

Comune di Ceraso

Provincia di Salerno

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



PROGETTO ESECUTIVO

Tavola

01/A

Elaborato :

**Relazione Tecnica Generale
Quadro Economico**

scala

Progettista : R.T.P. Ceraso Ambiente 2016

Arch. Giancarlo Stifano (Capogruppo)
Ing. Domenico Ametrano
Geol. Luca De Feo
Ing. Luca Ripa

Il Capogruppo



Elaborazione:

Ottobre 2017

INDICE

1. INTRODUZIONE	2
2. RIFERIMENTI NORMATIVI.....	2
2.1 Normativa in Materia di Bonifica dei Suoli Contaminati.....	2
2.2 Normativa in Materia di Discariche di Rifiuti.....	3
3. TIPOLOGIA OPERA — UBICAZIONE — STATO ATTUALE — FINALITÀ INTERVENTO	3
3.1 Tipologia dell'opera e vincoli presenti	3
3.2 Ubicazione	4
3.3 Stato attuale	4
3.4 Finalità dell'intervento	5
3.5 Sintesi del processo che ha portato alla stesura del progetto di bonifica	5
4. OBIETTIVI DA RAGGIUNGERE	7
5. SCELTE PROGETTUALI	7
6. COMPATIBILITÀ AMBIENTALE DEGLI INTERVENTI	8
7. CRITERI DI ACCETTAZIONE DEI RISULTATI	8
8. DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI DI PROGETTO.....	8
8.1. Rimozione rifiuti solidi superficiali ed attività preliminari di monitoraggio	9
8.2. Rimodellamento della superficie finale della discarica	10
8.3 Esecuzione del diaframma plastico cemento-bentonite (MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE DELLA FALDA ACQUIFERA).....	10
8.4 Esecuzione recinzione perimetrale e preparazione rete di deflusso acque (canalette drenanti);	15
8.5 Messa in sicurezza permanente (CAPPING).....	15
8.5.1 Modalità esecutive di intervento	16
8.6 Modalità di verifica.....	21
8.7 Completamento rete di raccolta e smaltimento acque meteoriche	21
8.8 Realizzazione impianto di pubblica illuminazione	22
8.9 Opere di Ripristino ambientale	22
8.10 Opere accessorie.....	22
8.11 Percolato	22
8.12 Biogas.....	22
9. ANALISI, CONTROLLI E MONITORAGGIO.....	23
10. DISPONIBILITÀ DELLE AREE DI INTERVENTO	25
11. TEMPI PER L'ESECUZIONE	25
12. QUADRO ECONOMICO	26

1. INTRODUZIONE

L'intervento riguarda il progetto per la Bonifica e Messa in Sicurezza Permanente dell'area dell'ex discarica RSU del Comune di Ceraso (SA), ed è stato oggetto d'incarico professionale conferito al sottoscritto Architetto Giancarlo Stifano nella sua qualità di capogruppo dell'RTP Ceraso Ambiente 2016, a seguito dell'espletamento della procedura di Gara ai sensi dell'art. 36 del DLgs n. 50/2016 e successiva Convenzione prot. n. 290 del 25/01/2017, per l'affidamento dell'incarico professionale per la redazione della progettazione di fattibilità tecnica ed economica, definitiva, esecutiva, direzione dei lavori e coordinamento della sicurezza.

L'intervento s'inserisce nella procedura dettata dall'art. 242, comma 7 — Parte IV — Titolo V del D. Lgs 152/06 e mira al raggiungimento degli obiettivi di bonifica specificati nell'Analisi del Rischio Sito-Specifica, approvata dagli Enti preposti nella Conferenza dei Servizi con Decreto Dirigenziale n. 59 del 14/04/2016.

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

Il presente progetto è stato esaminato dagli Enti preposti nelle conferenze dei servizi tenutesi presso la Giunta Regionale della Campania - UOD Servizio Territoriale Provinciale di Salerno, ed è stato approvato con prescrizioni con Decreto Dirigenziale n°85 del 15/09/2017, avente per oggetto *"Art. 242, comma 7 del D.Lgs 3 Aprile 2006 n. 152 e ss.mm.ii. - Approvazione Progetto Operativo di Bonifica con Messa in Sicurezza permanente dell'ex discarica comunale, ubicata in loc.à Iorio. Fol. 25, P.lla 103 (ex 11) del comune di Ceraso (SA), CSPI 5040C001"*

2. RIFERIMENTI NORMATIVI

2.1 Normativa in Materia di Bonifica dei Suoli Contaminati

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

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

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

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

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

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

PROGETTAZIONE DEGLI INTERVENTI DI BONIFICA

Si articola nelle seguenti sezioni:

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

Nell'allegato III alla parte IV del D.lgs.152/2006 è stabilito che nel corso ed al termine di tutte le fasi previste per la messa in sicurezza, la bonifica ed il ripristino ambientale devono essere effettuate azioni di monitoraggio e controllo, al fine di verificare l'efficacia degli interventi nel raggiungere gli obiettivi prefissati ed in particolare, a seguito della realizzazione delle misure di sicurezza a valle della bonifica, per verificare che:

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

2.2 Normativa in Materia di Discariche di Rifiuti

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

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

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

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

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

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

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

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

3.1 Tipologia dell'opera e vincoli presenti

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

La discarica comunale di Ceraso (SA) è inserita nell'elenco dei siti potenzialmente inquinati (**Codice Sito CSPI 5040C001**) del Piano Regionale di Bonifica pubblicato sul BURC numero speciale del 09/09/ 2005 e s.m.i. e risulta tra i siti che saranno oggetto di intervento di finanziamento in ambito programmatico POR FESR 2014-2020.

L'attuale sito della discarica, di proprietà Comunale, è ubicato in località Iorio e risulta censito in Catasto al foglio n°25 p.lla 103 parte (ex p.lla 11); l'area ricade interamente in Zona Territoriale Omogenea "E1 — Agricola Comune" del P.R.G. ed in zona E2-3, Discarica e Sito potenzialmente inquinato (ex PRB 2015) del PUC adottato.



Il sito è indicato sul foglio geologico di Vallo della Lucania n.209 (scala 1: 100.000), in riferimento alle Carte Ufficiali dello Stato, nelle nuove tavolette topografiche dell'I.G.M. n.“49”.

L'area oggetto d'intervento **non rientra** nella perimetrazione del Parco Nazionale del Cilento e Vallo di Diano. Nella Perimetrazione del PSAI dell'Autorità di Bacino Sinistra Sele è classificata:

- | | |
|-------------------------------------|----------|
| - Rischio da Frana: | Assente; |
| - Pericolosità da frana reale: | Assente; |
| - Rischio e pericolosità Alluvione: | Assente. |

Per quanto attiene alla presenza di vincoli, si precisa che l'area in questione ricade all'interno della zona territoriale omogenea "E1 — agricola comune", del vigente P.R.G. ed in zona E2-3, Discarica e Sito potenzialmente inquinato (ex PRB 2015) del PUC adottato, ed è assoggettata a vincolo idrogeologico ai sensi dell'art. 1 RD 3267 del 1923 e Legge Regionale 07/05/1996, n. 11.

Il sito non rientra nei siti di interesse nazionale “Rete Natura 2000”.

Circa la sismicità dell'area, tenuto conto della nuova classificazione sismica dei comuni della Regione Campania adottata con delibera della Giunta Regionale n. 5447 del 07/11/2002, va precisato che il territorio comunale di Ceraso (SA) è stato classificato di 3a categoria (grado di sismicità $S=6$ – coefficiente di intensità sismica $C=0,04g$). In riferimento all'O.P.C.M. 3274 e 3316, nei territori classificati a bassa sismicità (3a categoria) viene assunta una accelerazione orizzontale max (ag) pari a $0,15g$ (g rappresenta l'accelerazione di gravità).

3.2 Ubicazione

L'area collinare, al cui interno è collocato l'impianto di discarica, è caratterizzata dall'avere pendii con modesta pendenza. In particolare, il sito della discarica è ubicato appena a valle di un crinale, lungo il quale si sviluppa la strada comunale vicinale che parte dalla località “Serre di Pozzafetente”.

Il versante, ove è ubicato l'impianto di discarica, è esposto verso NNW e degrada con pendenza di circa il 10% verso un sottostante pianoro, a sua volta posto al limite di un successivo declivio che blandamente scende verso l'invaso della diga di “Mandrone della Fabbrica” a NW. In direzione Nord il pendio degrada verso il torrente Palistro. In linea d'aria l'invaso dista dal sito di discarica circa 1,2 Km, il torrente a circa 1,5 Km.

L'altro fronte del crinale, quello esposto verso Sud, rientra nell'area del Parco Nazionale del Cilento e del Vallo di Diano; è incolto ed è interessato da vegetazione spontanea costituita da una macchia mediterranea molto rada.

Sul lato Ovest della discarica vi è un versante in pendio che degrada verso il mare con pendenze non elevate, interessato da vegetazione spontanea costituita da una fitta macchia mediterranea e da zone con risistemazione forestale.

I terreni limitrofi all'impianto di discarica sono utilizzati a scopi prevalentemente agricoli, e, per un vasto raggio, non sono presenti fabbricati abitativi né immobili destinati ad altri usi.

Il sito è collegato alla viabilità principale, costituita dalla strada provinciale n. 87, mediante una strada comunale vicinale che si dirama dalla provinciale in località “Serre di Pozza Fetente”, e dista circa 3,5 km dal centro abitato di Ceraso, circa 3,0 km dalla frazione S. Barbara, e circa 5,0 km dal centro abitato di Castelnuovo Cilento.

3.3 Stato attuale

L'area dell'ex discarica è attualmente contornata da una recinzione perimetrale con pali di ferro e rete metallica ed è circondata da un fosso di guardia perimetrale in c.a. per l'allontanamento delle acque meteoriche. L'accesso al sito è garantito da un cancello metallico posto al margine del centro di raccolta di seguito definito, sono presenti n° 02 vasche per la raccolta del percolato e risulta, inoltre, la presenza del telo in HDPE.

L'impianto ha un invaso utilizzato per il conferimento dei rifiuti di forma pressoché rettangolare, con una superficie impegnata di 11.000 mq circa.

Una porzione interna al perimetro recintato del sito è stata utilizzata in passato come sito di conferimento provvisorio dei RSU da parte dell'Amministrazione Comunale, ed è stata recentemente oggetto dei lavori di adeguamento funzionale per la riconversione in Centro di Raccolta Comunale con modalità tecnico-amministrative di cui al D.M. 08/04/2008.

In seguito alle indagini eseguite per la caratterizzazione del sito ed all'interpretazione dei dati storici, è stato possibile circoscrivere la superficie interna al sito in cui è presente l'abbancamento dei RSU accumulati nel periodo di esercizio della discarica, in un primo vaso utilizzato dall'anno 1995 ed un successivo vaso utilizzato dall'anno 2001 a seguito dell'emergenza rifiuti, entrambi impermeabilizzati con telo in HDPE e vasche per la raccolta del percolato (cfr Piano della Caratterizzazione), meglio identificati negli allegati grafici dello stato attuale.

La quantità di rifiuti presenti all'interno dell'invaso di discarica, in seguito all'interpretazione dei dati scaturiti dalle precedenti tomografie geoelettriche eseguite nella caratterizzazione del sito, risulta circoscritta ad una superficie interna di circa 8.000 mq, ed è stimabile in circa:

$$\text{Quantità Rifiuti} = \text{Superficie Mq. } 8.000 \times \text{H med ml. } 5,00 = \text{MC } 40.000,00 \text{ circa}$$

3.4 Finalità dell'intervento

Con il Decreto Dirigenziale n. 59 del 14 aprile 2016 dell'A.G.C. 05 — Ecologia, Tutela dell'ambiente, Disinquinamento, Protezione Civile — Settore Provinciale Ecologia, Tutela dell'ambiente, Disinquinamento, Protezione Civile-U.O.D. Autorizzazioni Ambientali e Rifiuti - Salerno, è stata approvata l'Analisi di Rischio Sanitario Ambientale Sito—specifico della discarica comunale (Cod. CSPI 5040C001) sita in località Iorio del Comune di Ceraso (SA), da cui si evince:

“la contaminazione del sito relativamente alla sola matrice falda per i parametri Cromo VI, Ferro, Manganese, Triclorometano e Solfati....”.

La suddetta approvazione è stata rilasciata con le seguenti prescrizioni :

- Gli obiettivi di bonifica dovranno riguardare gli analiti **Cromo VI, Ferro, Manganese, Triclorometano e Solfati per la matrice falda**, con la precisazione :
Per l'analita Ferro l'obiettivo di bonifica da considerare dovrà essere quello delle CSC oppure, se più elevato, il valore di concentrazione riscontrato all'atto del completamento degli interventi di bonifica nel piezometro di monte da utilizzare a riferimento quale valore di concentrazione nella falda non influenzato dalla presenza della discarica.
- Redigere e presentare a questa UOD per l'approvazione e agli Enti interessati il progetto operativo di bonifica nei termini previsti dall'art 242, comma 7 del Dlgs 152/06 e s.m.i. e secondo i criteri di cui all'Allegato 3, Titolo 5, parte IV del già citato Dlgs 152/06

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

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

— Caratterizzazione

Il piano di caratterizzazione della discarica, è stato approvato con D.D. n. 128 del 04/06/2015 da parte della UOD Autorizzazioni Ambientali e Rifiuti di Salerno.

— Analisi del rischio

L'Analisi di Rischio Sanitario Ambientale Sito—specifico della discarica comunale (Cod. CSPI 5040C001) è stata approvata con il Decreto Dirigenziale n. 59 del 14 aprile 2016 dell'A.G.C. 05 — Ecologia, Tutela dell'ambiente, Disinquinamento, Protezione Civile — Settore Provinciale Ecologia, Tutela dell'ambiente, Disinquinamento, Protezione Civile-U.O.D. Autorizzazioni Ambientali e Rifiuti — Salerno, previa l'acquisizione della relazione di validazione trasmessa dall'ARPAC Dipartimento Provinciale di Salerno con nota prot. 12172 del 25/02/2016.

Il documento ha messo in evidenza quanto segue:

- rischio per la risorsa idrica sotterranea non accettabile;

Venivano quindi fissate le concentrazioni soglie di rischio per il sito specifico.

A seguito dell'approvazione degli esiti dell'Analisi di Rischio Sanitario e Ambientale Sito—specifico, approvato con il Decreto Dirigenziale n. 59 del 14 aprile 2016 dell'A.G.C. 05 — Ecologia, Tutela dell'ambiente, Disinquinamento, Protezione Civile — Settore — Salerno, nello stesso decreto venivano fissati come obiettivi di bonifica le seguenti Concentrazioni Soglia di Rischio (CSR) delle sostanze contaminanti ritrovate nella matrice ambientale falda:

Matrice FALDA

ANALITA	CONCENTRAZIONE SOGLIA DI RISCHIO (CSR)
Cromo VI	5,00 E-03 mg/L
Ferro*	2,00 E-01 mg/L
Manganese	5,00 E-02 mg/L
Triclorometano	1,50 E-04 mg/L
Solfati	2,50E+02 mg/L

** per l'analita Ferro l'obiettivo di bonifica da considerare dovrà essere quello delle CSC oppure, se più elevato, il valore di concentrazione riscontrato all'atto del completamento degli interventi di bonifica nel piezometro di monte da utilizzare a riferimento quale valore di concentrazione nella falda non influenzato dalla presenza della discarica.*

— Redazione ed approvazione del Progetto Operativo

Il progetto operativo di bonifica e messa in sicurezza permanente dell'ex discarica comunale di Ceraso (SA) sita in loc.tà Iorio (Progetto Definitivo) è stato approvato dagli Enti preposti nel corso dello svolgimento delle Conferenze dei servizi tenutesi presso gli uffici della Giunta Regionale della Campania Direzione Generale per l'Ambiente, la Difesa del Suolo e l'Ecosistema U.O.D. 15 Autorizzazioni Ambientali e Rifiuti di Salerno con Decreto Dirigenziale n° 85 del 15/09/2017.

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

- a) Il Comune di Ceraso, in merito allo scarico delle acque meteoriche regimentate nel vallone demaniale, adiacente la discarica, deve adeguarsi alla emananda normativa regionale in materia di scarico delle acque meteoriche, di cui all'art. 113 del Dlgs 152/06 e s.m.i. entro 60 giorni dall'entrata in vigore della stessa, acquisendo, a valle dell'intervento di bonifica, l'autorizzazione dell'Autorità competente allo scarico delle acque meteoriche nel ricettore finale;*
- b) il piano di monitoraggio e controllo delle acque di falda di durata triennale deve essere concordato con ARPAC Dipartimento Provinciale di Salerno, in riferimento alle modalità, alle analisi ed alle relative metodiche;*
- c) effettuare specifiche verifiche in campo per la tenuta idraulica della barriera impermeabile di cinturazione del corpo rifiuti;*
- d) gli esiti finali del monitoraggio delle acque di falda dovranno essere validati da ARPAC ove previsto dalla normativa vigente in materia di bonifica;*
- e) devono essere realizzati tutti gli interventi di rimozione del percolato, eventualmente presente, prima della realizzazione del capping superficiale;*
- f) il diaframma deve essere attestato in formazioni poco permeabili per una profondità tale da impedire moti di filtrazione che possano veicolare la contaminazione al di fuori della zona cinturata;*
- g) considerare come piezometro di controllo a monte idrogeologico della discarica il piezometro P6, in quanto ubicato immediatamente a monte del corpo di discarica e nel caso di una variazione o assenza del deflusso idrico sotterraneo, considerare il piezometro Pz5;*
- h) le operazioni di scavo e movimento terra in genere, devono essere effettuate preferibilmente in periodi asciutti ed essere limitati a quelli di progetto, ed eventuali materiali di risulta devono essere allontanati e depositati in discariche appositamente autorizzate e/o trattati a norma di legge;*
- i) i lavori devono essere eseguiti in conformità al progetto allegato all'istanza a firma dei tecnici progettisti e recependo tutte le prescrizioni riportate nella relazione geologica;*
- l) le acque meteoriche e superficiali, comunque presenti in zona, devono essere raccolte e convogliate come previsto nella relazione geologica e nelle tavole dei grafici allegati al progetto, ad evitare che il loro mancato allontanamento possa essere causa di dissesto idrogeologico;*
- m) è fatto obbligo al Comune di Ceraso di trasmettere su supporto informatizzato alla UOD Autorizzazioni Ambientali e Rifiuti Salerno, alla Provincia e all'ARPAC Dipartimento di Salerno, ogni variante o modifica, aggiornamento, integrazione, miglioria a vario titolo proposta rispetto al progetto operativo approvato,*

compreso il progetto esecutivo e le migliorie eventualmente ottenute in sede di gara, così come previsto dall'art. 4 comma 1 lett. d) delle Norme Tecniche di Attuazione approvate con DGR 417 del 27/07/2016;

n) gli interventi di bonifica e messa in sicurezza permanente devono essere realizzati da Ditte regolarmente iscritte all'Albo Nazionale Gestori Ambientali come previsto dall'art. 212 comma 5 del Dlgs 152/06 s.m.i.

4. OBIETTIVI DA RAGGIUNGERE

L'articolo 240 del D.Lgs. 152/2006 Parte IV — Titolo V, alla lettera p del comma 1, definisce la bonifica: "L'insieme degli interventi atti ad eliminare le fonti di inquinamento e le sostanze inquinanti o a ridurre le concentrazioni delle stesse presenti nel suolo, nel sottosuolo e nelle acque sotterranee ad un livello uguale o inferiore ai valori delle concentrazioni soglia di rischio (CSR)".

L'Allegato 3 alla Parte IV — Titolo V del D.Lgs. 152/2006 (CRITERI GENERALI PER LA SELEZIONE L'ESECUZIONE DEGLI INTERVENTI DI BONIFICA E RIPRISTINO AMBIENTALE, DI MESSA IN SICUREZZA (D'URGENZA, OPERATIVA O PERMANENTE), NONCHÉ PER L'INDIVIDUAZIONE DELLE MIGLIORI TECNICHE D'INTERVENTO A COSTI SOPPORTABILI), in merito agli interventi di bonifica, specifica che:

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

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

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

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

- valori delle concentrazioni degli analiti specificati nel Decreto Dirigenziale n. 59 del 14 Aprile 2016 — A.G.C. 05, minori o uguali alle Concentrazioni Soglia di Rischio (CSR) fissate dall'Analisi di Rischio Sito—specificata, e conformi alle prescrizioni contenute nel decreto di approvazione;
- messa in opera di misure di sicurezza, al fine di impedire la migrazione degli inquinanti all'esterno dell'area oggetto dell'intervento;
- efficienza di sistemi, tecnologie, strumenti e mezzi utilizzati sia durante l'esecuzione che al termine delle attività di bonifica.

5. SCELTE PROGETTUALI

La scelta delle tecniche per la bonifica e messa in sicurezza permanente della discarica in oggetto è caduta sui seguenti interventi:

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

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

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

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

Tale opera, insieme alla barriera di fondo (telo in HDPE esistente) e il capping sommitale, ha lo scopo di incapsulare il corpo discarica e di impedire, o quantomeno ridurre al massimo, la propagazione degli inquinanti nell'ambiente, isolando idraulicamente e in modo completo la zona contaminata.

6. COMPATIBILITA' AMBIENTALE DEGLI INTERVENTI

Al fine di limitare gli impatti sull'ambiente saranno adottati i seguenti criteri:

- Adozione di tecniche di bonifica tendenti a trattare e riutilizzare il suolo nel sito, trattamento in-situ ed on-site del suolo contaminato, con conseguente riduzione dei rischi derivanti dal trasporto e messa a discarica di terreno inquinato;
- Evitare ogni rischio aggiuntivo a quello esistente di inquinamento dell'aria, delle acque sotterranee e superficiali, del suolo e sottosuolo, nonché ogni inconveniente derivante da rumori e odori;
- Evitare rischi igienico-sanitari per la popolazione durante lo svolgimento degli interventi;
- Adeguare gli interventi di ripristino ambientale alla destinazione d'uso e alle caratteristiche morfologiche, vegetazionali e paesistiche dell'area.
- Adeguare le misure di sicurezza alle caratteristiche specifiche del sito e dell'ambiente da questo influenzato;
- Evitare ogni possibile peggioramento dell'ambiente e del paesaggio dovuto alle opere da realizzare.

7. CRITERI DI ACCETTAZIONE DEI RISULTATI

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

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

8. DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI DI PROGETTO

Oltre che al raggiungimento degli obiettivi di bonifica contenuti nei Decreti di approvazione dell'Analisi del Rischio e di approvazione del progetto operativo di bonifica, le opere previste in progetto mirano a soddisfare i seguenti obiettivi tecnici:

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

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

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

Nello specifico si eseguiranno le seguenti opere:

- Rimozione rifiuti solidi superficiali ed attività preliminari di monitoraggio;
- Pulizia generale dell'area e rimodellamento della sagoma dell'invaso per la definizione del piano di posa del capping;
- Esecuzione del diaframma plastico cemento-bentonite (MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE DELLA FALDA ACQUIFERA);
- Esecuzione recinzione perimetrale e rete di deflusso acque (canalette drenanti);
- Esecuzione dell'isolamento orizzontale (CAPPING);
- Completamento rete di raccolta e smaltimento acque meteoriche;
- Realizzazione impianto di pubblica illuminazione;
- Opere di ripristino ambientale;
- Opere accessorie.

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

- ***E' fatto obbligo al Comune di Ceraso di trasmettere su supporto informatizzato alla UOD Autorizzazioni Ambientali e Rifiuti Salerno, alla Provincia e all'ARPAC Dipartimento di Salerno, ogni variante o modifica, aggiornamento, integrazione, miglioria a vario titolo proposta rispetto al progetto operativo approvato, compreso il progetto esecutivo e le migliorie eventualmente ottenute in sede di gara, così come previsto dall'art. 4 comma 1 lett. d) delle Norme Tecniche di Attuazione approvate con DGR 417 del 27/07/2016;***
- ***gli interventi di bonifica e messa in sicurezza permanente devono essere realizzati da Ditte regolarmente iscritte all'Albo Nazionale Gestori Ambientali come previsto dall'art. 212 comma 5 del Dlgs 152/06 e s.m.i.***

8.1. Rimozione rifiuti solidi superficiali ed attività preliminari di monitoraggio

Sull'area oggetto d'intervento sarà eseguito un primo intervento di pulizia generale, al fine di rimuovere i rifiuti superficiali presenti sul suolo e preparare l'area ai successivi interventi di bonifica e messa in sicurezza permanente. I rifiuti superficiali presenti all'interno dell'invaso, saranno prelevati a mano o mediante l'ausilio di pala gommata, eventualmente selezionati e riposti in appositi contenitori stoccati temporaneamente in attesa di essere conferiti ad impianti idonei ed autorizzati, previa caratterizzazione. Il trasporto avverrà con autocarro, presso gli impianti autorizzati più vicini, al fine di ridurre i movimenti dei rifiuti.

In particolare si ritiene che i rifiuti depositati siano i seguenti, classificati secondo l'allegato D alla parte IV del D.lgs. n°152/06:

17 09 04	rifiuti misti dell'attività di costruzione e demolizione non contenenti sostanze pericolose;
20 01 02	vetro;
20 01 39	plastica;
20 01 40	metallo;
20 03 01	rifiuti urbani non differenziati;
20 03 07	rifiuti ingombranti.
20 02 01	rifiuti biodegradabili (sfalci di potatura)

Gli interventi di pulizia superficiale prevedono le seguenti attività:

- Il prelievo significativo di campioni di rifiuti e le analisi chimico-fisiche di laboratorio finalizzate a classificare il rifiuto ai fini dello smaltimento in discarica o del conferimento ad impianti di trattamento, come previsto dal D.Lgs.152/06 e del D.Lgs.36/03 e s.m.i.;
- il trasporto dei rifiuti presso impianti autorizzati, siano essi impianti di smaltimento finale (discariche controllate) o impianti di recupero
- lo smaltimento o conferimento dei rifiuti presso i suddetti impianti;

Le attività di prelievo, trasporto e smaltimento del rifiuto, sono definite, dall'art.193 del D.Lgs. 152/06, attività di gestione del rifiuto e in quanto tali, l'impresa che effettuerà tali attività dovrà essere iscritta all'Albo Nazionale dei Gestori Ambientali, istituito ai sensi dell'art.212 del D.Lgs. 152/06, alle classi previste per legge.

Il trasporto dei rifiuti deve essere accompagnato dal formulario di identificazione dei rifiuti; tale obbligo è stabilito dall'art. 193 del D.Lgs. 152/06, ed è a carico dell'impresa che effettua il trasporto. Nel formulario devono essere indicate le informazioni sui rifiuti trasportati, i soggetti coinvolti nel trasporto (produttore/detentore, trasportatore, destinatario), le modalità di trasporto e la destinazione finale dei rifiuti.

Contestualmente alle operazioni di pulizia superficiale si darà inizio alle operazioni di monitoraggio in fase esecutiva, provvedendo al :

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

8.2. Rimodellamento della superficie finale della discarica

La superficie attuale della discarica verrà rimodellata in modo da realizzare una configurazione finale in grado di inserirsi armonicamente nell'ambiente circostante e di soddisfare i requisiti dettati dalla normativa vigente in tema di recuperi ambientali per discariche ospitanti RSU, secondo le linee riportate nei grafici progettuali.

Preliminarmente alle operazioni di rimodellamento sarà operata una pulizia generale dell'intero invaso mediante la scerbatura meccanica delle essenze arboree spontanee che attualmente ricoprono l'area, oltre che la pulizia del perimetro esterno della stessa al fine di ottenere una pista di servizio necessaria all'esecuzione degli interventi di bonifica e messa in sicurezza ed utile alla fase di manutenzione e controllo post operam.

Le operazioni di rimodellamento della discarica prevedono la regolarizzazione sia delle sponde che della parte sommitale. L'intervento previsto consiste nella riprofilatura operata per mezzo di escavatori, al fine di ottenere il piano di posa del capping ed una sagomatura dei versanti con inclinazione prossima a quella di partenza e comunque con pendenze accettabili rispetto alla conformazione orografica originaria, secondo le linee previste in progetto.

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

- ***le operazioni di scavo e movimento terra in genere, devono essere effettuate preferibilmente in periodi asciutti ed essere limitati a quelli di progetto, ed eventuali materiali di risulta devono essere allontanati e depositati in discariche appositamente autorizzate e/o trattati a norma di legge;***

8.3 Esecuzione del diaframma plastico cemento-bentonite (MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE DELLA FALDA ACQUIFERA)

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

Tale opera, insieme alla barriera di fondo (telo in HDPE) e il capping sommitale, ha lo scopo di incapsulare il corpo discarica e di impedire, o quantomeno ridurre al massimo, la propagazione degli inquinanti nell'ambiente, isolando idraulicamente e in modo completo la zona contaminata.

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

La barriera verticale sarà eseguita mediante lo scavo e l'asportazione del terreno e il suo rimpiazzo con miscele impermeabilizzanti (diaframmi plastici o quelli formati da pali secanti).

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

altamente probabile che la circolazione idrica sotterranea intercetti il corpo di discarica su tre lati (NE, SE, SO), si è proposta la cinturazione impermeabile verticale dell'intera area.

La scelta progettuale della cinturazione perimetrale, deriva anche da una motivazione di tipo strutturale, in quanto la zona a valle, costituita da sabbie-limose sciolte, con grado di permeabilità medio-alto, e di spessore di circa 5 metri dal piano campagna, presenta scarse proprietà geotecniche e non garantisce un'adeguata stabilità della struttura in elevazione della recinzione, che, nella zona valle, deve sostenere il carico del capping, il quale, per rispettare l'orografia originaria dell'invaso, presenta elevate pendenze; pertanto l'esecuzione della barriera impermeabile nel lato a valle rappresenta un'ideale struttura di sottofondazione alla recinzione, a maggiore garanzia della stabilità complessiva dell'invaso.

La profondità della barriera impermeabile verticale scaturisce dalla presenza dei litotipi che caratterizzano l'area di discarica e dall'obiettivo primario di isolare il corpo dei rifiuti dalla circolazione idrica sotterranea. La profondità della falda acquifera, rilevata dalle misure piezometriche (vedasi § Letture piezometriche manuali disponibili per la redazione del Progetto di Bonifica e Messa in Sicurezza della Relazione Geologica integrativa) influisce sul corpo dei rifiuti abbancati nell'invaso di discarica causando la possibile diffusione di sostanze inquinanti che potrebbero andare a colpire bersagli presenti nell'area, nel caso specifico, rappresentati da terreni, acque sotterranee e canali. Pertanto, il dimensionamento della barriera, come meglio specificato sopra, scaturisce anche dalle suddette considerazioni.

Ulteriori chiarimenti in merito risultano dall'allegata relazione geologica integrativa, cui si rimanda.

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

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

Si riportano di seguito i criteri costruttivi generali per l'esecuzione dell'opera, rimandando alle specifiche contenute nella Parte Seconda del Capitolato Speciale di Appalto per la definizione di dettaglio.

La barriera prescelta è quella più comunemente utilizzata per interventi di cinturazione verticale, e la sua realizzazione prevede lo scavo di una trincea continua, mediante eventuale sostegno delle pareti, con una miscela di acqua, cemento e bentonite; la miscela di sostegno è lasciata indurire nello scavo per effetto della idratazione del cemento. Si forma una massa impermeabile (cemento in gel bentonitico) della consistenza di una argilla compattata.

Gli spessori della barriera impermeabilizzante risultano dell'ordine di 0,5-1,2 m, con coefficienti di permeabilità non inferiori a 10^{-8} m/s., le massime profondità raggiungibili risultano pari a circa 30 m, utilizzando normali attrezzature di scavo.

Essendo la miscela impermeabile a consistenza semi-rigida, il diaframma cemento-bentonite può essere realizzato anche in aree a forte pendenza.

La soluzione progettuale adottata sarà quindi quella di realizzare un diaframma dello spessore medio di 50 cm e per una profondità di 10,00 m dal piano di riferimento (base fondazionale della recinzione perimetrale), per un lunghezza di 370 metri lineari, posizionata lungo l'intero perimetro del corpo rifiuti (cinturazione).

Caratteristiche della miscela

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

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

- Viscosità Marsh 40÷55 s (secondo UNI 11152 Parte 13 oppure DIN V 4126-100)
- Decantazione dopo 2 ore < 3% (secondo UNI 11152 Parte 11 oppure DIN V 4126-100)
- Densità 1,20 g/cm³ (secondo UNI 11152 Parte 6 oppure DIN V 4126-100)

La sospensione solidificata dovrà presentare le seguenti caratteristiche:

- Resistenza alla compressione semplice dopo 28 giorni 0,8 - 1,2 N/mm² (secondo UNI 11152 Parte 21 – UNI EN 196-1 prisma 40x40x160 - DIN V 4126-100)
- Permeabilità in cella triassiale dopo 28 giorni $\leq 5E-10$ m/s (secondo DIN 18130 parte 1)
- Permeabilità in cella triassiale dopo 90 giorni $\leq 5E-11$ m/s

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

Conglomerato cementizio

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

Attrezzature

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

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

Modalità di esecuzione

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

Scavo con benna mordente

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

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

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

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

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

Scavo con idrofresa

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



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

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

Controllo della verticalità

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

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

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

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

Getto del calcestruzzo

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

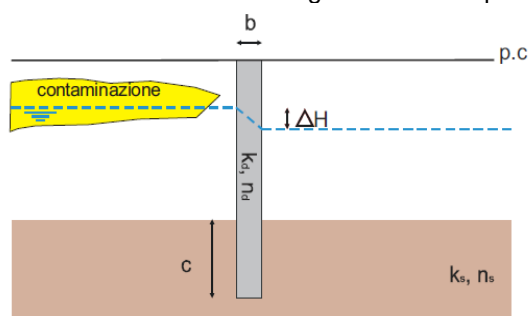
Dimensionamento della barriera

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

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

- Permeabilità della miscela calcestruzzo/ bentonite = $1 \cdot 10^{-8}$ cm/s
- Permeabilità del terreno di base flyshoide $K_s = 1 \cdot 10^{-6}$ cm/s
- Battente idraulico tra l'interno della parte contaminata e l'ambiente: $\Delta H = 200$ cm
- Tempo di migrazione del contaminante attraverso il diaframma (da normativa) $t_d = 50$ anni
- Tempo di migrazione del contaminante sotto il diaframma (da normativa) $t_v = 150$ anni

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



- spessore del diaframma: $b \text{ (cm)} = \sqrt{t_d \cdot K_d \cdot \Delta H} = \sqrt{50 \cdot 31536000 \cdot 10^{-8} \cdot 200} = 50 \text{ cm ca.}$
- profondità di ammassamento del diaframma nel terreno di base $C = \frac{-b \pm \sqrt{K_v \cdot \Delta H \cdot t_v}}{2} =$
$$x = \frac{-50 \pm \sqrt{150 \cdot 3153600 \cdot 10^{-6} \cdot 200}}{2} = 460 \text{ cm ca.}$$

I suddetti valori sono stati ricavati considerando cautelativamente un battente idraulico di 2.00 m. Poiché il substrato flyshoide è presente ad una profondità media di 5,00 ml dal p.c., l'ammassamento della barriera dovrà avvenire ad una profondità media di ml. 5,00 nel substrato; pertanto la soluzione progettuale adottata sarà quindi quella di realizzare diaframmi dello spessore di 50 cm e per un profondità media di circa 10 ml dal p.c.

Verifiche sulla tenuta della barriera

Per quanto attiene alla verifiche in campo sulla tenuta della barriera si precisa che saranno eseguiti appositi controlli in

corso d'opera sulla geometria del diaframma finalizzati a verificare che lo stesso sia costruito a regola d'arte ed in particolare :

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

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

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

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

8.4 Esecuzione recinzione perimetrale e preparazione rete di deflusso acque (canalette drenanti);

Ultimate le operazioni per la realizzazione del diaframma plastico, si procederà all'esecuzione della recinzione perimetrale dell'invaso realizzando dei muretti in c.a. dell'altezza di ml. 1,20 fuori terra e soprastante recinzione con pali e rete metallica, al fine di ottenere un'adeguata circoscrizione dell'invaso e consentire la successiva posa del capping. La struttura di fondazione della recinzione servirà, inoltre, alla chiusura della testa del sottostante diaframma plastico, e sarà ammorsata allo stesso mediante ferri di armatura per una profondità di circa 1 ml dal piede di fondazione.

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

8.5 Messa in sicurezza permanente (CAPPING)

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

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

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

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

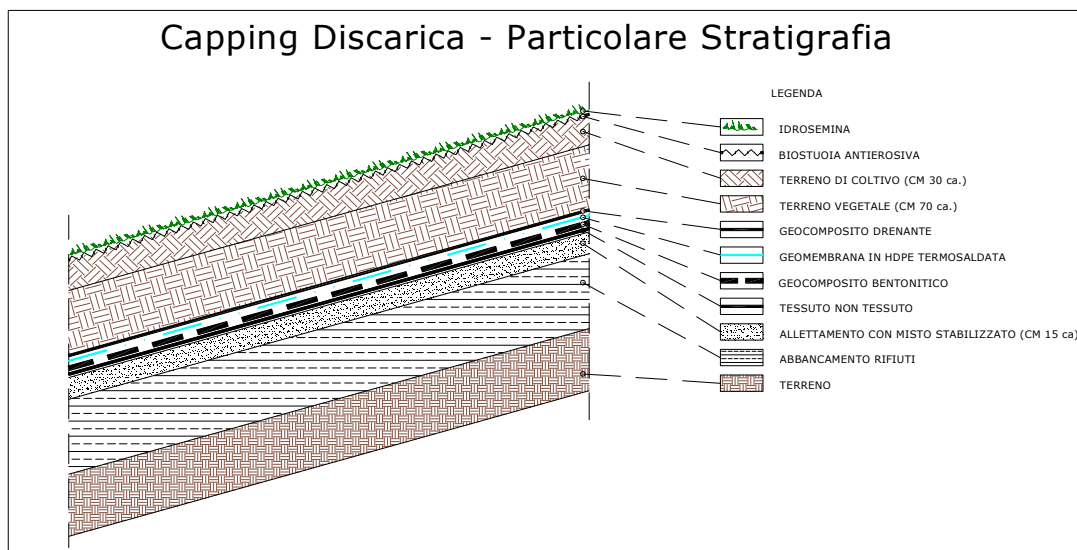
La copertura superficiale finale risponderà ai seguenti criteri:

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

La copertura sarà realizzata mediante una struttura multistrato dello spessore complessivo di circa 1,2 metri, costituita, dal basso verso l'alto, dai seguenti strati:

- ❖ Strato di allettamento in misto granulare stabilizzato per l'adeguamento morfologico delle superfici della discarica e per consentire la corretta posa in opera degli strati sovrastanti, per uno spessore medio di cm. 15;
- ❖ Strato di separazione con telo in TNT
- ❖ Telo in Geocomposito Bentonitico impermeabilizzante (materassino bentonitico) con funzione di rottura capillare;

- ❖ Telo impermeabile costituito da una geomembrana sintetica (HDPE) di spess. 2.0 mm;
- ❖ Geocomposito drenante (geotessile-georete-geotessile), dello spessore pari a 20 mm, con funzione di drenaggio delle acque di infiltrazione nel terreno di copertura, costituito da un'anima drenante in filamenti di polipropilene accoppiata a due filtri di geotessuto;
- ❖ Primo strato di rilevato per uno spessore medio di 70 cm, da eseguirsi con terreno vegetale;
- ❖ Secondo strato di rilevato per uno spessore di cm 30, costituito da terreno di coltivo;
- ❖ Biostuia antierosione, tipo Geojuta, avente la funzione di proteggere le scarpate, appena seminate, dall'azione battente della pioggia e favorire la crescita e sviluppo del manto erboso.



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

Prima dell'esecuzione del capping si provvederà alla rimozione del percolato, eventualmente presente, ed al relativo smaltimento in appositi centri autorizzati.

8.5.1 Modalità esecutive di intervento

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

PREPARAZIONE SOTTOFONDO

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

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

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

Peso unitario non inferiore a 200 g/m²;

resistenza a trazione longitudinale e trasversale non inferiore a 15, 0 KN/m;

resistenza al punzonamento non inferiore a 2300 N;

Permeabilità verticale non inferiore a 80 l/m²/sec

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

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

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

Il geotessile dovrà essere posato secondo le indicazioni progettuali.

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

IMPERMEABILIZZAZIONE CON GUAINA HDPE

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

Controllo di produzione

Il fornitore del foglio dovrà eseguire i controlli sulle caratteristiche del granulo per ogni partita omogenea prodotta. All'atto dello scarico del materiale in cantiere, il DL potrà chiedere campioni del materiale per l'effettuazione di test di laboratorio, preliminari all'accettazione del materiale stesso. Durante l'esecuzione dei lavori di impermeabilizzazione il committente potrà prelevare dal cantiere campioni del materiale da sottoporre anche esse a test di laboratorio tendenti a verificare la costanza delle caratteristiche chimico fisiche del materiale stesso.

ESECUZIONE IMPERMEABILIZZAZIONI E STESURA TELI

Piano di posa dei teli

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

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

Tecniche di saldatura dei teli

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

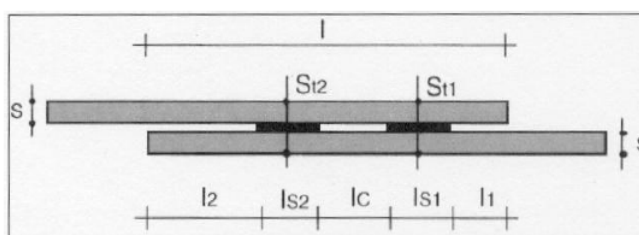
- saldatura "a doppia pista"
- saldatura "a cordone sovrapposto o ad estrusione" per le opere di riparazione e collegamento all'esistente.

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

Saldatura a doppia pista

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

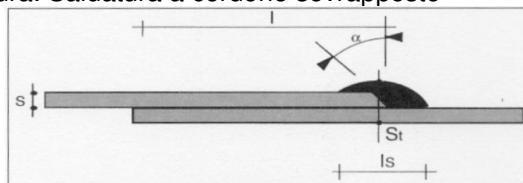
Figura: Saldatura a doppia pista



Saldatura a cordone sovrapposto

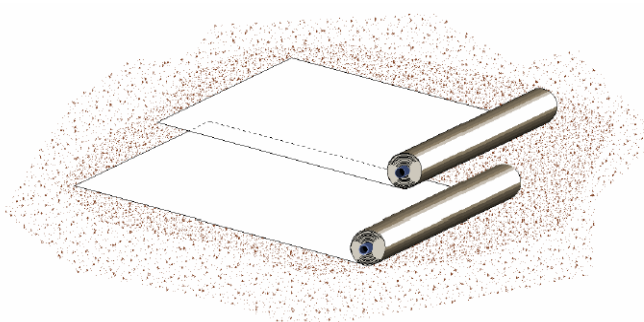
Brevi tratti di saldatura (riparazioni, raccordi, pareti a forte pendenza) possono essere eseguiti riportando il cordone di saldatura sovrapposto al giunto previa presaldatura di fissaggio ad aria calda delle pareti da unire e molatura della superficie dei fogli a contatto con il cordone di saldatura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

Figura: Saldatura a cordone sovrapposto



POSA IN OPERA DEL TESSUTO NON TESSUTO

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



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

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

POSA DI STRATO DRENANTE

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

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

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

Verifica del geocomposito drenante

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

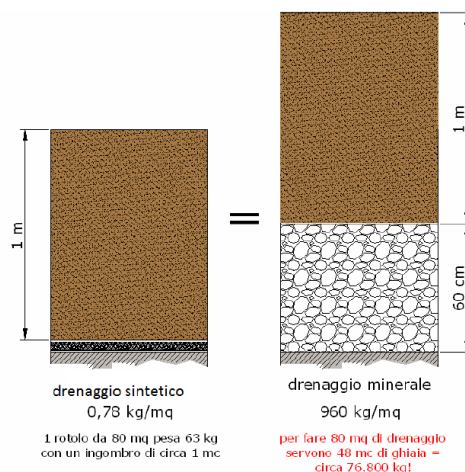
Considerando che la posa in opera di uno strato drenante naturale, con elevati valori di conducibilità idraulica che sono caratteristici di questo strato, comporterebbe la necessità di conferire in discarica un materiale molto pregiato e costoso, molto difficilmente reperibile in tale quantità da una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

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

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

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

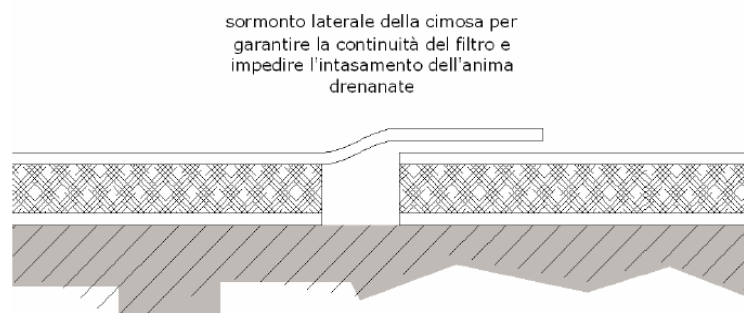
ESEMPIO DI SOSTITUZIONE DRENAGGIO MINERALE CON GEOCOMPOSITO DRENANTE



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

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

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



REALIZZAZIONE STRATO DI TERRENO DI COPERTURA

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

I materiali di suolo impiegati per i trenta centimetri più superficiali dovranno rispondere ai requisiti qualitativi relativi alle classi di idoneità "Buona" dello schema interpretativo riportato nella tabella che segue (USDA 1993, modificata).

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

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

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

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

Per favorire la crescita e lo sviluppo del manto erboso ed al contempo proteggere le scarpate appena seminate dall'azione battente della pioggia, si provvederà alla posa in opera di una biorete antierosione, del tipo geojuta, con una struttura a maglia rettangolare di apertura nominale 16 x 10 mm, completamente biodegradabile e con le

seguenti caratteristiche : peso non inferiore a 500 g/m² (norma ASTM D 3776); resistenza a trazione non inferiore a 15 kN/m in direzione longitudinale e 15 kN/m in direzione trasversale; allungamenti non superiori al 8 % (norma ASTM D 4599).

8.6 Modalità di verifica

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

8.7 Completamento rete di raccolta e smaltimento acque meteoriche

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

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

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

Si evidenzia, inoltre che, per il periodo di gestione post-operativa, non sussistono condizioni di particolare vulnerabilità ambientale correlate alle acque di ruscellamento, in quanto le stesse non avranno contatti con matrici inquinanti. Le acque oggetto di scarico non risultano quindi, per loro natura e per la tipologia delle aree di scolo, soggette a particolari prescrizioni normative in contrasto con la soluzione progettuale prescelta.

Le acque superficiali di ruscellamento esterne all'invaso saranno convogliate a giorno in cunette o in tubazioni interrate in PP Ø 200, munite di idonei pozzetti di ispezione e raccordo e disposte secondo le linee di progetto; prima di essere avviate al recapito finale, ovvero nel vallone a tempo esistente ubicato a valle del sito, le acque superficiali saranno raccolte in una vasca di accumulo interrata costituita da un monoblocco prefabbricato in c.a. delle dimensioni esterne di cm.250x250xh250 e per una capacità complessiva di circa 13 mc; la vasca di raccolta delle acque meteoriche sarà del tipo prefabbricato con troppo pieno e stramazzo per il successivo recapito nel vallone esistente; la scelta di inserire tale manufatto a valle della rete di raccolta delle acque meteoriche scaturisce dall'opportunità di dotare il sito di un modesto accumulo di acqua (circa 13 mc) a servizio dell'area e del contiguo centro di raccolta, per un eventuale utilizzo a scopo irriguo o antincendio.

Il recapito finale delle acque superficiali avverrà nel vallone a tempo ubicato a valle del sito mediante una tubazione interrata a doppia parete in PE Ø 800.

La regimentazione delle acque superficiali non interesserà in alcun modo la strada a monte del sito, in quanto le acque provenienti dall'esistente canale di guardia nel punto di confluenza a monte del sito (in prossimità del cancello di accesso esistente lungo la strada comunale), sebbene di esigua quantità perché il canale è ubicato al di sopra del piano di campagna, saranno raccolte in un apposito pozzetto e convogliate nella rete di displuvio a farsi, con recapito finale nel vallone a tempo; pertanto la suddetta strada comunale non sarà interessata da ulteriori carichi di acque superficiali, rendendo sufficienti le esistenti canalizzazioni stradali (zanella);

Ad ogni buon fine, in recepimento delle prescrizioni contenute nel Decreto di approvazione del progetto operativo, si precisa che:

- **lo scarico delle acque regimentate nel vallone demaniale, deve adeguarsi alla emananda normativa regionale in materia di scarico delle acque meteoriche, di cui all'art. 113 del Dlgs 152/06 e s.m.i. entro 60 giorni dall'entrata in vigore della stessa, acquisendo, a valle dell'intervento di bonifica, l'autorizzazione dell'Autorità competente allo scarico delle acque meteoriche nel ricettore finale;**
- **le acque meteoriche e superficiali, comunque presenti in zona, devono essere raccolte e convogliate come previsto nella relazione geologica e nelle tavole dei grafici allegati al progetto, ad evitare che il loro mancato allontanamento possa essere causa di dissesto idrogeologico.**

8.8 Realizzazione impianto di pubblica illuminazione

L'impianto di pubblica illuminazione, considerata l'assenza di fornitura elettrica nell'area in questione, sarà realizzato mediante la messa in opera di n°25 lampioni stradali fotovoltaici disposti secondo le linee riportate in progetto lungo il perimetro del sito, al fine di garantire i requisiti illuminotecnici necessari.

8.9 Opere di Ripristino ambientale

A seguito degli interventi di bonifica e messa in sicurezza permanente saranno effettuati interventi di ripristino ambientale per il recupero e la sistemazione dell'area di discarica, ottenuti mediante il rinverdimento delle aree immediatamente prossime alla discarica recintata e la piantumazione di idonee alberature con essenze tipiche della vegetazione locale.

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

- ❖ reinserire la discarica, i manufatti connessi e le aree immediatamente circostanti nel contesto ambientale e paesaggistico, eliminando ogni elemento di discontinuità e di rottura con il territorio circostante;
- ❖ stabilire condizioni ambientali idonee all'evoluzione degli elementi di naturalità e di semi-naturalità preesistenti e reintrodotti;
- ❖ ricreare un sistema vegetazionale in grado di richiedere interventi manutentivi limitati alla fase di impianto.

Si prevede l'impianto di una siepe perimetrale all'interno del sito confinato e la messa a dimora di alberature di medio-alto fusto sul fronte prospiciente la strada comunale al fine di creare una zona verde di filtro visivo. Per la scelta della vegetazione si prediligeranno essenze arboree tipiche della zona e della macchia mediterranea.

8.10 Opere accessorie

Per il completamento dei lavori saranno eseguite tutte le opere complementari relative alla sistemazione del fosso di guardia perimetrale e della recinzione esistente, la sistemazione delle aree esterne e della pista di servizio perimetrale con battuto di terreno naturale e ghiaia a secco, la sostituzione dei cancelli di accesso e delle vasche per la raccolta del percolato, le opere di ripristino della sede stradale comunale e tutte le opere complementari di finitura occorrenti, come riportato negli allegati grafici progettuali.

8.11 Percolato

Per quanto attiene gli eventuali quantitativi di percolato residui all'interno del corpo rifiuti, se ne prevede l'emungimento dalle due vasche di raccolta ed il successivo smaltimento.

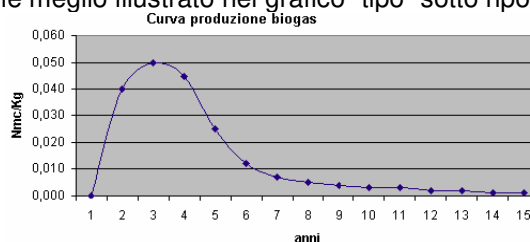
In recepimento alle prescrizioni contenute nel Decreto di approvazione del progetto operativo di bonifica si precisa che dovranno "essere realizzati tutti gli interventi di rimozione del percolato, eventualmente presente, prima della realizzazione del capping superficiale" nel rispetto delle modalità definite dalla vigente normativa in materia.

8.12 Biogas

Dagli atti risulta che la stessa è entrata in funzione nel 1995, è stata usata come discarica di rifiuti solidi urbani ed assimilabili, ora rifiuti di origine urbana non pericolosi, asservita esclusivamente ad una comunità a prevalente vocazione rurale di circa 2.000 abitanti e chiusa, definitivamente, nel 2002 ca.

In definitiva, per quanto detto sopra, dato il lungo periodo di inattività della discarica in questione (oltre 14 anni) e data la modesta quantità di rifiuti in essa depositati, possiamo ritenere che la frazione umida e biodegradabile di RSU ha già raggiunto uno stato avanzato di biostabilizzazione tale da far presupporre, ragionevolmente, che la produzione di biogas sia estremamente bassa e/o comunque prossima ad esaurirsi.

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



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

È previsto, comunque, un monitoraggio delle emissioni gassose diffuse in grado di individuare eventuali fughe di gas nocive prodotte dalla discarica stessa. Il sistema di monitoraggio sarà effettuato attraverso due nuovi pozzi previsti nel corpo rifiuti mediante i quali, grazie ad apposite attrezzature, sarà possibile effettuare misure di concentrazione dei gas. Ciascun pozzo di monitoraggio sarà realizzato secondo le seguenti modalità :

Trivellazione eseguite con sistema di perforazione a secco, diametro del foro pari a 0,60 m, compreso ogni onere derivante dalla rimozione di ostacoli costituiti da pietre, cemento, ferro, legno, plastica e rifiuti ingombranti in genere, intercettati durante la perforazione. Il foro dovrà venire protetto con un tubo apposito (camicia) avente il diametro del foro stesso che verrà rimosso solo al momento dell'introduzione del tubo filtrante (microfessurato in PEAD D 160 SDR 17 PN 10) e della ghiaia di riempimento. Comprensivo, altresì, della tubazione microfessurata, della testa di pozzo PEAD D200, della lunghezza di 2,0 m; della flangia cieca in acciaio con opportuni passa pareti; della valvola a farfalla; del giunto flessibile PVC texas D90 (l: 1,5 m), completo di fascette; del tappo in argilla o miscela bentonitica dell'altezza di 0,50 m e di quant'altro occorrente per dare il lavoro finito a regola d'arte. Della profondità media di 7,0 m.

9. ANALISI, CONTROLLI E MONITORAGGIO

In caso di adozione di interventi di messa in sicurezza, come nel caso in esame, è sempre opportuno prevedere dei sistemi di monitoraggio e controllo finalizzati a valutare il raggiungimento dell'obiettivo previsto, e cioè il contenimento dell'inquinamento all'interno del sito compromesso.

Il Piano di Monitoraggio e controllo delle acque di falda avrà durata triennale e sarà preventivamente concordato con ARPAC secondo le vigenti modalità e metodiche. Per la definizione di dettaglio si rimanda all'elaborato integrativo e sostitutivo allegato; gli esiti finali del monitoraggio delle acque di falda dovranno essere validati da ARPAC, secondo le vigenti metodiche e procedure.

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

Nello specifico sono da prevedere:

- Monitoraggio acque sotterranee:

Obiettivo del monitoraggio è quello di rilevare tempestivamente eventuali situazioni di inquinamento delle acque sotterranee sicuramente riconducibili alla discarica, al fine di adottare le necessarie misure correttive. Sono stati individuati i punti di monitoraggio rappresentativi e significativi, costituiti da pozzi esistenti, a monte e a valle, tenuto conto della direzione di falda. Si fa presente che saranno eseguiti all'interno di questo progetto solo i monitoraggi in corso d'opera.

Per quanto attiene alla misurazione della falda, si precisa che la stessa verrà eseguita con apposito freatometro e la restituzione altimetrica verrà riportata in coordinate Gauss-Boaga oppure UTM WGS84; i dati di rilevamento saranno riferiti all'invaso di discarica e computati alla testa del piezometro sul livello medio del mare.

Per quanto attiene ai parametri da monitorare per la valutazione delle acque sotterranee si rimanda all'allegato piano di monitoraggio integrativo e sostitutivo, nel quale viene previsto il monitoraggio dei parametri per i quali si è riscontrato il superamento delle CSC, oltre che di quelli obbligatori previsti dal Dlgs 36/2003.

Per quanto riguarda il monitoraggio delle acque sotterranee si è provveduto alla rimodulazione dello stesso (cfr. piano di monitoraggio integrativo e sostitutivo allegato), nel quale si prevede il campionamento, prelievo ed analisi delle acque sotterranee in tre piezometri, anziché cinque, e precisamente:

Pz5 a monte idrogeologico;
Pz2 e Pz4 a valle idrogeologico.

Di seguito è riportata la georeferenziazione dei piezometri utilizzati come punti di controllo, come riportato nella relazione geologica a pag. 11.

Coordinate dei punti di indagine

Piezometro	Ubicazione	Gauss-Boaga		UTM WGS84	
		Est	Nord	Est	Nord
Pz2	A valle idrogeologico	2538469	4447764	518463	4447758
Pz4	A valle idrogeologico	2538522	4447812	518516	4447806
Pz5	A monte idrogeologico	2538711	4447860	518705	4447854

I controlli periodici sono stati estesi alle acque superficiali, alla qualità dell'aria ed alle emissioni gassose per conformità a quanto previsto al paragrafo 5 dell'allegato al Dlgs 36/2003; tuttavia, recependo l'indicazione fornita e nell'ottica di una economia di spesa, si provvederà al controllo ed alla sorveglianza dei seguenti parametri :

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

Il livello del percolato nelle due vasche di raccolta esistenti, verrà misurato in fase operativa e in fase post operam, provvedendo alla sua asportazione, qualora presente; si precisa inoltre che l'eventuale ritrovamento di sacche di percolato durante le fasi di esecuzione lavori comporterà la loro immediata rimozione e smaltimento, da effettuarsi nel rispetto delle vigenti metodiche e normative di settore.

Inoltre è prevista la manutenzione e controllo per:

- raccolta e smaltimento delle acque meteoriche;
- drenaggio e captazione del percolato;
- modalità e frequenze di asportazione del percolato;
- manutenzione impermeabilizzazione sommitale;
- pozzi per campionamento delle acque sotterranee;
- recinzioni e accessi;
- viabilità interna ed esterna;
- sistema d'illuminazione;
- modalità di esecuzione del piano di monitoraggio nella fase di post chiusura;
- modalità di trasmissione dei report di monitoraggio.

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

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

- **il piano di monitoraggio e controllo delle acque di falda di durata triennale deve essere concordato con ARPAC Dipartimento Provinciale di Salerno, in riferimento alle modalità, alle analisi ed alle relative metodiche;**
- **gli esiti finali del monitoraggio delle acque di falda dovranno essere validati da ARPAC ove previsto dalla normativa vigente in materia di bonifica;**
- **considerare come piezometro di controllo a monte idrogeologico della discarica il piezometro P6, in quanto ubicato immediatamente a monte del corpo di discarica e nel caso di una variazione o assenza del deflusso idrico sotterraneo, considerare il piezometro Pz5;**

10. DISPONIBILITÀ DELLE AREE DI INTERVENTO

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

11. TEMPI PER L'ESECUZIONE

Le attività di Bonifica e Messa in Sicurezza Permanente dovranno svolgersi secondo il seguente Cronoprogramma :

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

Ad ogni buon fine, si precisa che l'impresa appaltatrice dei lavori dovrà produrre idoneo e dettagliato Cronoprogramma delle fasi operative, da sottoporre alla valutazione ed accettazione da parte della D.L. e della Stazione Appaltante.

12. QUADRO ECONOMICO

Si riporta di seguito il quadro economico del progetto esecutivo, rielaborato in seguito alle prescrizioni impartite dagli Enti preposti nel corso dello svolgimento delle Conferenze dei servizi e contenute nel Decreto Dirigenziale n. 85 del 15/09/2107 di approvazione Progetto Operativo di Bonifica con Messa in Sicurezza permanente dell'ex discarica comunale ubicata in loc.tà Iorio al Fol. 25, Plla 103 (ex 11) del comune di Ceraso (SA), CSPI 5040C001.

**QUADRO ECONOMICO del PROGETTO ESECUTIVO
(rimodulato in seguito alle indicazioni della Conferenza dei Servizi del 21/06/2017)**

A	Lavori da Computo	
a1	Importo dei lavori soggetti a ribasso	€ 1.149.344,08
a2	Oneri di sicurezza non soggetti a ribasso (€ 24.635,22 per costi indiretti + € 26.020,70 per costi diretti)	€ 50.655,92
	TOTALE A	€ 1.200.000,00
B	Somme a Disposizione dell'Amministrazione	
b1	Spese Tecniche (7,9414 % di A)	€ 95.296,81
b2	Oneri Previdenziali (4 % di b1)	€ 3.811,87
b3	IVA su Spese Tecniche (22% di b1+b2)	€ 21.803,90
b4	IVA su Lavori (10% di A)	€ 120.000,00
b5	Imprevisti (5% di A)	€ 60.000,00
b6	Incentivi art. 18 legge 109/94 e s.m.i. (2 % di A)	€ 24.000,00
b7	Allacciamenti a pubblici servizi	€ 5.000,00
b8	Spese per Commissioni giudicatrici e diritti altri Enti	€ 5.000,00
b9	Spese per Pubblicità, Bandi, etc.	€ 3.000,00
b10	Collaudi	€ 8.000,00
	TOTALE B	€ 345.912,58
C	Oneri di Conferimento in Discarica autorizzata	
	TOTALE C	€ 7000,00

TOTALE COSTO DI REALIZZAZIONE (A+B+C)	€ 1.552.912,58
--	-----------------------

Ceraso lì, Ottobre 2017

Il Progettista
Arch. Giancarlo Stifano
(capogruppo RTP Ceraso Ambiente 2016)

