



LEGGE

D.Lgs. 12 aprile 2006, n°163
D.P.R. 5 ottobre 2010, n°207
D.Lgs. 13 gennaio 2003, n°36
D.Lgs. 3 aprile 2006, n°152

OGGETTO

Bonifica e messa in sicurezza permanente della ex discarica di RSU sita alla località Faiti- Pastenate



PROGETTO OPERATIVO/DEFINITIVO

PROGETTAZIONE

Ing. Gerardo CIMINO
Dott. Geol. Giovanni MORIELLO



VALIDAZIONE/APPROVAZIONI

**Integrazione CdS del 26/05/2015 e
Nota A.R.P.A.C. del 29/05/2015**

COMMITTENTE

Amministrazione Comunale_Sindaco p.t.
Dott.^{ssa} Filomena DEL GAIZO

ELABORATO

**PO_R.01
Relazione tecnica generale**

DATA

R.U.P.

Arch. Domenico MARMORINO

1. Premessa

Su incarico dell'Amministrazione Comunale di Contrada (AV), i tecnici Ing. Gerardo CIMINO, con studio in San Giorgio del Sannio (BN), alla Piazza Immacolata n.2, tel/fax 082458232, e Geologo Dott. Giovanni MORIELLO, con studio in Telesse Terme (BN) alla Via Giulio Cesare n.4, hanno redatto il *Progetto Operativo/Definitivo di bonifica e messa in sicurezza permanente della ex discarica di RSU sita alla località Faiti-Pastenate* ed identificata con Cod. n°4029C001, seguendo la procedura tecnico-operativa indicata dal D. Lgs. 152/06, dal D. Lgs. 36/2003, dal D.Lgs. 163/2006 e dal D.P.R. n°207 del 5 ottobre 2010, nonché in ottemperanza a quanto disposto dalla U.O.D. Autorizzazioni Ambientali e Rifiuti di Avellino_Regione Campania con Verbale di Conferenza dei Servizi del 17/09/2014.

Integrazioni/modifiche_CdS del 26/05/2015 e Nota A.R.P.A.C. del 29/05/2015

Facendo seguito a quanto ulteriormente disposto sia dalla U.O.D. Autorizzazioni Ambientali e Rifiuti di Avellino_Regione Campania con Verbale di Conferenza dei Servizi del 26/05/2015 relativamente anche al parere espresso dalla Provincia di Avellino_Servizio Tutela Ambiente con nota prot. n. 31800 del 07/05/2015 sia dall'ARPAC_Dipartimento di Avellino con parere di cui alla nota del 29.05.2015 prot. n. 0033395/2015 del 01/06/2015, si è provveduto ad apportare al citato *Progetto Operativo/Definitivo* le **seguenti integrazioni e/o modifiche**:

- ✓ nelle tavole di progetto è stata riportata la fascia di rispetto dei 10 m previsti per il *vallone Faiti* che è censito come “acqua pubblica”, ragion per cui le opere d'arte interferenti sono state arretrate oltre tale limite. Anche per il *vallone Pastenate*, nonostante esso sia non censito come “acqua pubblica”, le opere d'arte previste nel progetto, sono state posizionate oltre i 10 m di distanza. Pertanto, non sussistendo alcuna interferenza di tutte le opere di progetto rispetto ad entrambi i citati *valloni*, non necessita alcuna valutazione idraulica.
Si rappresenta, inoltre, che le acque superficiali del *capping*, regimentate attraverso le aste drenanti e le canalette di raccolta perimetrali, saranno opportunamente scaricate nel *vallone Pastenate* che non è censito come “acqua pubblica”;
- ✓ al fine di evitare eventuali perdite laterali di colaticci, il *diaframma impermeabile* previsto in progetto è stato allungato fino ad entrambi gli angoli di monte dell'area di intervento lungo i rispettivi valloni *Faiti* e *Pastenate*. Inoltre, è stata modificata l'ubicazione della nuova vasca di raccolta del percolato, posizionandola all'interno del diaframma impermeabile;
- ✓ riguardo ai profili A1 e A2 riportati nell'elaborato di progetto PO_TA.03, è stata eliminata la discordanza relativa alla profondità della barriera idraulica di mon-

te, prevedendo di ammassare tale barriera, per l'altezza di 1,00 m, nello strato di argilla. Per quanto concerne, inoltre, la litologia dei terreni presenti, tale aspetto è stato ampiamente specificato nella *Relazione geologica e relativi allegati*, componenti il *Progetto Operativo/Definitivo* già depositato e trasmesso agli enti di competenza;

- ✓ le gabbionate previste, al piede del corpo rifiuti, nel tratto prospiciente il *vallone Pastenate*, sono state prolungate lungo tutta l'area interessata dallo sbancaamento rifiuti denominata, in progetto, "Area B".

Le integrazioni e/o modifiche apportate al *Progetto Operativo/Definitivo*, così come innanzi puntualizzate, non hanno comportato alcuna variazione dell'importo complessivo dei lavori e sono finalizzate a definire la bonifica e la messa in sicurezza permanente della ex discarica R.S.U. sita in località Faiti-Pastenate del Comune di Contrada (AV).

2. Ubicazione e descrizione del sito

L'area in esame è ubicata in località *Faiti-Pastenate* ed è censita catastalmente al f.lio 10 particelle 199 e 200.

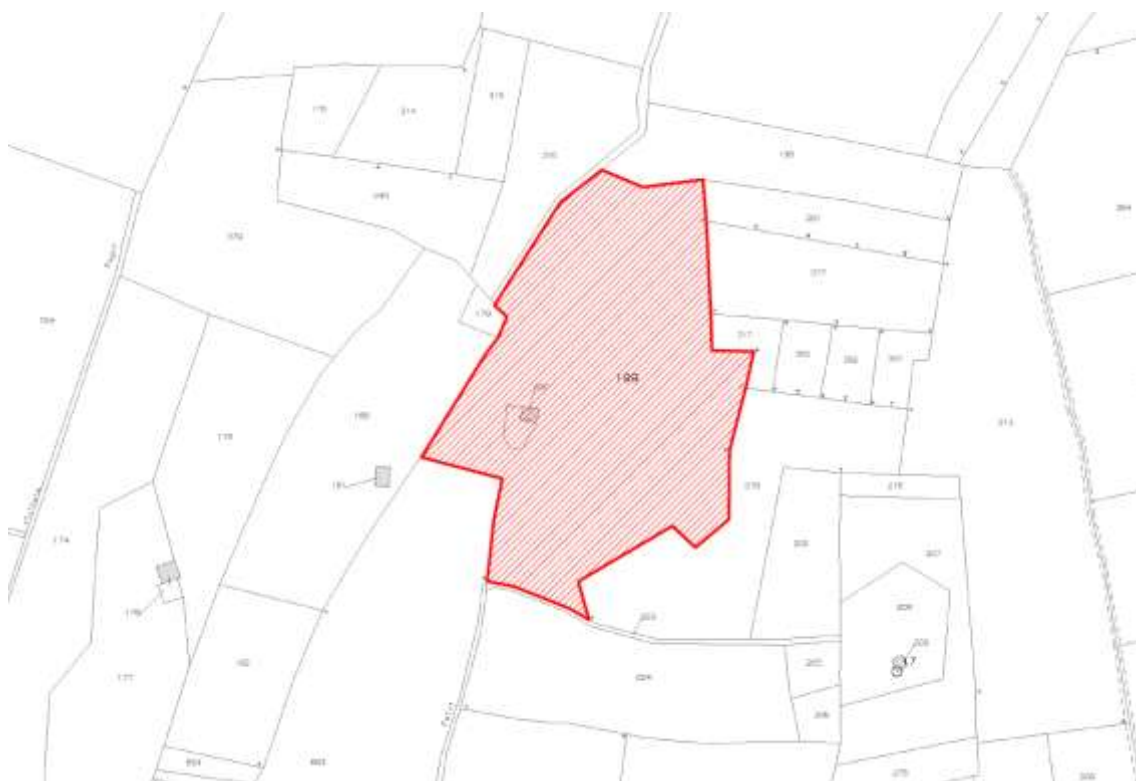


Fig.1 Stralcio planimetria catastale_Fg.10 P.lle 199 e 200

Il sito ricade, secondo il P.R.G. vigente, in zona *E3_Agricola* e risulta identificato, nell'ambito del Piano Regionale di Bonifica (PRB) della Campania, con il codice n. 4029C001, ad un altitudine di 495 m s.l.m..



Fig.2 Foto aerea dell'area d'intervento



Fig.3 Foto aerea dell'area d'intervento_Particolare

Si tratta di un'area dell'estensione complessiva di **14.240 mq** (la particella 199 occupa una superficie di 14.058 mq; la particella 200 occupa una superficie di 182 mq); ricoperta da sterpaglia spontanea, caratterizzata morfologicamente da medie pendenze, dotata di naturale stabilità e costeggiata dai valloni *Faiti* e *Pastenate*.

Distando circa 2,5 Km dal centro abitato, è raggiungibile percorrendo la strada provinciale SP18, lungo la quale, dopo 1,5 km, si trova l'incrocio per la strada vicinale *Pastenate*. Da questa, tramite la strada vicinale *Ragni-Faiti*, si raggiunge il sito della ex discarica.

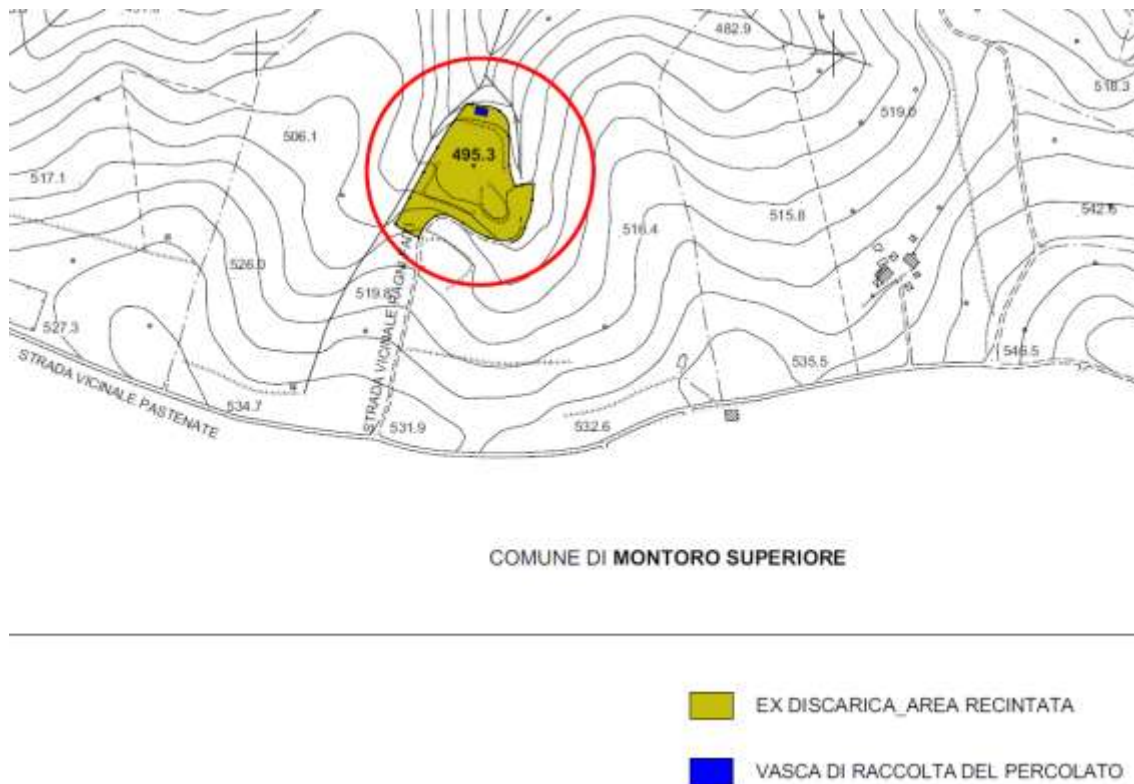


Fig.4 Aereofotogrammetria con area d'intervento

3. Formazione della discarica

Come risulta dal *Piano di Caratterizzazione*, il progetto della discarica fu approvato con Delibera G.M. n°223 del 02/06/1988 e ratificato con Delibera C.C. n°164 del 23/06/1988, nonché successivamente approvato con Delibera G.R. Campania n°3310 del 29/07/1988. La Regione Campania con Decreto n°20557 del 10/09/1992 autorizzò il Comune di Contrada ad utilizzare l'area ubicata in località Faiti-Pastenate come discarica comunale precisando che tale discarica poteva ospitare solo ed esclusivamente rifiuti solidi urbani prodotti nell'ambito del territorio comunale di Contrada.

La discarica, all'epoca, fu realizzata attraverso l'impiego di diverse opere e tecnologie consistenti in:

- una vasca di raccolta dei rifiuti, di forma trapezoidale, completamente impermeabilizzata, sia sul fondo cava che sulle pareti laterali con geomembrana in HDPE dello spessore di 5 mm, con sovrastante strato di ghiaietto e tubazioni drenanti per la captazione del percolato;

- opere di canalizzazioni all'esterno dell'invaso per allontanare le acque meteoriche;
- una vasca in calcestruzzo rettangolare, di raccolta del percolato, delle dimensioni di 10,7 x 6,5 m;
- recinzione dell'intera area.

La discarica venne esaurita il 12/05/1998, per cui l'invaso venne risistemato con una copertura di terreno argilloso e inerti, nonché ricoperto con terreno vegetale per un successivo impianto di piantumazione.

A seguito dell'emergenza rifiuti dell'anno 2004, l'Amministrazione comunale, consultata con A.S.L. e A.R.P.A.C., ritenne opportuno far costruire all'interno dell'area una vasca di raccolta per lo stoccaggio provvisorio di RSU. Sul fondo della vasca fu posto uno spessore bentonitico ricoperto da una geomembrana in HDPE di 2 mm, saldata per termofusione. Al di sopra della geomembrana fu posto uno strato di scorrimento di feltro - non tessuto ricoperto a sua volta da uno strato di conglomerato cementizio vibrato di 20 cm. La vasca fu dotata, altresì, sul fondo di un sistema a griglia per la raccolta del percolato che veniva convogliato in un pozzetto di raccolta a tenuta stagna.

L'area di insediamento della discarica risulta, allo stato attuale, delimitata da rete metallica sorretta da paletti in ferro e munita di cancello carraio a doppia anta in ferro; inoltre, il sito si presenta saturo e ricoperto di sterpaglia e vegetazione spontanea.

I terreni circostanti sono adibiti per buona parte a coltivazioni di tipo boschivo, mentre la restante parte è caratterizzata da vegetazione fluviale tipica della zona (*pioppi, acacie, ecc.*) per la presenza dei valloni *Faiti* e *Pastenate* che costeggiano, a valle e sui lati, il sito della discarica.

4. Piano di investigazione integrativo e documento Analisi del Rischio

Ai fini della completa valutazione del rischio di inquinamento per l'ambiente naturale, il territorio urbanizzato e del danno per la salute pubblica, è stato condotto un *Piano di analisi del suolo*, sottosuolo, acque sotterranee e superficiali e delle componenti ambientali che possono essere state interessate dalla migrazione delle sostanze presenti nella sorgente di contaminazione quale è appunto la discarica in oggetto.

Il piano di investigazione, nel nostro caso, è mirato a:

1. verificare l'effettivo inquinamento generato, da rifiuti stoccati alle diverse matrici ambientali;
2. definire, confermare e integrare i dati relativi alle caratteristiche geologiche, idrogeologiche, ideologiche del sito e ad ogni altra componente ambientale rilevante per l'area interessata;

3. definire accuratamente l'estensione e le caratteristiche dell'inquinamento del suolo, del sottosuolo, delle acque sotterranee e superficiali e delle altre matrici ambientali rilevanti.

Nel piano di investigazione sono stati definiti:

- la localizzazione dei punti e i metodi di campionamenti di suolo, sottosuolo, acque sotterranee e superficiali per l'area del sito e l'area circostante che si ritiene interessata dall'inquinamento presente nel sito;
- la profondità di perforazioni e prelievi;
- eventuali altre componenti ambientali analizzate;
- la lista delle sostanze da analizzare;
- le metodologie delle analisi chimico-fisiche e di tutte le altre indagini e analisi che siano ritenute necessarie a caratterizzare la presenza e la diffusione dei contaminanti e il loro impatto sull'ambiente circostante e sulla popolazione;
- punti e metodologie di campionamento adottate per confermare la caratterizzazione ambientale, in particolare geologica, idrogeologica e idrologica del sito e dell'area esterna interessata dai fenomeni di contaminazione.

4.1 Indagini eseguite e modalità di esecuzione

La strategia adottata nella scelta dell'ubicazione degli ulteriori punti di sondaggio e di prelievo nonché del relativo numero di campioni da prelevare è stata preventivamente concertata, mediante sopralluogo congiunto in situ, tra i sottoscritti tecnici ed il personale ARPAC. Ciò al fine di rispondere più approfonditamente ai seguenti obiettivi di carattere generale:

- tenere conto delle dimensioni del sito da investigare, in funzione del quale per ogni matrice ambientale viene fissato il numero minimo dei punti nei quali effettuare il prelievo, ai sensi del D. Lgs. 152/06 (ex tabelle riportate nell'Allegato n.2 del D.M. 471/99);
- la profondità del prelievo di campioni di terreno e/o acqua varia con la necessità di caratterizzare l'area dal punto di vista geologico e idrogeologico, di definire la profondità dell'inquinamento, la variabilità verticale della contaminazione, la presenza di contatto diretto tra gli acquiferi e le fonti di inquinamento;
- tener conto della variabilità orizzontale della contaminazione.

I due ulteriori sondaggi sono stati collocati in aree del sito secondo quanto previsto e disposto dalla Conferenza dei Servizi nella <<Relazione Verbale del 31/08/2009>>, cercando comunque di individuare i punti in funzione dell'andamento della falda: pertanto, a tal fine, si è previsto un sondaggio (S1-2013) **<attrezzato a piezometro>** a valle dell'area di discarica, nelle immediate vicinanze della vasca di raccolta del percolato, ed un sondaggio (S2-2013) come **<bianco campione>** a monte dell'area di discarica, in una zona esterna al suo perimetro.

Comunque va precisato che ciascuna posizione è stata verificata in sito tenendo presente l'accessibilità ed il rispetto delle condizioni di sicurezza dei lavoratori e delle macchine.

Data la particolare eterogeneità delle matrici ambientali suolo, sottosuolo e acque sotterranee, il campionamento e le analisi condotte sono state effettuate in modo da fornire un campione rappresentativo della reale concentrazione di una determinata sostanza nello spazio, cioè nell'area e nel volume campionati, e l'evoluzione della concentrazione nel tempo.

In accordo alle indicazioni contenute nella normativa vigente, il programma delle **indagini integrative** che è stato eseguito è il seguente:

- esecuzione di n.02 (due) sondaggi (S1-2013 e S2-2013, effettuati congiuntamente all'ARPAC) a carotaggio continuo con esame del cutting in continuo, dai cui risultati sono state redatte le stratigrafie;
- completamento di n.01 (uno) dei due fori di sondaggio (S1-2013, ossia quello a valle dell'area di discarica, effettuato congiuntamente all'ARPAC) come pozzo di monitoraggio della falda con relativo prelievo di campioni di acqua;
- analisi di laboratorio delle acque e dei terreni.

Le suddette analisi, infatti, sono state effettuate per i rispettivi due sondaggi alle profondità indicate negli elaborati stratigrafici dei carotaggi; in particolare, per il solo sondaggio di valle (S1-2013) tali analisi sono state attrezzate a pozzo per la valutazione degli andamenti piezometrici della falda e delle sue caratteristiche chimico-fisiche, con prelievi sia d'acqua che di terreni.

Di seguito si dettagliano le modalità di esecuzione delle indagini.

4.2 Sondaggi a carotaggio continuo

La scelta del tipo di perforazione è stata guidata dalle necessità conoscitive poste dal singolo caso, tenendo conto del tipo di terreno da perforare nonché dalla necessità di conoscere, con esattezza, la litologia e la sua successione nel sottosuolo, di effettuare il prelievo di campioni indisturbati di terreno, considerando anche l'eventuale presenza di inquinanti volatili e la necessità di installare piezometri.

Il sondaggio S1-2013, attrezzato a piezometro, è stato eseguito con l'uso di una trivella meccanica ed è stato spinto fino alla profondità di circa 15 m dal piano campagna¹ per consentire il successivo completamento come *<pozzo di monitoraggio della falda>*.

Il sondaggio S2-2013, invece, non attrezzato a piezometro, è stato eseguito con l'uso della stessa trivella meccanica ed è stato spinto fino alla profondità di circa 2 m dal piano campagna² per consentire di effettuare il successivo *<campione bianco>*.

¹ Cfr. Verbale ARPAC n° 1/R. Ru. del 20/06/2013: *"Il sondaggio ha raggiunto la profondità di circa 15 m; non è stato possibile approfondire ulteriormente a causa di problemi di trivellazione dovuti alla presenza di trovanti lapidei difficilmente perforabili con il carotiere a secco"*.
Bonifica e messa in sicurezza permanente della ex discarica di RSU alla località Faiti-Pastenate

I due sondaggi sono stati realizzati con una sonda a rotazione meccanica, senza l'uso di fluidi di perforazione, a carotaggio continuo del diametro di 127 mm e rivestimento a seguire del diametro di 152 mm. Il campionamento del terreno è stato effettuato avendo cura di procedere con basse velocità di rotazione del campionatore per evitare fenomeni di surriscaldamento del terreno.

Tutta l'attrezzatura di perforazione è stata sottoposta a procedura di decontaminazione, prima dell'inizio delle indagini, tra un sondaggio e l'altro e prima di lasciare il sito.

Il campionamento è stato effettuato, in contraddittorio con l'ARPAC, prelevando il terreno sia dalla cassetta catalogatrice del sondaggio S1-2013, alla profondità compresa tra gli 8,50 e i 10,00 m del p.c. sia dalla cassetta catalogatrice del sondaggio S2-2013, alla profondità compresa tra i 0,50 e gli 1,50 m del p.c.

I rispettivi **“campioni finali”**, opportunamente omogeneizzati, sono stati composti ciascuno da n.2 aliquote così suddivise:

➤ **Sondaggio S1-2013**

- n°1 vaso di vetro oscurato da Lt. 1 e n°1 vaso di vetro oscurato da Lt. 0,370;
- n°1 vaso di vetro oscurato da Lt. 1, quale campione di riserva;
- n°1 vaso di vetro oscurato da Lt. 1, quale contro campione.

➤ **Sondaggio S2-2013**

- n°1 vaso di vetro oscurato da Lt. 1 e n°1 vaso di vetro oscurato da Lt. 0,370;
- n°1 vaso di vetro oscurato da Lt. 1, quale campione di riserva;
- n°1 vaso di vetro oscurato da Lt. 1, quale contro campione.

Le carote, prelevate e riposte in apposite cassette catalogatrici sigillate, sono state conservate all'interno del sito, rimanendo a disposizione per eventuali futuri rilievi.

Tutte le operazioni di perforazione sono state coordinate da un *geologo* che ha redatto la stratigrafia intercettata e da un *ingegnere esperto* in Ambiente nel pieno rispetto dei criteri di conduzione delle indagini dettati dal D. Lgs 152/06.

4.3 Pozzo di monitoraggio della falda

Allo scopo di verificare più approfonditamente l'assetto idrogeologico dell'area rispetto alla pregressa attività di *Caratterizzazione* del sito, è stato previsto di completare il sondaggio S1-2013, descritto nel precedente paragrafo 2.3, come pozzo di monitoraggio della falda.

Il piezometro ha raggiunto una profondità di circa 15 m dal p.c.; il foro è stato completato con una tubazione in PVC del diametro di 4" microfessurata (con luce di 0,4 mm) nel tratto inferiore a partire dal fondo foro e fino a 3 dal p.c..

² Cfr. Verbale ARPAC n° 2/R. Ru. del 20/06/2013: *“Il sondaggio S2-2013 è stato effettuato a monte della ex area di discarica al fine di effettuare un <campione bianco>”*.
Bonifica e messa in sicurezza permanente della ex discarica di RSU alla località Faiti-Pastenate

Lo spazio anulare tra il pozzo e il foro è stato riempito con sabbia silicea lavata e calibrata (1-3 mm) fino a 50 cm sopra il tratto fessurato. Al fine di evitare l'infiltrazione delle acque superficiali, il restante spazio è stato sigillato con una miscela cementizia a base bentonitica fino a boccapozzo.

Al termine dell'installazione, nel piezometro si è proceduto allo spurgo mediante pompa sommersa a piccola portata.

Il pozzo di monitoraggio è stato completato in superficie con protezioni metalliche che fuoriescono fuori terra per oltre 15 cm ed inoltre, al fine di prevenire l'infiltrazione di eventuale acqua superficiale, il boccapozzo è stato chiuso con un tappo a tenuta provvisto di lucchetto.

La trivellazione effettuata ha permesso di redigere le stratigrafie con il dettaglio degli spessori e della qualità dei litotipi rinvenuti; inoltre, le misure piezometriche hanno permesso di predisporre un idoneo campionamento delle acque a profondità opportunamente scelte, consentendo la stima della circolazione idrica sotterranea.

Le operazioni di trivellazione, campionamento e sistemazione pozzo, come dal rilievo fotografico sono state eseguite secondo le specifiche tecniche dell'A.R.P.A.C., peraltro anche presente, e nel rispetto della legislazione ambientale vigente (Allegato n.2 del D.M. n. 471/99 ed Allegato n.1 del D.Lgs. n. 152/06).

4.3.1 Prelievo campioni di acqua

L'attività di campionamento di acqua per il sondaggio S1-2013 (attrezzato a piezometro) è stata eseguita secondo le indicazioni e specifiche tecniche A.R.P.A.C., così come disposto dalla Conferenza dei Servizi nella <<Relazione Verbale del 31/08/2009>>. In specifico, per ciascun campionamento d'acqua sono state utilizzate, con le dovute precauzioni igienico - sanitarie, n. 04 bottiglie sterilizzate da un litro e sistemate immediatamente in un frigorifero portatile a bassa temperatura ($4\pm 2^{\circ}$ C) fino al deposito in laboratorio che è avvenuta nelle 24 ore dal campionamento.

I quattro campioni di acqua sono stati prelevati dal pozzo, dopo le operazioni di spurgo (fino ad ottenimento d'acqua chiara e, in ogni caso, per un tempo non inferiore al ricambio di tre volte il volume d'acqua presente all'interno del piezometro), a diverse altezze nella colonna d'acqua del pozzo (un campione superficiale, uno intermedio ed uno in profondità).

Ciascun prelievo è stato effettuato con una pompa a bassa portata collegata con un tubo di piccolo spessore che ha permesso di prelevare i campioni alle altezze stabilite. Comunque va sottolineato che durante i campionamenti effettuati, si è mirato a garantire:

- l'assenza di contaminazione derivante dall'ambiente circostante o dagli strumenti impiegati per il campionamento e prelievo;

- l'assenza di perdite di sostanze inquinanti sulle pareti dei campionatori o dei contenitori;
- la protezione del campione da contaminazione derivante da cessione dei contenitori;
- un'adeguata temperatura al momento del prelievo per evitare la dispersione delle sostanze volatili;
- un'adeguata temperatura di conservazione dei campioni;
- l'assenza di alterazioni biologiche nel corso dell'immagazzinamento e conservazione;
- l'assenza in qualunque fase di modificazioni chimico-fisiche delle sostanze;
- la pulizia degli strumenti e attrezzi usati per il campionamento, il prelievo, il trasporto e la conservazione.

4.3.2 Analisi di laboratorio dei campioni di acqua

Le analisi di laboratorio sono state eseguite secondo le direttive tecniche attuative del “Piano Regionale di Bonifica - Approvazione Piano di Caratterizzazione ai sensi del D. Lgs. 152/06, parte quarta, titolo quinto, art. 242 – DGR n°400 del 28.03.2006 e D.D. n°911 del 07.11.2006” nonché in considerazione di quanto disposto dalla Conferenza dei Servizi nella <<Relazione Verbale del 31/08/2009>>.

Per ciascun campione di acqua di falda prelevati dal pozzo di monitoraggio S1-2013 sono stati ricercati i seguenti parametri:

- Conducibilità elettrica, pH, durezza (CaCO₂).
- Azoto Ammoniacale, Azoto Nitroso, Azoto Nitrico, Boro, Argento, Alluminio, Cloruri, Fluoruri, Solfati, Zinco, Arsenico, Berillio, Cadmio, Calcio, Cobalto, Cromo totale, Cromo VI, Ferro, Magnesio, Manganese, Mercurio, Nichel, Piombo, Antimonio, Potassio, Rame, Sodio, Selenio, Stagno, Tallio, Vanadio, Idrocarburi (n-esano).

4.4 Conclusioni Analisi del rischio

Dall'Analisi del Rischio, elaborata con il software RISKNET VERS. 1.0, adottando il Principio della massima cautela, si evince che:

A. Relativamente ai rischi per la risorsa idrica superficiale (Cfr. allegati tabulati):

- **il rischio dal suolo ed il rischio dalla falda sono accettabili.**

B. Relativamente ai rischi per la risorsa idrica sotterranea (Cfr. allegati tabulati):

- **nessun potenziale rischio per la falda idrica sotterranea.**

C. *Per quanto concerne l'inalazione di polveri, il contatto dermico e l'ingestione di suolo superficiale:*

- **c'è rischio dal suolo per i parametri Antimonio, Arsenico, Berillio, Mercurio, Zinco e Stagno.**

Per il D.Lgs. n°4/2008, art. 240, nel caso in cui il sito potenzialmente contaminato sia ubicato in un'area interessata da fenomeni antropici o naturali che abbiano determinato il superamento di una o più *Concentrazioni soglia di contaminazione* (CSC), queste ultime si assumono pari al valore di fondo esistente per tutti i parametri superati.

Il superamento, poi, delle *Concentrazioni soglia di rischio* (CSR), come nel nostro caso, richiede la messa in sicurezza e la bonifica del sito, che è, pertanto, risultato **contaminato**.

5. Il progetto ed il ripristino ambientale

5.1 Premessa

Gli interventi di messa in sicurezza permanente della ex discarica sita alla località Faiti-Pastenate consisteranno in una serie di operazioni che, sviluppandosi mediante un ordine procedimentale, dettato dalle normative vigenti in materia, serviranno a ricondurre il sito da una situazione di "*Potenziale pericolosità*", determinata dalla contaminazione dei rifiuti, ad una situazione di "*Non pericolosità*" per la salute pubblica e per l'ambiente circostante.

I lavori avranno lo scopo di isolare la fonte dell'inquinamento, mediante la delimitazione dell'area oggetto d'intervento, la realizzazione di idonei drenaggi, vasche di accumulo ed il ripristino ambientale.

La prima fase dei lavori riguarderà la pulizia dell'area di cantiere da eventuali rifiuti sversati successivamente alla chiusura della discarica, l'estirpazione di erbe infestanti, la rimozione degli apparati radicali, della vegetazione a raso e dei cespugli, la scortatura del terreno eseguita su piani orizzontali e sulle scarpate anche con andamento subverticale, l'espurgo dei rifiuti liquidi e del percolato presenti e la demolizione delle precarie recinzioni esistenti.

In questa fase, inoltre, sarà effettuata un'operazione di parziale rimozione dei rifiuti con il loro spostamento dalla *Zona B* alla *Zona A* (*riabbancamento*). Lo spostamento di questa parte di rifiuti si rende necessario in quanto il limite del corpo rifiuti impedirebbe la realizzazione di un adeguato sostegno del *capping* (gabbionate), della barriera idrogeologica e della strada di servizio per l'accesso alla zona a valle, atteso l'esiguo spazio disponibile tra il corpo rifiuti ed il limite catastale.

I rifiuti della *Zona B* (di circa 250 mq per un'altezza media di 4,0 m) verranno spostati nella *Zona A* (di circa 570 mq), ora occupati dalla vasca realizzata nell'anno 2004. In definitiva, il volume complessivo di rifiuti da riposizionare è pari a circa 1.000 mc. Si specifica che la rimozione dei rifiuti ed il loro successivo riabbancamento, trattandosi di rifiuti urbani e/o assimilabili agli urbani, come dimostrato dal *Piano di caratterizzazione e dal Documento Analisi del rischio* approvati, è **compatibile**, sotto il profilo ambientale, con la movimentazione in situ. Avendo i rifiuti da riabbancare una volumetria esigua (circa 1000 mc) ed occupando una superficie di soli 250 mq rispetto alla rimanente superficie della ex discarica (circa 4.000 mq), si può procedere alla loro movimentazione in situ, trasportandoli nella suddetta vasca in calcestruzzo (di superficie pari a 570 mq ed un'altezza media di 2,50 m), non andando ad alterare il profilo esistente dell'area di discarica ossia la sua attuale conformazione morfologica.

I rifiuti riabbancati saranno, prima della realizzazione del capping finale, ricoperti immediatamente con terreno e/o argilla, onde evitare esalazioni maleodoranti.

La superficie di estradosso dell'intero sito verrà, poi, compattata con mezzi idonei alla natura del sottofondo e tenendo conto della morfologia accidentata, e quindi risagomata in attesa della copertura definitiva.

La seconda fase, la più delicata e di maggiore incidenza sulla stabilità del complesso discarica-aree di servizio, consisterà nel rendere il volume della massa rifiuti quanto più ridotto possibile, al fine di stabilizzare il complesso solido-liquido-gassoso presente nell'ammasso.

Pertanto, si avvierà l'estrazione del percolato, mediante n°02 pozzi di estrazione, non prima di aver realizzato un efficiente sistema di drenaggio nel corpo della discarica e aver sostituito l'attuale vasca di raccolta del percolato con una vasca prefabbricata in monoblocco c.a.v. "standard" da 61 mc con trattamento impermeabilizzante delle pareti interne eseguito con vernice epossidica modificata con resine idrocarburiche per la protezione acida delle superfici in calcestruzzo.

Successivamente, saranno predisposti n°04 pozzi di estrazione del biogas per la fuoriuscita contemporanea dei fluidi e dei gas, pozzi che verranno poi utilizzati per il monitoraggio successivo alla bonifica e per la gestione della discarica.

Ciò consentirà nei primi tre mesi d'intervento di ridurre notevolmente il volume del corpo rifiuti nella vasca di discarica e di limitare in modo considerevole i potenziali cedimenti della superficie del *capping* nel corso del tempo. Allo stesso modo questa lavorazione sarà affiancata, ovviamente, da una verifica periodica delle strutture superficiali che accolgono i materiali di fuoriuscita. Saranno, altresì, monitorate le acque nei pozzi di controllo opportunamente ubicati a valle del sito di discarica, in relazione alla direzioni di flusso degli inquinanti.

Si darà, poi, luogo alla terza fase, quella di bonifica esecutiva vera e propria, mediante la realizzazione del diaframma drenante, del diaframma impermeabile e della barriera idraulica con i relativi pozzi di estrazione, al fine di assicurare una barriera idrogeologica alla contaminazione presente nel sito.

Con la quarta fase sarà realizzato il *capping* sul corpo rifiuti e la sistemazione a verde dell'intera area oggetto d'intervento mediante inerbimento con idrosemina e messa a dimora di arbusti e piante autoctone.

5.2 L'eliminazione del biogas

Per eliminare il biogas nel corpo rifiuti verranno realizzati, mediante trivellazione con sistema di perforazione a secco, n°04 pozzi di estrazione del diametro di 60 cm.

Ciascun foro verrà protetto con un tubo apposito (*camicia*) della stessa dimensione; esso verrà rimosso solo al momento dell'introduzione del tubo filtrante (microfessurato in PEAD D 160 SDR 17 PN 10) e della ghiaia di riempimento.

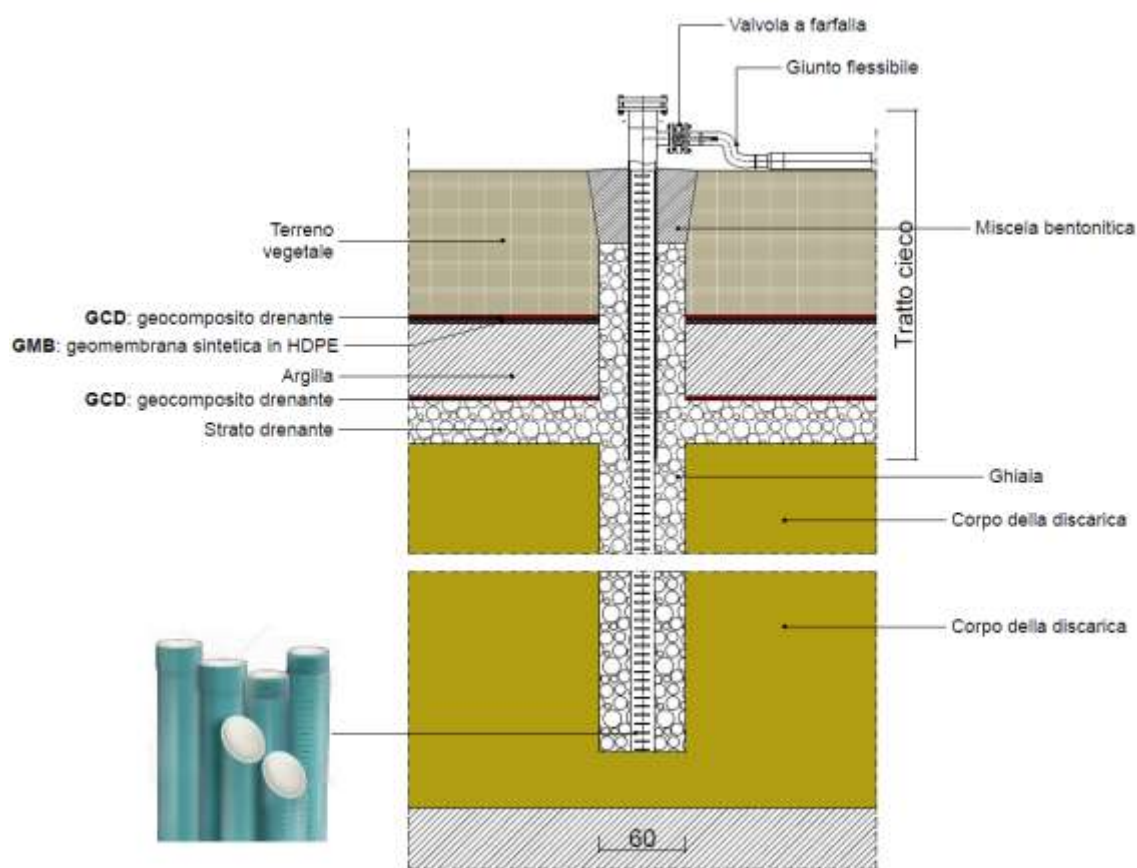


Fig.5 Il tubo di aspirazione del biogas: particolare costruttivo.

La testa del pozzo di aspirazione del biogas sarà costituita da:

- un tubo in PEAD D200, della lunghezza di 2,0 m;
- una flangia cieca in acciaio con opportuni passapareti;

- una valvola a farfalla;
- un giunto flessibile in PVC texas D90 (della lunghezza di 1,5 m), completo di fascette;
- un tappo in argilla o miscela bentonitica dell'altezza di 0,50 m.

Il pozzo avrà una profondità media di 7,0 m.

Una tubazione in polietilene ad alta densità (DN90 e DN125) convoglierà il biogas alla centrale di aspirazione e biofiltrazione.

La centrale, con biofiltro scarrabile e telaio in ferro, avrà una portata di 50 mc/h e sarà costituita da:

- una valvola di intercettazione, installata prima dell'ingresso nel filtro, con corpo in ghisa, comando a leva, DN 65;
- una valvola di scarico della condensa, del tipo a sfera in ottone cromato, installata sul tronchetto di scarico condensa posto alla base del filtro, con corpo in ottone, comando a leva, DN: 3/4";
- un filtro di separazione e scarico della condensa, realizzato in acciaio inossidabile e posto all'ingresso in centrale;
- un collettore di aspirazione in acciaio inox posto tra il filtro di ingresso e l'aspiratore, con condotta DN 65;
- un aspiratore compressore, soffiante centrifuga a canale laterale della portata di 50 mc/h, potenza assorbita 1,5 kw, potenza installata 2,0 kw, tensione di alimentazione 380 V/50 Hz;
- un collettore di mandata in acciaio inox, con condotta DN 65;
- un sistema di misura della portata costituito da una flangia tarata e un misuratore di pressione differenziale;
- un filtro rompifiamma in acciaio;
- un telaio per il supporto della parte di aspirazione in profilati di ferro ricoperti con doppio strato di vernice e completo di tettoia in acciaio inox e di golfari di sollevamento;
- un quadro di controllo costituito da un armadio in versione IP54 in lamiera;
- allarmi di blocco dell'impianto, preallarmi con segnalazione luminosa e allarmi con blocco impianti.

L'impianto di abbattimento emissioni con biofiltro scarrabile avrà dimensioni interne pari a 5700x2000xh 2400 mm, ingombro massimo 6000x2500xh 2400 mm, altezza media del letto filtrante 1,5 m, con consumo max di acqua giornaliero pari ad 1 mc.

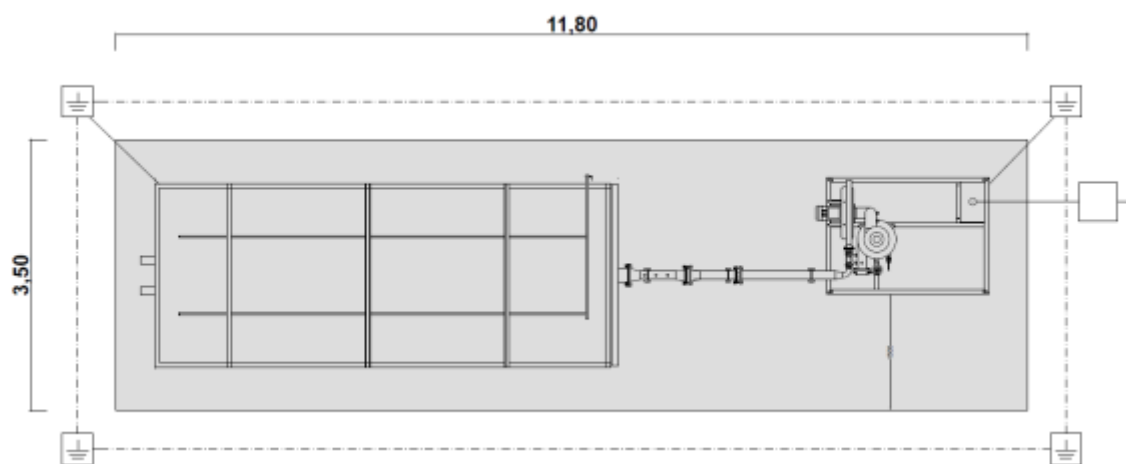


Fig.6 La centrale di aspirazione del biogas con filtro scarrabile.

L'impianto sarà costituito da n°1 biofiltro delle dimensioni di 6000x2400xh 2400 mm, con vasca di contenimento realizzata da un container scarrabile in acciaio verniciato. Il letto filtrante avrà uno spessore medio di 1,5 m, in miscela vegetale calibrata, derivante da compost verde, idonea per porosità e ritenzione idrica ed avente un peso di volume asciutto pari a circa 500 kh/mc (peso umido 800 kg/mc), sarà posato su un grigliato in polipropilene rinforzato con fibra di vetro. I moduli di grigliato hanno dimensioni in pianta di 500x500 mm, poggianti su supporti in polipropilene rinforzato con fibra di vetro, che garantiscono un'altezza del plenum di 500 mm.

Una tubazione (con allaccio dall'acquedotto esistente) alimenterà con acqua il biofiltro.

5.3 Realizzazione drenaggi e vasche di accumulo

Questa fase è caratterizzata dalla realizzazione di n°02 reticoli drenanti occorrenti per lo smaltimento delle acque meteoriche che attraversano il *capping* e di quelle che verranno raccolte nelle *canalette* perimetrali al *capping* stesso.

In particolare, il primo sistema di drenaggio sarà costituito da aste drenanti posizionate al di sopra dello strato impermeabile del *capping* con un interasse di circa 5,0 m: i tubi saranno del tipo strutturato in PEAD a doppia parete, corrugato esternamente e liscio internamente, realizzato per coestrusione continua delle due pareti. La superficie di captazione del tubo sarà forata con tagli di larghezza variabile, presenti sul fondo di ciascuna gola di corrugazione. Le giunzioni fra le barre di tubo avverranno a mezzo di appositi bicchieri di giunzione, corredati di guarnizione elastomerica da posizionare sulla prima gola di corrugazione della testata del tubo da inserire nel bicchiere.

I tubi microfessurati saranno inseriti in uno strato di drenaggio filtrante costituito da ghiaietto calcareo e protetti da geotessile.

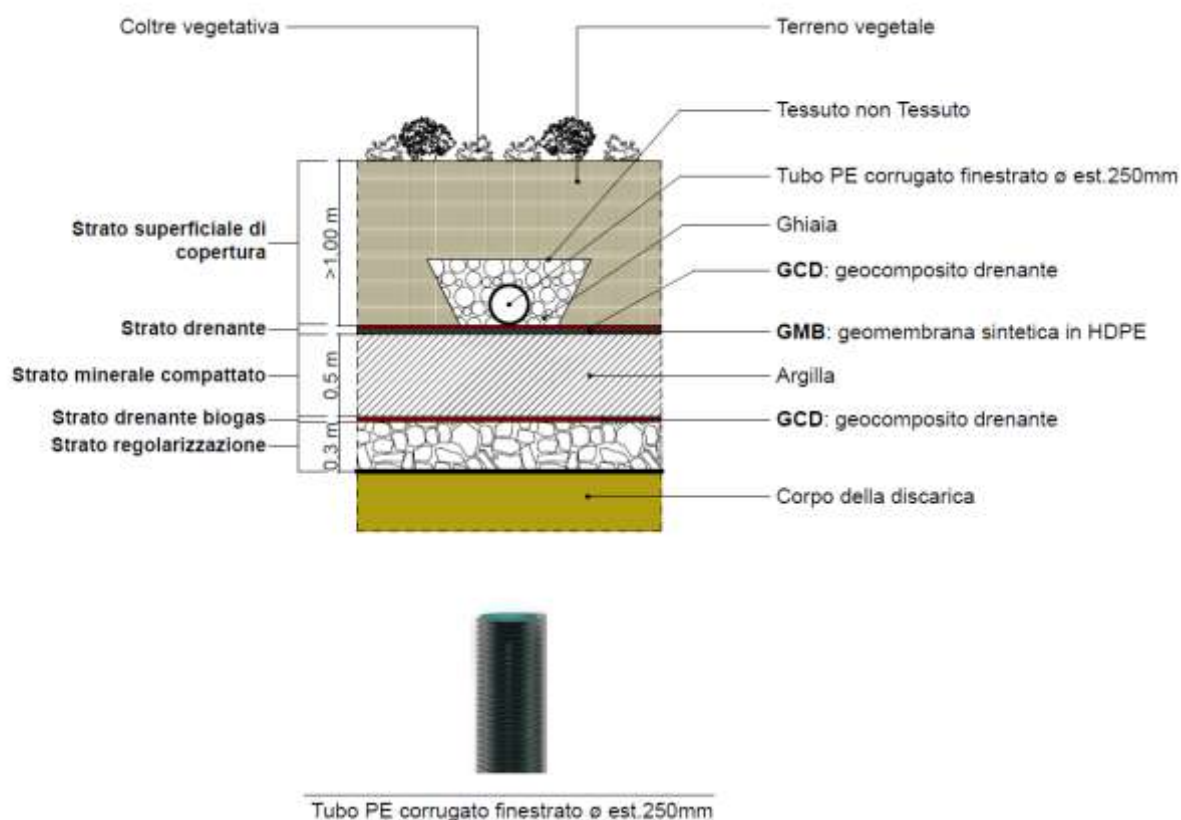


Fig.7 Particolare delle aste drenanti del *capping*.

Il secondo sistema, invece, raccoglierà le acque meteoriche, sia quelle superficiali che perimetrali al capping. Esso verrà realizzato lungo l'intero perimetro dell'invaso (a monte ed a valle) onde intercettare preventivamente le acque, al fine di limitare l'accesso di queste ultime all'interno dell'invaso stesso, attraverso la costruzione di idonea canaletta prefabbricata in calcestruzzo fibro-rinforzato, vibrato, con resistenza caratteristica Rck 450 kg/cm, prodotto da azienda certificata ISO 9001, a sezione trapezoidale, con pendenze non superiori al 5%, e pozzetti intermedi di salto idraulico.



Fig.8 Costruzione di un drenaggio suborizzontale



Fig.9 Posa in opera della canaletta

Le acque raccolte dai due sistemi drenanti, verranno trasportate a valle dell'invaso e, mediante pozzetti in c.a. gettati in opera, trattandosi di acque chiare, convogliate nell'adiacente *Vallone Pastenate*. La funzione del predetto sistema è quella di allonta-

nare le acque di precipitazione, evitando ristagni che possano provocare infiltrazioni nei rifiuti e, di conseguenza, aumentare la produzione di percolato.

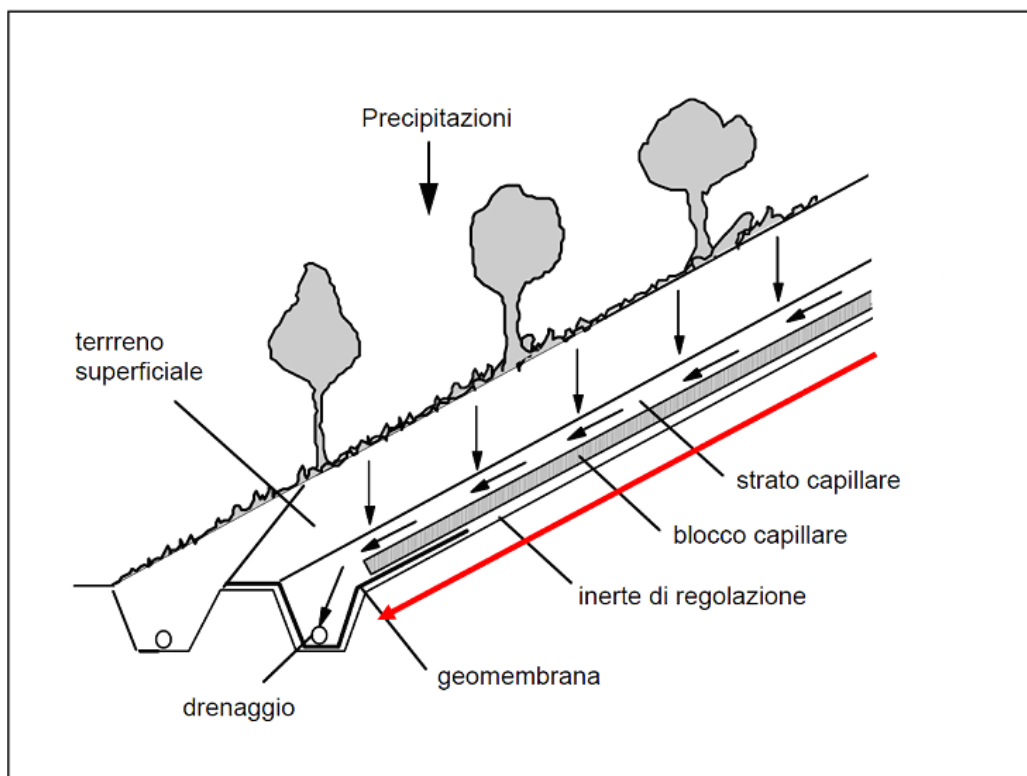


Fig.10 Schema del drenaggio superficiale e di quello che attraversa il capping

5.4 Diaframma drenante, barriera idraulica e raccolta del percolato

Il diaframma drenante sarà realizzato a valle del sito, mediante una sequenza di perforazioni eseguite con trivella meccanica del diametro di 50 cm e profondità di 11,0 m, riempimento con ghiaia e ghiaietto 2-7 cm arrotondato di natura calcarea, sigillatura superficiale in argilla compattata per un'altezza di 1,0 m, pendenza minima del fondo scavo del 2% tra l'inizio e la fine.

Nella parte terminale del diaframma sarà realizzato un pozzo di raccolta delle acque contaminate, mediante tubazione fessurata in Polipropilene (PP) atossico, tipo *Eco-pozzo (Riccini)* rispondente al D.M. 174/04, con innesto a bicchiere e codolo liscio uniti tramite viti o rivetti metallici in fase di installazione ed avente:

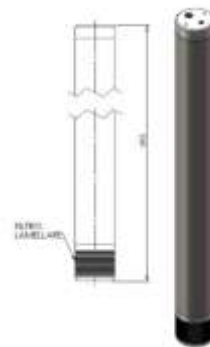
- diametro esterno pari a 400 mm e spessore nominale di parete di 10 mm;
- formulazione chimica del materiale costituente esente da Piombo, Cromo ed altri metalli pesanti, Alogeni e Ftalati;
- classe di rigidità, determinata in conformità alla UNI EN ISO 9969, > di SN4 KN/m²;
- resistenza all'urto a 20 °C, determinata in conformità alla UNI 7448-75;
- tensioni interne / variazioni dimensionali < 5% a 150 °C, determinate in conformità alla UNI EN 743;
- campo di applicazione nella captazione di acque di falda fino alla temperatura di 80 °C;

- slot pari a 0,5 mm a finestratura multipla.

La tubazione sarà rinfiata con ghiaietto calibrato di origine calcarea del diametro massimo di 1 cm e per uno spessore medio di 25 cm, con pozzetto di testa in cls prefabbricato e coperchio in ghisa posto in superficie per l'ispezione ed il controllo.

La barriera idraulica sarà realizzata a monte del sito, ortogonalmente alle linee di flusso della falda. Avrà le stesse caratteristiche costruttive del diaframma drenante posta a valle, ma profondità di 15,0 m. Essa avrà la funzione di evitare qualsiasi eventuale infiltrazione di acqua di falda non inquinata episuferficiale nel corpo di discarica. Lo scarico finale di tale sistema di drenaggio è posto nel corpo recettore *Vallone Pastenate* in cui si prevede la realizzazione di un pozzetto di ispezione per la fase di monitoraggio.

Per l'estrazione del percolato, convogliato verso la vasca prefabbricata posta a valle, mediante tubazione in PEAD DN 63, verrà utilizzata una pompa pneumatica tipo *Sami mod. S400Jet*. La pompa sarà di tipo immersa e statica, con funzionamento ad aria compressa, caricamento dal basso, portata max di 60 l/m, pressione aria alimentazione da 1 ad 8 bar, con attacco di mandata G1/2"F, attacco di alimentazione aria G3/8"F, con centralina di controllo della pompa da installare vicino alla testa del pozzo in cassetta IP55, con manometro e riduttore. Sarà, altresì, dotata del filtro regolatore di



pressione completo di manometro, della staffa di fissaggio, degli attacchi G1/4" e della sonda batimetrica a funzionamento pneumatico per il rilevamento dei liquidi in centralina esterna.

Tali acque verranno convogliate in una vasca interrata impermeabile di stoccaggio provvisorio, prima del prelievo definitivo.

La vasca, che sostituirà l'attuale vasca di raccolta del percolato in c.a., da demolire, sarà del tipo prefabbricata in monoblocco c.a.v. "standard" da 61 mc (dimensioni esterne di 2,46 x 11,70 x h:2,50+0,20 m, con pareti sp.10/12 cm e fondo sp.15/16 cm circa, travi e pilastri di rinforzo da cm 15x15 in c.a.v., realizzata con materiali CE, calcestruzzo C45/55 ed armata con ferri B450 C), con trattamento impermeabilizzante delle pareti interne eseguito con vernice epossidica modificata con resine idrocarburiche per la protezione acida delle superfici in calcestruzzo.



La vasca sarà ubicata all'interno della

barriera geologica prevista a valle della discarica. In tal modo le eventuali perdite della vasca del percolato saranno intercettate dalla barriera drenante. La realizzazione della nuova vasca di raccolta del percolato prevede, in particolare, il rifacimento ex novo dell'intera linea di collettamento tra il punto di scarico del percolato esistente nel corpo rifiuti e la nuova vasca stessa, con tubazione in polietilene ad alta densità DN 63. Si precisa, altresì, che l'azione combinata della riattivazione del collettore del percolato esistente e l'estrazione dello stesso dai relativi tre pozzi di drenaggio previsti garantisce il completo prosciugamento del volume di percolato esistente all'interno del corpo rifiuti.

Essendo, il percolato, un prodotto altamente inquinante, verrà prelevato periodicamente ed avviato alla depurazione in appositi impianti.

Nelle immediate vicinanze della vasca di raccolta del percolato sarà predisposta apposita area di manovra per meglio consentire le operazioni di prelievo, pavimentata con cemento industriale e dotata di pozzetto di raccolta del percolato da gocciolamento (pozzetto in c.a. gettato in opera delle dimensioni di 1,50 x 1,50 x h:1,60 m, con chiusura in ghisa).

L'estrazione del percolato dal corpo rifiuti avverrà attraverso n°02 pozzi, mediante tubazione fessurata in polietilene ad alta densità (PEAD), di diametro esterno pari a 250 mm, con tubazione di rinforzo in acciaio inossidabile spess. 8 mm, per una lunghezza complessiva di 10,0 m, avente superficie liscia interna, colore nero, rispondente alla norma UNI-EN 12201-2, con tre fessure drenanti realizzate perpendicolarmente all'asse del tubo, occupando parte della circonferenza, alternandole tra loro in modo da ridurre la conseguente perdita di resistenza allo schiacciamento. La larghezza delle fessure sarà pari a 4-8 mm e l'interspazio verrà stabilito in modo che la superficie fessurata sia compresa tra il 3-7% di quella del tubo. La giunzione avverrà per mezzo di appositi manicotti. La parte terminale del pozzo, al di sopra del corpo rifiuti, per circa 2-2,5 m di altezza (spessore capping) sarà riempito con miscela acqua-bentonite-cemento tipo *SOLIDUR 274 Speciale*. Il tubo uscirà per circa 50 cm dal piano finale del capping e sarà munito di flangia cieca in acciaio costituendo la testa del pozzo. Opportuni passapareti consentiranno il collegamento delle tubazioni dell'aria compressa e del percolato della pompa pneumatica posta all'interno del pozzo.

Il sistema di estrazione del percolato sarà gestito dall'installazione, a valle del corpo rifiuti e coperto da una tettoia in legno, di un compressore a vite, completo di serbatoio di 500 litri ed essiccatore, tipo *Ceccato CSB 30/22*, con inverter integrato nella macchina stessa, viti a profilo asimmetrico ad alta efficienza, alto rendimento e basso livello di rumore, alimentato da motore elettrico, IP 55, ad alto rendimento, classe F raffreddato ad aria, con ventilazione esterna, 30 hp, 22 kw ed 8 bar.

Esso sarà dotato di:

- separatore aria-olio a triplice azione per garantire un'aria compressa alla mandata con un più basso contenuto di olio residuo;
- raffreddatori aria-aria ed aria-olio, compatti, ad alta efficienza;
- pannello di controllo ES 3000, idonei L.E.D. per evidenziare lo stato del compressore e la necessità di Service;
- due display a cristalli liquidi per visualizzare le condizioni di funzionamento senza l'uso di codici di comodo;
- un convertitore di frequenza, per la variazione della velocità del compressore e per la partenza in rampa del motore, con filtri RFI inclusi di serie, integrato nella struttura della macchina;
- carenatura insonorizzante in lamiera di acciaio verniciata con ampi pannelli asportabili per un facile accesso a tutti i componenti interni;
- robusto basamento in lamiera di acciaio con predisposizione ad una facile movimentazione.



Il compressore avrà dimensioni di ingombro pari a 1940x805xh:1841 mm.



Fig.11 La tettoia a copertura del compressore



Fig.12 Pozzetto di ispezione della rete di raccolta del percolato

Una tubazione idrica immetterà l'acqua nei pozzi di estrazione del percolato garantendo la miscelazione dello stesso.

5.5 Diaframma impermeabile

A valle del diaframma drenante sarà realizzato un diaframma impermeabile mediante perforazione con trivella meccanica del diametro di 50 cm e profondità 12,0 m, fino al raggiungimento del sottostante substrato impermeabile, con immorsamento di almeno 1,0 m. Il foro verrà riempito con una miscela pronta per l'impiego, tipo *Solidur 274 Spe-*

ciale, composta da leganti minerali cementizi, componenti argillosi e bentonitici oltre ad aggiunte speciali, e posa in opera di telo impermeabile HDPE di spessore pari a 2 mm. La realizzazione di n°02 pozzi drenanti del percolato, che consentiranno di prosciugare il volume di percolato esistente, ridurrà al minimo la possibilità di percolazione e di fuoriuscita dello stesso verso le aree esterne al corpo rifiuti.

5.6 Opere di consolidamento

Verranno realizzate, al piede dell'ammasso di RSU, per il contenimento del *capping*, gabbioni in rete di acciaio e pietrame di varia pezzatura, di altezza pari a 3,0 m.

Le opere realizzate con gabbioni, oltre alla facilità di assemblaggio e posa in opera, vantano anche altre proprietà:

- la struttura gabbione è per sua natura **drenante** grazie al riempimento in pietrame, consentendo lo smaltimento delle acque di falda o di infiltrazione che sono uno dei fattori di instabilità del terreno;
- la struttura gabbione è **flessibile**, ovvero capace di adeguarsi a cedimenti uniformi differenziali del terreno senza perdere la propria funzionalità;
- la struttura gabbione è **armata** ovvero capace di resistere a sollecitazioni di flessione, compressione e taglio grazie alla diffusa armatura in acciaio che costituisce il sistema.

La capacità drenante delle opere in gabbioni consente anche nel tempo di continuare a migliorare la stabilità delle opere di sostegno/consolidamento, che diventano un insieme unico che ha trovato un nuovo migliore equilibrio.

Questa capacità di integrazione si estrinseca anche attraverso un naturale sviluppo della vegetazione, che rende di fatto possibile un naturale e graduale recupero di naturalità dell'intervento.

I diversi elementi scatolari sono collegati tra di loro in modo da realizzare una **struttura continua e monolitica**: le operazioni di legatura sono effettuate con filo di acciaio delle stesse caratteristiche di quello utilizzato per le rete a doppia torsione oppure con punti metallici meccanizzati ad alta resistenza.

L'**efficienza e la durata nel tempo** richiedono anche l'uso di pietrame di alto peso specifico, non friabile nè gelivo e di pezzatura superiore a quella della dimensione delle maglie della rete stessa.

La modularità degli elementi scatolari consente anche la possibilità di una modifica nel tempo delle opere (per esempio il loro sovrizzo) sempre previa una verifica di stabilità della nuova sezione. **La modularità delle opere in gabbioni** consente una molteplice **versatilità** per la realizzazione di opere di difesa e contenimento del suolo, permettendo quindi di combinarsi anche alle altre strutture che costituiscono l'intero corpo della realizzazione viaria o infrastrutturale.



Figg.13-14 Gabbionate di contenimento

5.7 Il capping

La copertura di una discarica deve assolvere a vari compiti:

- isolare i rifiuti dall'ambiente esterno;
- minimizzare le infiltrazioni d'acqua;
- ridurre al minimo la necessità di manutenzione;
- minimizzare i fenomeni di erosione;
- garantire la resistenza agli assestamenti ed ai fenomeni di subsidenza localizzata.

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

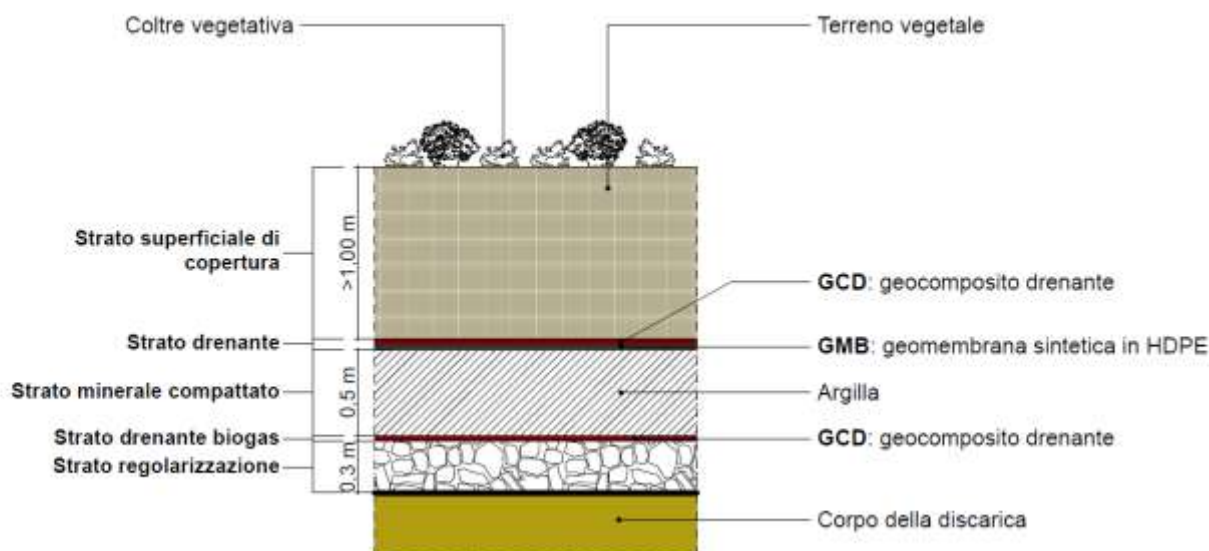


Fig.15 Sezione trasversale del *capping*

La copertura finale (*capping*), posta al di sopra del corpo rifiuti come risagomato in modo da evitare forze tangenziali di trazione e costituire una serie di terrazzamenti, sarà

realizzata mediante una struttura multistrato costituita, dall'alto verso il basso, dai seguenti strati:

1. strato superficiale di copertura con spessore ≥ 1 m che favorisca lo sviluppo delle specie vegetali di copertura ai fini del piano di ripristino ambientale, fornisca una protezione adeguata contro l'erosione e protegga le barriere sottostanti dalle escursioni termiche. Su tale strato di terreno vegetale si procederà all'inerbimento tramite semina a spaglio di specie vegetali basse e piantumazione di specie arbustive autoctone.
2. strato drenante protetto da eventuali intasamenti con spessore $\geq 0,5$ m in grado di impedire la formazione di un battente idraulico sopra le barriere di cui ai successivi punti. Tale strato sarà costituito da un geocomposito drenante (GCD), come definito al successivo punto 5.
3. rivestimento impermeabile superficiale costituito da una geomembrana sintetica in HDPE (GMB).

Le geomembrane ad alta densità sono ottenute mediante processi di polimerizzazione a bassa densità e sono convenzionalmente definiti da una densità compresa tra i 0.94 ed i 0.965 gr/cm³. L'aggiunta di carbon black al polimero base durante il processo produttivo garantisce un'elevata resistenza all'aggressione dei raggi UV per molti anni. Le superfici di posa dei materiali saranno tali da escludere ogni tipo di danneggiamento della geomembrana; devono pertanto risultare lisce, prive di asperità, rocce, massi, radici nonché liberate da ogni oggetto che potrebbe danneggiare la membrana stessa. Il piano di posa deve essere realizzato in modo da garantire la necessaria compattazione (90-95% Proctor) sia del fondo che delle scarpate con una tolleranza superficiale di ± 25 mm. I teli verranno sovrapposti di quel tanto che basta per poterli saldare tra di loro. Le saldature verranno effettuate in conformità alle norme UNI 28004690 del Luglio 1994 ed alle norme UNI 10567.



Figg.16-17 La posa in opera della geomembrana HDPE e dello strato di argilla

4. strato minerale compattato dello spessore $\geq 0,5$ m e di conducibilità idraulica di ≥ 10.8 m/s o di caratteristiche equivalenti;

5. strato di drenaggio del gas e di rottura capillare, protetto da eventuali intasamenti.

Tale strato sarà costituito da un geocomposito drenante (GCD), che consentirà di ridurre i volumi di scavo, movimentare e posare un materiale più leggero ed economico, con conseguente diminuzione dei rischi in cantiere connessi alla posa in opera. Il geocomposito avrà un nucleo ad alto indice di vuoti, formato da una geostuoia tridimensionale realizzata in monofilamenti intrecciati di poliammide e due strati filtranti costituiti da due tessuti non tessuti termosaldati realizzati da monofilamenti di poliestere rivestiti in poliammide. I tre elementi sono termosaldati nei punti di contatto in modo da ottenere una struttura solidale.



Figg.18-19 Posa in opera del geocomposito e particolare degli elementi costitutivi

6. strato di regolarizzazione con la funzione di permettere la corretta messa in opera degli strati sovrastanti, per un'altezza media di 30 cm.

La realizzazione del capping consisterà essenzialmente nell'ancoraggio dei geosintetici al cordolo perimetrale in calcestruzzo ed al terreno mediante sovrapposizioni e saldatore. Al fine di assicurare il completo isolamento del corpo rifiuti, è stata prevista, la sovrapposizione del telo di sottofondo esistente con la membrana di copertura del *capping*, in modo da garantire l'isolamento della massa del corpo rifiuti nelle zone perimetrali.

5.8 Impianto antincendio

L'impianto antincendio prevede l'installazione di tre estintori a polvere alloggiati nelle rispettive cassette.

5.9 Delimitazione dell'area oggetto d'intervento

Il progetto di bonifica e ripristino ambientale prevede la realizzazione di una delimitazione dell'area onde evitare possibili lavorazioni agricole che danneggerebbero in modo irreparabile la copertura multistrato realizzata per l'isolamento dei rifiuti stoccati.

Detta delimitazione, previa rimozione di quella esistente, sarà eseguita mediante una recinzione in rete metallica plastificata di colore verde, dell'altezza di 2,00 m, a maglia sciolta romboidale plastificata, zincatura tripla, maglia 50x50 mm, diametro filo 2,7 mm

esterno, 1,8 mm interno, fissata ai fili guida di acciaio plastificato superiore, a mezza altezza ed inferiore, di diametro di mm 3, completa di paletti di sostegno a T e saette in ferro plastificati, di colore verde, alloggiati a loro volta nelle opere murarie in fori preventivamente predisposti ad interasse di ml 2,00 e posa in opera di cartellonistica verticale, come da indicazioni della D.LL.

L'accesso all'area sarà garantito dalla realizzazione di un nuovo ingresso, più ampio, previa rimozione di quello esistente, con delimitazione costituita da un muretto in c.a. di lunghezza pari ad 8,0 m ed altezza di 50 cm, con sovrastante grigliato elettroforgiato tipo *Orsogrill* dell'altezza di 1,50 m e cancello scorrevole di dimensioni pari a 6,00 x h 2,00 m.

5.10 Ripristino ambientale

La superficie del corpo discarica dopo essere stata oggetto di realizzazione della copertura multistrato, sarà oggetto di inerbimento tramite semina a spaglio di specie vegetali basse e piantumazione di specie arbustive autoctone.

Tali specie vengono classificati come "*materiali vegetali vivi*" ed utilizzati notevolmente nelle tecniche di Ingegneria Naturalistica.

Queste specie risultano estremamente efficaci in quanto permettono il raggiungimento di un duplice effetto funzionale: l'aumento della resistenza meccanica del terreno, attraverso il loro apparato radicale, e un gradevole effetto estetico ecologico. Infatti, il loro apparato radicale, di tipo superficiale, ostacola con molto efficacia il fenomeno del ruscellamento delle acque meteoriche e, di conseguenza, dell'erosione stessa.

Il progetto prevede, altresì, la **sistemazione del tratto di strada comunale Ragni-Faiti**, per una lunghezza di circa 280 m, mediante la fresatura della pavimentazione stradale esistente per uno spessore di 5 cm, e la successiva posa in opera del conglomerato bituminoso per strato di collegamento (binder, spessore di 7 cm) e del tappetino di finitura per uno spessore di 3 cm.

6. Monitoraggio della stabilità del pendio e controllo biologico delle acque

Sarà realizzata una rete di monitoraggio costituita da n°1 tubo inclinometrico per il controllo della stabilità del pendio dell'ex discarica, per rilevarne costantemente eventuali variazioni.

Inoltre, verrà collocata una rete di piezometri per controllare il livello della falda.

Le acque saranno poi controllate periodicamente dal punto di vista biologico, sia il percolato, sia le acque di falda per seguire l'evolversi del fenomeno fino al totale annullamento dell'inquinamento.

Ai fini della stabilità nella gestione post-bonifica discarica saranno effettuati rilievi topografici per la determinazione delle eventuali variazioni geometriche della superficie del sito rispetto al caposaldo individuato negli elaborati grafici allegati.

7. Rapporti finali

Al termine dei lavori l'impresa appaltatrice comunicherà al Direttore dei Lavori, all'Amministrazione Comunale e agli Enti competenti le risultanze dell'attività di monitoraggio condotte in corso d'opera ed a fine intervento, elaborando un dettagliato rapporto tecnico.

Esso dovrà contenere le seguenti informazioni:

- sintesi dei dati storici relativi ai punti di controllo ed ai parametri d'interesse, attraverso elaborati grafici;
- discussione dei risultati dei rilievi e della loro elaborazione;
- segnalazione delle eventuali anomalie rispetto ai valori di riferimento;
- eventuali azioni correttive o misure integrative;
- copia della documentazione relativa alle attività svolte, comprendente misure e rilievi in campo, certificati analitici, rapporti per le catene di custodia, ecc..

8. Conclusioni

La redazione del presente *Progetto Operativo/Definitivo* è finalizzata, sulla base della *Conferenza dei Servizi* del 17/09/2014, a definire la bonifica e la messa in sicurezza permanente della ex discarica rispetto a quelle che sono:

- le zone e i volumi interessati dalla contaminazione;
- la tipologia degli inquinanti presenti;
- i bersagli della contaminazione;

oltre a definire un *Piano di monitoraggio* ed un *Piano di manutenzione* che possano garantire il controllo e la gestione del sito rispetto alla sua bonifica e messa in sicurezza permanente oltre le misure di riparazione e di ripristino ambientale al fine di minimizzare e ricondurre ad accettabilità il rischio derivante dallo stato di contaminazione presente nel sito stesso.