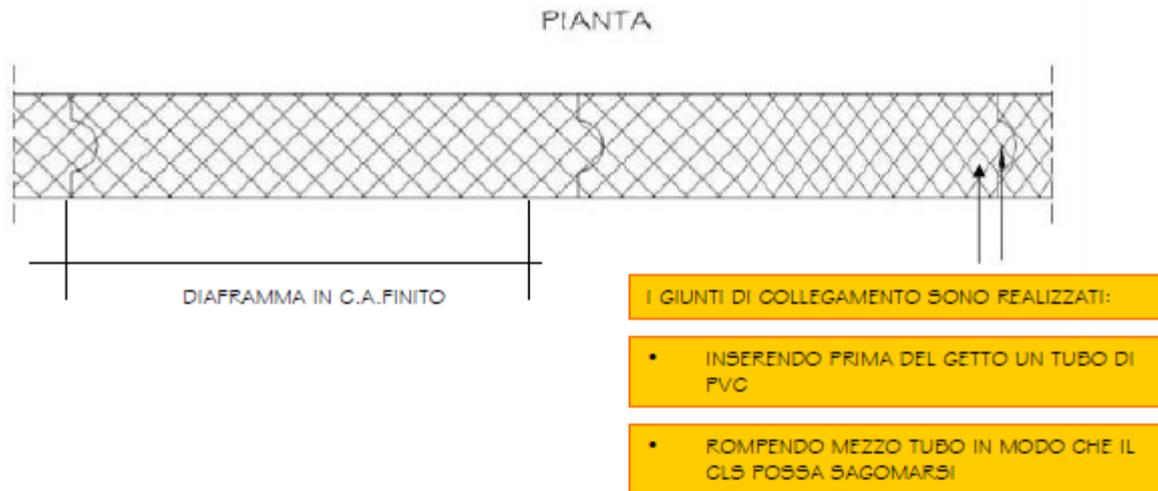
- Realizzazione dei muri di guida, per sostenere il terreno superficiale e fungere da guida per l'imbocca della benna o idrofresa;
- Scavo del pannello (essenzialmente con benna idraulica o meccanica) o idrofresa;
- Dissabbio e pulizia del pannello;
- Inserimento della gabbia:
- Getto del pannello;



I diaframmi devono essere realizzati secondo il seguente schema:



In questo modo si garantisce la stabilità dello scavo. Inoltre durante l'esecuzione del singolo diaframma dovrà essere predisposto un apposito giunto realizzato mediante l'inserimento di un tubo in PVC oppure rompendo mezzo tubo in modo che il cls possa sagomarsi, così come si riporta di seguito:



6.D. Regimentazione acque

Le opere di regimentazione delle acque previste in progetto si suddividono in:

- opere di regimentazione delle acque superficiali;
- opere di regimentazione sotterranee di falda.

La regimentazione delle acque meteoriche, realizzato il *capping* e le impermeabilizzazioni necessarie, avverrà mediante configurazione dei versanti secondo le quote di progetto, in modo tale da convogliare le acque meteoriche delle superfici della discarica nelle apposite canalette in calcestruzzo vibrato, mentre quelle raccolte all'esterno di esse non passeranno sulla superficie della discarica atteso che lungo i confini nord e sud verranno realizzare rialzi dovuti alla riconfigurazione delle superfici e sistemate a scarpata, in modo tale da ridurre al minimo il ruscellamento delle acque meteoriche. Inoltre nella parte intermedia della discarica verranno realizzate canalette e fossi di guardia per regimentare tutte le acque meteoriche raccolte sulla superficie interne della discarica.

Le acque di prima pioggia, raccolte sulle superfici impermeabili rappresentate dalla viabilità di accesso ed interna, nonché quelle provenienti dalle pavimentazioni dell'isola ecologica esistente verranno convogliate mediante apposita rete, (costituita da pozzetti, griglie, caditoie e tubazioni) inviate in apposita vasca e sottoposte al trattamento di prima pioggia. In tale fase le acque saranno sottoposte ad una depurazione mediante sgrossatura da particelle solide, dissabbiatura e

deklarazione in modo da rendere il refluo conforme per lo scarico superficiale in corpo idrico una volta depurate come previsto in tab. 3 allegato V del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i.

VALORI LIMITI DI EMISSIONE IN ACQUE SUPERFICIALI E IN FOGNATURA
D. Lgs 152/06 (Parte terza, Allegato 5, Tabella 3.)

Numero parametro	PARAMETRI	unità di misura	Scarico in acque superficiali	Scarico in rete fognaria (*)
1	pH	5,5-9,5	5,5-9,5	
2	Temperatura	°C	[1]	[1]
3	colore		non percettibile con diluizione 1:20	non percettibile con diluizione 1:40
4	odore		non deve essere causa di molestie	non deve essere causa di molestie
5	materiali grossolani		assenti	assenti
6	Solidi speciali totali [2]	mg/L	≤80	≤200
7	BOD5 (come O2) [2]	mg/L	≤40	≤250
8	COD (come O2) [2]	mg/L	≤160	≤500
9	Alluminio	mg/L	≤1	≤2,0
10	Arsenico	mg/L	≤0,5	≤0,5
11	Bario	mg/L	≤20	-
12	Boro	mg/L	≤2	≤4
13	Cadmio	mg/L	≤0,02	≤0,02
14	Cromo totale	mg/L	≤2	≤4
15	Cromo VI	mg/L	≤0,2	≤0,20
16	Ferro	mg/L	≤2	≤4
17	Manganese	mg/L	≤2	≤4
18	Mercurio	mg/L	≤0,005	≤0,005
19	Nichel	mg/L	≤2	≤4
20	Piombo	mg/L	≤0,2	≤0,3
21	Rame	mg/L	≤0,1	≤0,4
22	Selenio	mg/L	≤0,03	≤0,03
23	Stagno	mg/L	≤10	
24	Zinco	mg/L	≤0,5	≤1,0
25	Cianuri totali come (CN)	mg/L	≤0,5	≤1,0
26	Cloro attivo libero	mg/L	≤0,2	≤0,3
27	Solfuri (come H2S)	mg/L	≤1	≤2
28	Solfiti (come SO3)	mg/L	≤1	≤2
29	Solfati (come SO4) [3]	mg/L	≤1000	≤1000
30	Cloruri [3]	mg/L	≤1200	≤1200

31	Fluoruri	mg/L	≤6	≤12
32	Fosforo totale (come P) [2]	mg/L	≤10	≤10
33	Azoto ammoniacale (come NH ₄) [2]	mg/L	≤15	≤30
34	Azoto nitroso (come N) [2]	mg/L	≤0,6	≤0,6
35	Azoto nitrico (come N) [2]	mg/L	≤20	≤30
36	Grassi e olii animali/vegetali	mg/L	≤20	≤40
37	Idrocarburi totali	mg/L	≤5	≤10
38	Fenoli	mg/L	≤0,5	≤1
39	Aldeidi	mg/L	≤1	≤2
40	Solventi organici aromatici	mg/L	≤0,2	≤0,4
41	Solventi organici azotati [4]	mg/L	≤0,1	≤0,2
42	Tensioattivi totali	mg/L	≤2	≤4
43	Pesticidi fosforati	mg/L	≤0,10	≤0,10
44	Pesticidi totali (esclusi i fosforati) [5]	mg/L	≤0,05	≤0,05
	tra cui:			
45	- aldrin	mg/L	≤0,01	≤0,01
46	- dieldrin	mg/L	≤0,01	≤0,01
47	- endrin	mg/L	≤0,002	≤0,002
48	- isodrin	mg/L	≤0,002	≤0,002
49	Solventi clorurati [5]	mg/L	≤1	≤2
50	Escherichia coli [4]	UFC/ l 00mL	nota	
51	Saggio di tossicità acuta [5]		il campione non è accettabile quando dopo 24 ore il numero degli organismi immobili uguale o maggiore del 50% del totale	il campione non è accettabile quando dopo 24 ore il numero degli organismi immobili è uguale o maggiore: è del 80% del totale

le acque così depurate verranno recapitate nell'impianto naturale esistente, il torrente "Tora".

Il proporzionamento del sistema di drenaggio delle acque superficiali, viene effettuato in base all'analisi idrologica desunta dagli annali di pioggia riferiti alla zona e dettagliatamente riportato nella relazione idraulica.

Le acque nere provenienti dal servizio igienico presente sull'area dell'isola ecologica, saranno convogliate nella vasca Imhoff che sarà periodicamente svuotata.

Per evitare che le acque della falda superficiale intercettino i terreni contaminati e transitino in prossimità della vasca di rifiuti, sarà realizzata a monte idrogeologico dell'area contaminata una trincea drenante con fondo scavo che si attesta nello strato di terreni argillosi. La trincea drenante avrà profondità media pari a 1 m e il fondo scavo e la parete lato rifiuti saranno impermeabilizzati mediante l'installazione di un telo HDPE. Il telo sarà opportunamente ancorato allo strato impermeabile del pacchetto di capping, con sovrapposizione dei due strati impermeabili per una lunghezza pari a 5 metri.

In tal modo viene realizzata una “barriera idraulica” che, nella area di influenza della discarica, intercetta la falda superficiale a monte e la convoglia, attraverso un sistema di condotte interrato, verso valle idrogeologico fino al recapito finale.

I dettagli costruttivi sono riportati nell’elaborato grafico in allegato Tav 7- Opere di regimentazione acque

6.E. Opere di drenaggio del percolato e del biogas

Il percolato ed il biogas verranno drenati con nuovi pozzi con relativa rete di convogliamento.

In particolare il percolato verrà drenato mediante la costruzione di nove pozzi fino alla profondità del fondo dei tre invasi. Inoltre, come detto sopra, essendo il fondo degli invasi costituito da argille impermeabili, il percolato presente sul fondo degli abbancamenti dei rifiuti, che fuoriesce per saturazione verso la quota più depressa, verrà drenato grazie ad un sistema di trincee drenanti, localizzate lungo il confine nord, sud ed est.

Dette trincee, verranno realizzate con un filtro costituito da materiale sciolto opportunamente assortito granulometricamente e convogliato per gravità alla condotta drenante in polietilene ad alta densità forata, installata sul fondo della stessa.

Tutto il percolato così drenato, verrà convogliato in apposita vasca a tenuta in c.a.p. della capacità di 60 mc, installata nella parte più depressa dell’area alla quota di 269,76 m.. Quest’ultima, mediante un sistema di gestione e controllo collegato al blocco servizi, localizzato nell’attuale isola ecologica, verrà estratto periodicamente con opportuni mezzi ed inviato a trattamento in centri specializzati per il relativo smaltimento (vedasi relazione specialistica inerente gli impianti di drenaggio del biogas e del percolato). Analogamente anche per il biogas verrà costruita una rete di captazione, articolata in nove pozzi di estrazione della profondità massima di 15 metri.

I singoli pozzi verranno collegati alle condotte in polietilene per il convogliamento alla stazione di regolazione e da esso all’impianto di combustione entrambi localizzati nell’isola ecologica. Circa il riutilizzo del biogas, in base alle coperture degli abbancamenti dei rifiuti, all’epoca di chiusura degli impianti, nonché dalla letteratura tecnica, il quantitativo volumetrico prodotto non risulta sufficiente alla messa in esercizio di impianto di cogenerazione in grado di compensare in un numero di anni pari all’ammortamento delle apparecchiature e macchine elettromeccaniche necessarie.

Infatti la letteratura tecnica, con l’osservazione sistematica di molti impianti, ha evidenziato che l’arco temporale di 15 anni dalla chiusura dei conferimenti, è il limite di tempo massimo per lo sfruttamento energetico in discariche realizzate a regola ossia munite di “capping”.

6.F Bonifica terreni contaminati

Dai risultati delle analisi di laboratorio eseguiti su campioni di terreno sono emersi valori non accettabili della CSR per:

- idrocarburi C>12: per il campione di terreno S9 estratto alla profondità compresa tra 1,5-2 m è stato riscontrato un valore pari a 61,80 mg/kg s.s.; il limite stabilito dal Dlgs 152/06 Tab 2 All- 5 p. IV è pari a 50 mg/kg s.s.
- Berillio: per il campione di terreno S6 estratto alla profondità compresa tra 4,5-5 m è stato riscontrato un valore pari a 2,2 mg/kg s.s.; il limite stabilito dal Dlgs 152/06 Tab 2 All- 5 p. IV è pari a 2 mg/kg s.s.
- Zinco: per il campione di terreno S5 estratto alla profondità compresa tra 1,5-2 m e per il campione di terreno S6 estratto alla profondità compresa tra 4,5-5 m è stato riscontrato rispettivamente un valore pari a 293 mg/kg s.s. e 186 mg/kg s.s.; il limite stabilito dal Dlgs 152/06 Tab 2 All- 5 p. IV è pari a 150 mg/kg s.s.

L'intervento di capping interessa la porzione di suolo all'interno dei confini della discarica ricoprendo quindi i sondaggi S6 e S9; il sondaggio S5, invece, interessa una porzione di suolo esterna ai limiti della discarica, Pertanto per il terreno contaminato in prossimità del sondaggio S5 si procederà alla rimozione puntuale e al successivo smaltimento presso sito autorizzato.

Dai certificati di laboratorio risulta che per il sondaggio S5 la contaminazione si spinge fino ad una profondità di 2 m dal piano campagna.

In corrispondenza del sondaggio S5 si procederà alla rimozione di terreno fino ad una profondità di 2 m e per una superficie di estensione pari a 2m x 2m. La quantità di terreno rimossa è pari a 8 mc; Per motivi di sicurezza in quest'ultimo caso lo scavo sarà opportunamente puntellato.

In accordo con ARPAC si procederà al prelievo e all'analisi di campioni di terreno sul fondo scavo e sulle pareti allo scopo di attestare l'avvenuta bonifica.

Piano di collaudo

A seguito della rimozione dei volumi di terreno contaminato, di cui sopra, in accordo con ARPAC, saranno condotte le attività di prelievo di campioni di terreno sul fondo scavo e sulle pareti laterali, a diverse profondità, finalizzate alla verifica del raggiungimento degli obiettivi di bonifica prefissati.

Tali campioni prelevati saranno sottoposti ad analisi di contraddittorio (Arpac, Impresa e eventuale contraddittorio). L'ARPAC presenzierà al prelievo di tutti i campioni e provvederà a sottoporre ad analisi indicativamente il 10-15% dei campioni prelevati.

Si riporta di seguito la tabella contenente gli analiti da ricercare per i quali, nelle precedenti indagini era stato riscontrato il superamento dei limiti imposti per legge, tabellati all'Allegato 5, parte IV, titolo V, del D.Lgs 152/06:

ANALITI		LIMITI	
BERILLIO	Be	2	mg/kg s.s.
ZINCO	Zn	150	mg/kg s.s.
IDROCARBURI PESANTI	C>12	50	mg/kg s.s.

Limiti analiti tabellati all'Allegato 5, parte IV, titolo V, del D.Lgs 152/06

Nel caso in cui lo sbancamento sia esteso ad una superficie maggiore di quella prevista (2m x 2m), i settori (fondo scavo e pareti) dovranno essere divisi in maglie, in cui saranno prelevati campioni compositi ottenuti dall'unione/omogeneizzazione di almeno 5 incrementi.

Per ulteriori dettagli, relativamente all'ubicazione dell'area oggetto di scavo dei terreni contaminati si rimanda alla tavola 4 Interventi in progetto Planimetria 016-T-024 e al piano di collaudo dettagliato in allegato al progetto.

6.G. Impianti tecnologici

Gli impianti tecnologici per il completamento del progetto di messa in sicurezza, sono:

1. impianto elettrico forza motrice e di illuminazione interni ed esterni;
2. impianto di raccolta e trattamento acque di prima pioggia;
3. impianto idrico di carico e scarico del blocco servizi;

I vari impianti (pompe di estrazione biogas, percolato, illuminazione, ecc) verranno alimentati da una serie di punti di derivazione forza motrice mediante cavidotti strutturati a doppia parete opportunamente cablati, posati in apposito scavo alla profondità non inferiore a 80 cm, intervallati da pozzetti in c.a.v. per le relative derivazioni.

In particolare a partire dal punto di consegna dalla rete elettrica cittadina, verrà realizzata apposita canalizzazione fino alla recinzione dell'isola ecologica ove verrà installato il misuratore elettrico. Da esso verrà effettuata la derivazione per il quadro elettrico generale di alimentazione di tutti gli impianti.

Dal quadro elettrico generale si dipartiranno tutte le linee elettriche dei vari impianti ed apparati. L'Illuminazione esterna sarà costituita da apposita cavidotto interrato di alimentazione dei singoli pali esterni.

6.H. Impianto di monitoraggio ambientale

L'impianto di monitoraggio ambientale sarà costituito da una serie di piezometri, dal rilievo di campioni, da una centralina meteorologica portatile e da strumenti per il rilievo topografico atti al rilevamento dei diversi parametri presenti nel terreno della discarica a monte ed a valle degli abbancamenti dei rifiuti, nel percolato, nelle emissioni gassose, nelle acque sotterranee e di drenaggio superficiale, nel monitoraggio della morfologia della discarica e dei principali parametri meteorologici.

6.I. Sistemazione finale del verde

La discarica presenta allo stato attuale caratterizzata da vegetazione composta da alberi e arbusti di vario genere. Per tale motivo si:

- L'area interessata dalla posa in opera del capping, sarà sottoposta all'idrosemina,
- L'area interna al perimetro della discarica ma non interessata dalla posa dei geocompositi sarà rinverdata dove è necessario.

7. OPERE DI MITIGAZIONE DELL'IMPATTO AMBIENTALE

Durante le lavorazioni dovranno essere adottati tutti gli accorgimenti necessari per la mitigazione dell'impatto sull'ambiente circostante. Saranno adottate, in accordo con la DL e L'ARPAC, tutte le procedure necessarie per contenere le emissioni diffuse in atmosfera, le immissioni idriche accidentali, il rumore e qualsiasi altro impatto sulla flora e sulla fauna esistenti.

Durante la fase di cantiere è prevista l'attuazione di tutti gli accorgimenti necessari alla riduzione dell'impatto ambientale dell'intervento in progetto. In particolare:

- si procederà l'estrazione preliminare di eventuale percolato contenuto nelle sacche all'interno degli abbancamenti. Il liquido estratto sarà stoccato in vasche mobili e trasportato in discarica appropriata per lo smaltimento.
- saranno tenute sotto controllo le emissioni in atmosfera attraverso delle misurazioni effettuate in sito con strumentazione mobile, come stabilito anche nel piano di monitoraggio, si veda l'elaborato 016_P_013_Piano di Monitoraggio post operam.
- Le aree di stoccaggio temporaneo dei rifiuti saranno realizzate in conformità alle indicazioni contenute nell'art 183 c 1 lett bb del Dlg 152/06. I rifiuti stoccati

temporaneamente in attesa di smaltimento sono costituiti da terreno contaminato proveniente dagli scavi in corrispondenza dei punti S5 per una quantità di circa 8 mc e dalla recinzione esistente che sarà rimossa. Le aree di stoccaggio saranno separate tra loro. I terreni saranno stoccati in cumuli realizzati in aree confinate con teli HDPE di fondo e protezioni superficiali in teli HDPE. In alternativa potranno essere depositati temporaneamente in container di capacità pari a 20 mc. Lo stoccaggio avverrà per il periodo minimo necessario per le attività di caratterizzazione del rifiuto, se necessarie, e carico su bilico per il trasporto a smaltimento.

- nella sistemazione a verde dell'intera area mediante le tecniche contenute nel "Regolamento per l'attuazione degli interventi di ingegneria naturalistica nel territorio della Regione Campania" allegato al D.P.G.R. n. 574 del 22/07/2002 pubblicate sul B.U.R.C, speciale del 19/08/2002.

In essa l'area in oggetto si inquadra nella "fascia mediterranea" essendo localizzata ad una quota inferiore a 500 m s.l.m..

Il sito, come detto in precedenza, ricade in z.t.o. "F6-Attrezzature eco ambientali e tecnologiche". Questa a sua volta è compresa nella z.t.o. "D3-Produttiva per attività estrattiva", per la quale le norme tecniche di attuazione, prevedono l'esercizio dell'attività estrattiva, pertanto esso dal punto di vista dell'impiego di "materiale vivi e morti per le tecniche di I.N.", di cui alla tabella 1 delle suddette linee guida, deve essere inquadrato nell'Ambito di impiego "5-aree urbane" e "6-aree industriali". Per esse non vi sono vincoli in termini di specie erbacee ed arboree.

Per le specie erbacee verranno utilizzati semi di piante autoctone erbacee selezionate in ragione di 30 g/mq di "bromus erectus" per le graminacee e "melilotus officinalis" per le leguminose. Entrambe le specie sono indicate per la fascia in oggetto e destinate a prati aridi ed incolti, ossia richiedono poca manutenzione.

8. ASPETTI ECONOMICI E FINANZIARI

L'importo delle opere è stato determinato attraverso la redazione del computo metrico estimativo allegato al presente progetto. I prezzi unitari sono stati desunti dal **PREZZIARIO DEI LAVORI PUBBLICI 2016** di cui alla D.G.R.C. n. 359 del 13/07/2016. Per le categorie di lavorazioni non presenti nel suddetto prezziario, sono state redatte apposite analisi prezzo sommando i vari contributi per la manodopera, noli e trasporti e/o materiali. In particolare per la manodopera i costi orari unitari sono stati desunti dalle tabelle ufficiali.

L'importo dei lavori per la realizzazione del progetto di bonifica e messa in sicurezza definitiva della discarica è pari a € **4'469'061,06** di cui

- € 120'226,77 costi per l'attuazione dei piani di sicurezza e non soggetti a ribasso.
- € 68'077,53 incidenza oneri della sicurezza (oneri intrinseci)
- € 570'631,64 incidenza manodopera

Le somme a disposizione della stazione appaltante ammontano a € **1'283'611,99** , così come da quadro economico allegato. Il costo totale del progetto è pari a € **5'752'673,05**.

