REGIONE LIGURIA
Provincia di LA SPEZIA
Comune di La Spezia

LAVORI DI MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE E REALIZZAZIONE DI NUOVO IMPIANTO CON RIQUALIFICAZIONE AMBIENTALE IN LOC. SATURNIA - COMUNE DELLA SPEZIA (SP)

CIG:601404963B - CUP C48I14000040005

PROGETTO DEFINITIVO

Capogruppo Mandataria:

IG INGEGNERIA GEOTECNICA srl
Ricerca progettazione e consulenza nel campo dell'ambiente, della geologia e dell'ingegneria civile
C.so Montevecchio, 50 - 10129 Torino
Tel. (011) 5611811/fax (011) 5620568
e-mail: ig@ingegneriageotecnica.com
ISO 9001:2008
ISO 14001:2004

Ing. Valter PEISINO

I.G. INGEGNERIA GEOTECNICA S.r.l.
Corso Montevecchio, 50 - 10129 Torino
P. IVA 02325010

Mandanti:

ECOPLAN
SOCIETA' DI INGEGNERIA & ARCHITETTURA AMBIENTALE
Arch. Pier Augusto DONNA BIANCO

P.I. Pietro MARCELLINO - Progettazione Antincendio

Consulenti specialistici:

Desmos Ingegneria Ambiente Energia
Ing. Stefano VEGGI
Ing. Manlio PACITTI

ORDINE INGEGNERI PROV. ALESSANDRIA - INGEGNERE - N° A-1034 - SEZIONE A

Responsabile Unico del Procedimento:
ACAM Ambiente S.p.A. - Ing. Marco FANTON

Titolo elaborato

Relazione Tecnica generale

n° elaborato
R02

Scala -

Stato		Data	Annotazioni	Redatto	Verificato	Approvato
Emissione	0	12 / 2015	EMISSIONE	Ing. Fretti	Ing. Veggi	Ing. Peisino
Revisioni	1	12 / 2015	EMISSIONE DEFINITIVA	Ing. Chini	Ing. Veggi	Ing. Peisino
	2					

Diritti riservati ex art. 2578 C.C. - Riproduzione e consegna a terzi solo su specifica autorizzazione.

Commessa n° 20830

Capogruppo:

IG INGEGNERIA GEOTECNICA srl
Ricerca progettazione e consulenza nel campo dell'ambiente, della geologia e dell'ingegneria civile
C.so Montevecchio, 50 - 10129 Torino
Tel. (011) 5611811/fax (011) 5620568
e-mail: ig@ingegneriageotecnica.com

Mandanti

ECOPLAN
SOCIETA' DI INGEGNERIA & ARCHITETTURA AMBIENTALE

P.I. Pietro MARCELLINO

REGIONE LIGURIA
Provincia di LA SPEZIA
Comune di La Spezia

"LAVORI DI MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE E REALIZZAZIONE DI NUOVO IMPIANTO CON RIQUALIFICAZIONE AMBIENTALE IN LOC. SATURNIA COMUNE DELLA SPEZIA (SP)"

PROGETTO DEFINITIVO

Relazione Tecnica generale

DESMOS Rel. 010.2015-002R02.1 **Milano, 1° Dicembre 2015**

n°	Data	§ revisionato	Motivo della revisione
00	12/2015	Fretti - Veggi	Emissione per commenti
01	12/2015	Chini - Veggi	Emissione definitiva
02			
03			
04			

Indice

1 INTRODUZIONE 1
2 BONIFICA DELLA DISCARICA ESISTENTE 2
3 REALIZZAZIONE STRADA DI ACCESSO AL SITO 3
4 NUOVA DISCARICA PER RIFIUTI NON PERICOLOSI 5
4.1 Formazione della vasca di discarica 5
4.1.1 Fondo 5
4.1.2 Argine di contenimento di valle 5
4.2 Sistema di impermeabilizzazione 7
4.2.1 D. Lgs. 36/03 7
4.2.2 Condizione esistente 8
4.2.3 Impermeabilizzazione di progetto di fondo 8
4.2.4 Impermeabilizzazione di parete 8
4.2.5 Verifica del pacchetto proposto con barriera ex D.Lgs. 36/03 10
4.3 Franco dell'acquifero 12
4.3.1 D. Lgs. 36/03 12
4.3.2 Condizione esistente 12
4.4 Piazzale di servizio 13
4.4.1 Locali uffici e di servizio 13
4.4.2 Piattaforma di lavaggio 14
4.5 Gestione delle acque meteoriche 14
4.5.1 Gestione delle acque meteoriche 15
4.5.2 Gestione delle acque di prima pioggia 15
4.6 Gestione delle acque di percolato 16
4.6.1 Gestione del percolato nella fase transitoria 16
4.6.2 Gestione del percolato nella fase definitiva 17
4.6.3 Trattamento del percolato 19
4.7 Abbancamento di rifiuti 20
4.8 Sistema di gestione del biogas 20
4.9 Sistema di monitoraggio 21
4.10 Copertura definitiva della discarica 22
4.10.1 Superficie sommitale 22
4.10.2 Superfici inclinate 22
4.10.3 Berme di raccordo 23
4.10.4 Piste interne 24
4.11 Ripristino ambientale 24
4.11.1 Inserimento ambientale 24
4.11.2 Copertura 25
5 FASI DI ESECUZIONE DEI LAVORI 27
6 MISURE DI CARATTERE GESTIONALE 29
6.1 Riepilogo dati significativi di progetto 29
6.2 Recupero delle terre da scavo per coperture giornaliere e arginelli di coltivazione 31
6.3 Utilizzo di FOS per le coperture giornaliere 31
6.4 Tamping 31
7 PIANIFICAZIONE TEMPORALE DEI LAVORI 33

1 INTRODUZIONE

La presente relazione intende fornire una descrizione degli aspetti tecnici relativi al Progetto Definitivo di "Messa in sicurezza permanente" e contemporanea riqualificazione ambientale del sito in Località Saturnia, nel Comune della Spezia, mediante realizzazione di nuovo impianto di "Discarica per rifiuti speciali non pericolosi" (classificazione ai sensi del D.Lgs. 36/03).

Il progetto, in particolare, prevede gli interventi necessari alla bonifica dell'area dove attualmente insiste la discarica esistente, con la completa dismissione di tutti i manufatti ad essa riconducibili e la successiva realizzazione, mediante fasi fra loro interconnesse, di una nuova discarica per rifiuti non pericolosi di volumetria utile pari a circa 700.000 m^3 . Tale volumetria comprenderà anche i volumi di servizio (coperture intermedie, arginelli di coltivazione, etc.) che, come verrà illustrato successivamente, verranno gestiti con categorie selezionate di rifiuti in ingresso all'impianto (terre da scavo e FOS).

Nel nuovo invaso, saranno inoltre riabbancati i rifiuti esistenti (circa 58'000 mc) ed i terreno in esubero provenienti dallo scavo per la realizzazione dell'invaso (circa 16'000 mc), per una volumetria finale lorda pari a circa 774'000 mc.

2 BONIFICA DELLA DISCARICA ESISTENTE

Le attività di bonifica consistono fondamentalmente nello scavo dei rifiuti già presenti nell'area di discarica (sia i rifiuti solidi urbani [RSU] abbancati nella seconda metà degli anni ottanta sia le ceneri di carbone abbancate tra il 1992 e il 1993) e nella loro riallocazione all'interno della nuova discarica impermeabilizzata (landfill mining).

Tali attività si inseriranno quindi tra quelle di allestimento del fondo impermeabilizzato; più in particolare è prevista una fase transitoria di gestione della discarica che avrà inizio non appena saranno terminate le attività di allestimento della prima porzione del nuovo fondo della vasca di discarica, a quota di 30 m s.l.m., chiuso verso valle da un arginello provvisorio in argilla alto circa 2 m.

All'interno di tale invaso, dotato di tutti i sistemi necessari alla sua gestione (incluso il sistema di drenaggio del percolato), saranno allocati i rifiuti esistenti, che, quindi, verranno rimossi dalla loro attuale sede, unitamente al terreno di fondo che dovesse eventualmente risultare non idoneo ad essere reimpiegato presso il sito.

Tutte le attività di scavo e movimentazione dei rifiuti saranno effettuate in maniera tale da recare il minimo danno all'ambiente circostante (ad esempio: dispersione di polveri e odori, presenza di biogas).

Gli RSU sono stati abbancati a metà degli anni '80, pertanto si presume che siano ormai mineralizzati; sulla base di una specifica caratterizzazione da effettuarsi prima della movimentazione, in ogni caso, si valuterà la necessità di eseguire dei trattamenti preliminari (in situ o ex situ) affinché la movimentazione sia effettuata in sicurezza e i materiali siano idonei allo smaltimento in discarica (IRD < 1000 $mgO_2/kgSV/h$).

I rifiuti saranno sottoposti a vagliatura con separazione dei materiali ferrosi a meno di magneti o elettromagneti (da avviare a recupero) prima della riallocazione finale nel settore di discarica appositamente predisposto.

Una volta terminata la riallocazione dei rifiuti, potranno proseguire le attività di costruzione della discarica con il tratto a valle dell'invaso e l'argine di confinamento.

3 REALIZZAZIONE STRADA DI ACCESSO AL SITO

Preliminarmente alla realizzazione dei lavori di allestimento del fondo e messa in sicurezza permanente sarà realizzata la strada di collegamento della discarica alla viabilità esterna. In particolare si prevede di impiegare per il primo tratto la strada interna della discarica di Val Bosca attualmente in fase di post gestione, di proprietà della proponente ACAM Ambiente S.p.A. e gestita dalla stessa; per il secondo tratto sarà realizzata una nuova strada che connette la viabilità di Val Bosca con l'esistente strada che conduce alla discarica di Monte Montada e all'ingresso della discarica di Saturnia (si vedano gli elaborati D12.01, D12.02, D12.03) e la seguente figura per l'indicazione del tracciato.



Figura 3.1: Viabilità di accesso al sito attraverso la viabilità di Val Bosca

In corrispondenza del collegamento con la viabilità di Val Bosca, la nuova strada sarà situata ad una quota di circa 71 m s.l.m. e terminerà alla quota di 62 m s.l.m. circa in corrispondenza del piazzale di ingresso della nuovo impianto di Saturnia.

Il tratto di strada di nuova realizzazione avrà una lunghezza di circa 165 m, ed il rilevato stradale sarà realizzato in parte mediante terre rinforzate (circa 105 m) con pendenze delle scarpate di 60°, rinforzate con geogriglie le cui caratteristiche sono descritte nella relazione geotecnica (R05).

Le terre rinforzate saranno realizzate con il terreno di risulta proveniente dagli scavi eseguiti per l'allestimento dell'impianto, opportunamente compattate e rinforzate secondo le indicazioni di progetto.

Il rilevato in terre rinforzate avrà uno spessore massimo di circa 8,40 m in corrispondenza dello scatolare che sarà realizzato per l'attraversamento del rio che interseca il tracciato della strada.

La strada sarà realizzata tramite i seguenti strati:

- Rilevato stradale (con terre rinforzate nella prima tratta per circa 105 m);
- Sottofondo stradale (tout venant stabilizzato) dello spessore di 0,3 m;
- Strato di conglomerato bituminoso dello spessore medio, finito e compresso di 4 cm.

La sede stradale asfaltata avrà una larghezza di 6,5, lateralmente sarà posizionata una cunetta alla francese e cigli di larghezza 1,25 m.

l cigli stradali saranno protetti da barriere metalliche di sicurezza stradale, omologate e certificate di acciaio non inferiore a FE 360 B zincato a caldo.

La larghezza del rilevato in sommità sarà quindi pari a 9,5 m, compresa la sede stradale ed i cigli.

Sul lato ovest della sede stradale sarà inoltre posizionato un condotto tecnologico per i sottoservizi, come da elaborati grafici illustrativi.

4 NUOVA DISCARICA PER RIFIUTI NON PERICOLOSI

4.1 Formazione della vasca di discarica

4.1.1 *Fondo*

Negli elaborati grafici di progetto D04.01 ("*Planimetria di progetto del fondo"*) e D04.03 ("*Sezioni di progetto"*), ai quali si rimanda per dettagli in merito, è mostrata la conformazione del fondo della nuova discarica.

E' prevista, in particolare, la formazione di un bacino costituito da un fondo, posto alla quota di circa 30 m s.l.m., scarpate gradonate lateralmente e verso monte e un argine a chiudere il bacino verso valle.

Le pareti dell'invaso saranno realizzate a gradoni aventi dislivello di 10 m circa con pendenza doppia verso l'esterno e verso valle in maniera tale che, oltre alla funzione di favorire la stabilità delle pareti, le berme di detti gradoni possano essere impiegate anche per la gestione a gravità delle acque meteoriche e di percolato (una volta raggiunte dall'abbancamento dei rifiuti).

In particolare sono stati previsti due gradoni che dalle quote rispettivamente di 40 e di 53 m s.l.m. a monte degradano verso valle andandosi ad attestare sull'argine e/o in corrispondenza della pista di coronamento.

Le attività di profilatura del fondo saranno eseguite utilizzando pendenze di 35° circa di poco, superiori a quelle di profilatura attuali, che consentono di garantire nello stesso tempo:

- la rimozione dello strato di alterazione formatosi sulle superfici nei decenni trascorsi dall'apertura degli scavi.
- la massimizzazione dei volumi disponibili,
- il rispetto dei coefficienti di stabilità minima imposti dalla normativa in relazione alle caratteristiche dei materiali in cui saranno realizzati.

Poiché la presenza di una falda è rilevabile ad una quota inferiore di 20 m s.l.m. circa (si veda in merito l'elaborato R03 "*Relazione Geologica Tecnica, geomorfologica, idrogeologica e sismica*") si prevede di approfondire quanto più possibile la base della discarica, fino a 30 m s.l.m., in maniera tale da massimizzare i volumi di abbancamento e consentire la completa rimozione degli abbancamenti esistenti e dell'eventuale terreno contaminato sottostante.

4.1.2 *Argine di contenimento di valle*

Ai fini del contenimento del corpo rifiuti, in sostituzione dell'attuale muro, che sarà demolito, nell'ambito della bonifica, sarà realizzato un argine in terra rinforzata dell'altezza di 20 m circa (tra 30 m s.l.m. e 50 m s.l.m.) che sul fronte di valle presenterà una berma intermedia di rottura del pendio, alla quota di 40 m s.l.m.

Si vedano a tal proposito gli elaborati grafici di progetto D.04.03 ("*Sezioni di progetto"*) e D.04.04 ("*Particolari di fondo e copertura"*).

La soluzione delle terre rinforzate viene proposta in quanto consente di ottenere l'effetto analogo a quello di un'opera non rinforzata, ma in uno spazio più contenuto lasciando così un maggiore volume per la coltivazione dei rifiuti. Tale soluzione, che comunque consente una rinaturalizzazione in tempi molto rapidi, ha un impatto visivo ridotto anche in ragione della scarsa visibilità della stessa.

Si prevede che il rilevato abbia una pendenza di 45° sul paramento esterno (valle) in modo da essere molto vicino a pendenze naturali e di almeno 60° sul paramento interno (monte) dove saranno posati i sistemi di impermeabilizzazione e i pozzi di estrazione del percolato.

I paramenti esterni saranno dotati di casseri a perdere, mentre sui paramenti interni i casseri saranno removibili per permettere la posa della impermeabilizzazione.

La soluzione proposta permette di lasciare al piede verso valle un piazzale più ampio di quello esistente che potrà essere impiegato per il monitoraggio e le attività di gestione e manutenzione della discarica.

Per la realizzazione del rilevato, si prevede di utilizzare i materiali di risulta degli scavi stabilizzati con cemento previa selezione e verifica delle caratteristiche geotecniche.

Alla base del rilevato si prevede di proteggere la scarpata esterna con paramenti in pietrame tipo gabbionate (l =1 m), connesse a rinforzi tipo "terramesh"; è stata inoltre prevista la realizzazione di un'opera di connessione al substrato di fondazione del rilevato stesso costituita da una doppia fila di micropali verticali (ϕ = 350 mm, l = 10 m) con tiranti di ancoraggio (l = 30m, passo = 1,75m,); si rimanda all'elaborato D.13.01 (Argine di contenimento - Rilevato in terre rinforzate - Sezioni) ed ai seguenti D.13.03 (Argine di contenimento – Opere di contrasto al piede – Carpenteria e armature) e D.13.04 (Argine di contenimento – Opere di contrasto al piede – Particolari esecutivi) per maggiori dettagli.

4.2 Sistema di impermeabilizzazione

Il sistema di impermeabilizzazione avrà la funzione di garantire, sul fondo (inteso come parte pseudo pianeggiante di base) e lungo le pareti, un idoneo isolamento dalla matrice naturale sottostante; viene riportata di seguito la descrizione del sistema proposto con riferimento all'elaborato grafico di progetto D.04.04 ("*Particolari di fondo e copertura"*).

4.2.1 *D. Lgs. 36/03*

In tema di barriera di fondo per discariche di rifiuti non pericolosi, il D.Lgs. 36/03 prevede che (Allegato 1 "*Criteri costruttivi e gestionali degli impianti di discarica*", art. 2.4 Protezione del terreno e della acque, Par. 2.4.2. Barriera geologica):

> *Il substrato della base e dei fianchi della discarica deve consistere in una formazione geologica naturale che risponda a requisiti di permeabilità e spessore almeno equivalente a quello risultante dai seguenti criteri:*
> *- discarica per rifiuti non pericolosi: $k <= 1 \times 10^{-9}$ m/s e $s >= 1$ m.*
> *La continuità e le caratteristiche di permeabilità della barriera geologica su tutta l'area interessata dalla discarica devono essere opportunamente accertate mediante indagini e perforazioni geognostiche.*

Lo stesso D.Lgs. 36/03 (sempre Allegato 1, art. 2.4 *Protezione del terreno e delle acque*, Par. 2.4.2. *Barriera geologica*) prevede inoltre che, qualora la barriera geologica naturale presente non risponda a precisi requisiti di impermeabilità, sia necessario ricorrere ad una barriera di confinamento artificiale che fornisca una protezione equivalente:

> *La barriera geologica, qualora non soddisfi naturalmente le condizioni di cui sopra, può essere completata artificialmente attraverso un sistema barriera di confinamento opportunamente realizzato che fornisca una protezione equivalente.*
> *Per tutti gli impianti deve essere prevista l'impermeabilizzazione del fondo e delle pareti con un rivestimento artificiale posto al di sopra della barriera geologica, su uno strato di materiale compattato.*
> *Tale rivestimento deve avere caratteristiche idonee a resistere alle sollecitazioni chimiche e meccaniche presenti nella discarica.*
> *[…]*
> *Le caratteristiche del sistema barriera di confinamento artificiale sono garantite normalmente dall'accoppiamento di materiale minerale compattato (caratterizzato da uno spessore di almeno 100 cm con una conducibilità idraulica $k \leq 1 \times 10^{-7}$ cm/s,*
> *[…]*
> *L'utilizzo della sola geomembrana non costituisce in nessun caso un sistema di impermeabilizzazione idoneo;*
> *[…]*

Particolari soluzioni progettuali nella realizzazione del sistema barriere di confinamento delle sponde, che garantiscano comunque una protezione equivalente, potranno eccezionalmente essere adottate e realizzate anche con spessori inferiori a 0,5 m, a condizione che siano approvate dall'ente territoriale competente: in tal caso dovranno essere previste specifiche analisi di stabilità del sistema barriera di confinamento.

In tema di protezione della falda, inoltre, lo stesso D. Lgs. 36/03 impone che

il piano di imposta dello strato inferiore della barriera di confinamento deve essere posto al di sopra del tetto dell'acquifero confinato con un franco di almeno 1,5 m, nel caso di acquifero non confinato, al di sopra della quota di massima escursione della falda con un franco di almeno 2 m.

4.2.2 *Condizione esistente*

Le indagini geognostiche condotte di recente e in passato nell'ambito del sito di intervento hanno consentito di appurare come la barriera geologica naturale presente non abbia caratteristiche tali da soddisfare i requisiti della normativa richiamata.

Per questo motivo, è stata prevista la realizzazione di una barriera di confinamento di fondo di tipo artificiale tale da fornire una protezione equivalente a uno strato di argilla delle seguenti caratteristiche:

- $k \leq 10^{-7}$ cm/s
- s> = 1m

4.2.3 *Impermeabilizzazione di progetto di fondo*

Sul fondo, il sistema di impermeabilizzazione proposto, sarà così composto:

- strato di argilla di spessore ≥ 1 m, che verrà compattato fino al raggiungimento di una permeabilità ≤ 10^{-7} cm/s;
- geomembrana in HDPE (polietilene ad alta densità) ad aderenza migliorata su di entrambe le superfici dello spessore di 2 mm;
- geotessile non tessuto di protezione della geomembrana;
- strato drenante di spessore ≥ 0,5 m all'interno del quale vengono alloggiate le tubazioni di captazione del percolato ed il relativo bauletto drenante;
- geotessuto a maglia larga per la separazione del corpo rifiuti dallo strato in materiale granulare.

Lo strato di argilla risalirà lungo le pareti per almeno 3 m dal piano di base in maniera tale da fornire una maggior garanzia di tenuta.

4.2.4 *Impermeabilizzazione di parete*

Il pacchetto di impermeabilizzazione, vista la natura e l'acclività delle pareti (in particolar modo il paramento interno dell'argine di valle), sarà costituito da un pacchetto di geosintetici in grado di fonire una protezione equivalente a quella prevista dalla normativa e così costituito:

- geocomposito bentonitico laminato (con film in HDPE) coesionato meccanicamente di spessore minimo pari a 7 mm e permeabilità $k \leq 5 \times 10^{-11}$ cm/s;
- geomembrana in HDPE (polietilene ad alta densità) ad aderenza migliorata su di entrambe le superfici dello spessore di 2 mm;
- geotessile non tessuto di protezione della geomembrana;
- strato di materiale di protezione avente caratteristiche drenanti posato in avanzamento, con spessore $\geq 0{,}5$ m.

Il materiale drenante posato in avanzamento costituirà una separazione tra rifiuti e geosintetici di impermeabilizzazione allo scopo di minimizzare gli effetti di trascinamento da parte dei rifiuti compattati e quindi il rischio di eventuali rotture. A tal fine potrà essere utilizzato sia rifiuto selezionato, sia idoneo materiale proveniente dagli scavi di riprofilatura. Va inoltre precisato che tale strato potrà facilitare l'afflusso del percolato verso il sistema di captazione di fondo vasca.

Il sistema di impermeabilizzazione proposto, adeguatamente collegato a quello di fondo, verrà applicato a tutte le pareti naturali perimetrali ed alle berme.

L'unica variazione rispetto alle prescrizioni del D.Lgs. 36/03 è la sostituzione dello strato di argilla da 1 m con un geocomposito bentonitico laminato la cui equivalenza idraulica è dimostrata nel successivo paragrafo; la scelta di ricorrere a uno strato equivalente dipende da difficoltà operative alla forte pendenza delle scarpate ed agli spazi di lavoro molto ristretti. La realizzazione di uno strato minerale compattato di caratteristiche equivalenti a quelle prescritte da normativa, infatti, richiederebbe la realizzazione di un rilevato per strati orizzontali di larghezza idonea ad ospitare il mezzo di compattazione e che andrebbe in seguito riprofilato con gli spessori e le pendenze di progetto.

Le pendenze di riprofilatura, in ogni caso, non sarebbero compatibili con le caratteristiche di resistenza del materiale anche se il rilevato venisse realizzato in argilla miscelata a cemento al fine di garantirne la stabilità. Sarebbe quindi necessario realizzarlo per fasi tra una berma e l'altra man mano che si procede con la deposizione dei rifiuti, ma ciò comporterebbe un eccessivo frazionamento della barriera che creerebbe discontinuità difficilmente eliminabili.

4.2.5 *Verifica del pacchetto proposto con barriera ex D.Lgs. 36/03*

L'impermeabilizzazione proposta per il fondo della discarica costituisce una barriera di caratteristiche identiche a quelle della barriera richiesta dal D.Lgs. 36/03 ("Attuazione della direttiva 199/31/CE relativa alle discariche di rifiuti").

Per valutare invece le caratteristiche della barriera proposta sulle pareti in termini di protezione rispetto a quella minima richiesta dal D.Lgs. 36/03, in assenza di criteri di riferimento precisi all'interno del citato Decreto, si può far riferimento a quanto indicato nella D.C.I. 27.07.1984 nella quale, al punto 4.2.3.3. Lettera c) veniva definito che:

> *lo spessore e le caratteristiche di resistenza di tale strato devono essere tali da impedire la fuoriuscita del percolato dallo strato medesimo per almeno 150 anni dal fondo e per almeno 50 anni dalle pareti della discarica, calcolati come rapporto tra lo spessore totale dello strato impermeabilizzante e la permeabilità dello strato medesimo, allorché l'impianto si trova in condizione di massimo carico idraulico.*

Introducendo quindi il concetto di flusso o portata, definito come il volume di acqua che scorre attraverso un'area unitaria in un tempo unitario ed esprimibile attraverso la formula di Darcy:

$$v = k \cdot s$$

(dove v esprime la velocità di flusso, k la conducibilità idraulica, mentre s indica lo spessore del sistema impermeabilizzazione), il metodo indicato nel Decreto citato consiste nell'eguagliare il tempo di attraversamento convenzionale di ciascuno strato "-i" della barriera proposta, valutato con gradiente idraulico unitario, al tempo convenzionale di attraversamento della barriera di caratteristiche minime richieste dal D.Lgs. 36/03 "norm".

$$\frac{s_i}{k_i} = \frac{s_{NORM}}{k_{NORM}}$$

Si è pertanto in grado di ottenere, per ogni strato della barriera proposta, lo spessore equivalente di argilla a permeabilità definita (k= 10^{-7} cm/sec).

Applicando l'equivalenza allo strato di progetto si ottiene pertanto che il materassino geocomposito bentonitico laminato (sp. 0,7 cm) caratterizzato da un coefficiente di permeabilità dichiarato dai costruttori in 5 x 10^{-11} cm/s garantisce una protezione equivalente ad uno spessore di argilla di 14 m.

Volendo non considerare l'effetto del film in HDPE, si può concentrare la verifica sul solo contributo della bentonite contenuta all'interno del geocomposito; numerose prove in sito indicano che tali materiali, una volta posati, riescono a raggiungere spessori di 1 cm con coefficienti di permeabilità di 1 x 10^{-9} cm/s.

Con tali valori, la verifica indica una protezione equivalente ad 1 m di argilla.

L'equivalenza dello spessore in termini di grado di protezione, può essere verificata anche tramite le formule di Koerner.

Il concetto di equivalenza di spessore secondo R. M. KOERNER è stato tradotto dal testo di Koerner, Gartung, Zanzinger GEOSYNTHETIC CLAY LINERS pubblicato da BALKEMA/Rotterdam/Brookfield nel 1995 / pp.79-81), che recita così:

La funzione essenziale assegnata ad un qualsiasi sistema barriera consiste nella capacità di contenere i liquidi come previsto dalle esigenze del progetto esecutivo. Introducendo il concetto di flusso o portata, ne richiamiamo la definizione relativa: il volume di acqua che scorre attraverso un area unitaria in un tempo unitario e ricorriamo alla formula di Darcy:

$$v = k\frac{H}{T}$$

dove k esprime la conducibilità idraulica mentre H indica l'altezza del liquido che è trattenuto dal sistema impermeabilizzante con spessore pari a T.

Ricordiamo che questa equazione è utilizzabile unicamente per una corretta valutazione del flusso attraverso uno spessore di bentonite, in presenza di geocomposito, con geomembrane deve essere opportunamente modificata. Trascurando cautelativamente il contributo della geomembrana laminata del caso in oggetto, tale formula risulta applicabile.

Per poter valutare la permeabilità richiesta ad uno strato minerale costruito con argilla (CCL) e riuscire ad esprimere il concetto di equivalenza di spessore, si ipotizza che il flusso che attraversa il geocomposito bentonitico (GCL) sia uguale al flusso attraverso il CCL:

$v_{GCL} = v_{CCL}$

oppure:

$$k_{GCL} \bullet \frac{H + T_{GCL}}{T_{GCL}} = k_{CCL} \bullet \frac{H + T_{CCL}}{T_{CCL}}$$

Se i valori di permeabilità e spessore del CCL sono conosciuti, ed è noto lo spessore del GCL, il valore della permeabilità richiesta al GCL, in equivalenza di spessore, deve essere pari a:

$$k_{GCLRICHIESTO} = k_{CCL} \bullet \frac{H + T_{CCL}}{T_{CCL}} \bullet \frac{T_{GCL}}{H + T_{GCL}}$$

Il valore della permeabilità imposta al CCL è pari a: $k_{CCL} = 1 \times 10^{-7}$ cm/s mentre lo spessore del geocomposito è pari a $T_{GCL} = 1$ cm, dopo una espansione controllata.

Se l'altezza del liquido contenuto, fissata dalle Norme EPA (USA), è H = 30 cm, sia per il CCL che per il GCL , allora avremo per uno spessore T = 100 cm di CCL:

(k_{GCL}) RICHIESTO $= 4{,}19 \times 10^{-9}$ cm/s

Con la dimostrazione del prof. KOERNER è così possibile esprimere il coefficiente di permeabilità massima, ammissibile per un GCL, in grado di sostituire in maniera corretta uno spessore definito, di uno strato minerale compattato. Essendo il coefficiente di permeabilità del geocomposito bentonitico in progetto $\leq 1 \times 10^{-9}$ cm/s, l'equivalenza risulta rispettata.

La barriera proposta garantisce pertanto un livello di protezione conforme alle richieste del D.Lgs. 36/03 di spessore pari a 1 m, secondo entrambi gli approcci proposti.

4.3 Franco dell'acquifero

4.3.1 *D. Lgs. 36/03*

Il D.Lgs. 36/03 prevede che

"il piano di imposta dello strato inferiore della barriera di confinamento deve essere posto al di sopra del tetto dell'acquifero confinato con un franco di almeno 1,5 m, nel caso di acquifero non confinato, al di sopra della quota di massima escursione della falda con un franco di almeno 2 m".

4.3.2 *Condizione esistente*

Come ampiamente trattato all'interno della R03 (*Relazione Geologico -Tecnica, geomorfologica, idrogeologica e sismica*) alla quale si rimanda per dettagli in merito, il substrato è caratterizzato da litotipi con permeabilità primaria bassa, e secondaria media, lungo fasce principali di fratturazione all'interno dei quali si realizzano lunghi percorsi di filtrazione, con formazione di una falda permanente profonda alla quota di circa 10 m s.l.m., avente una soggiacenza estremamente variabile per effetto della complessa orografia (comunque sempre al di sotto di 20 m s.l.m.) .

Si ritiene pertanto che la condizione richiesta dal D.Lgs. 36/03 sia ampiamente rispettata.

4.4 Piazzale di servizio

Il piazzale di servizio sarà realizzato alla quota di 62 m s.l.m. ed ospiterà, in corrispondenza dell'ingresso, sul lato Nord del confine del sito.

Sul piazzale saranno ubicati i locali si servizio:

- 2 locali uffici e di servizio (D14.01);
- 1 locale di deposito attrezzi (D.14.01);
- Un ricovero mezzi (D.14.02);
- Il lavaggio mezzi (D.14.03);
- Centrale per la combustione/il trattamento del biogas (par. 4.8);
- Vasca di prima pioggia ;
- Vasca di stoccaggio percolato (si veda par. 4.6.2.3);

L'ubicazione degli impianti (si veda la tavola D04.01) suddetti è stata pensata in modo tale da accordarsi al meglio con gli spazi disponibili e la viabilità di accesso.

In fase di coltivazione saranno sfruttati anche alcuni servizi ubicati presso l'adiacente impianto di Val Bosca, di proprietà e gestione ACAM, in particolare:

- l'ufficio di accettazione e l'ufficio per gli addetti ai lavori;
- la pesa.

4.4.1 *Locali uffici e di servizio*

Ciascuno locale sarà costituito da un'unità prefabbricata e dotati di pavimentazione autoportante; le pareti esterne saranno di tipo coibentato a norma di legge; le pareti interne saranno di tipo lavabile e disinfettabile.

La copertura sarà realizzata con pannelli modulari autoportanti con caratteristiche di coibentazione analoghe a quelle delle pareti perimetrali.

La suddivisione interna dei locali sarà realizzata secondo le indicazioni contenute nelle tavole di progetto (D14.01). In particolare, all'interno dei prefabbricati saranno ricavati i seguenti locali opportunamente arredati:

<u>locale di accettazione:</u>
locale ufficio;
servizi igienici;
<u>locale di servizio operatori:</u>
locale ufficio;
locale spogliatoio;
servizi igienici.

4.4.2 *Piattaforma di lavaggio*

L'impianto di lavaggio mezzi sarà costituito da una piattaforma in c.a. opportunamente sagomata in modo da raccogliere le acque di lavaggio lungo l'asse centrale in cui è prevista la realizzazione della canaletta grigliata di raccolta.

L'acqua necessaria al lavaggio sarà stoccata in un apposito serbatoio dotato di autoclave, mentre le acque di lavaggio raccolte saranno avviate mediante pompa dotata di sensori di livello alla vasca di stoccaggio del percolato.

4.5 Gestione delle acque meteoriche

La progettazione della discarica è stata effettuata cercando di minimizzare l'interazione con la rete idrica superficiale e sub- superficiale sia in fase di coltivazione che in fase di post-gestione della discarica stessa.

Sotto il profilo idrologico superficiale, è possibile individuare le seguenti tipologie di acque che interessano l'area della discarica:

- Acque bianche esterne (meteoriche): vengono definite acque bianche esterne quelle raccolte dal sistema di convogliamento acque meteoriche (canali di gronda esterna) provenienti dallo scolo di aree non direttamente interessate dal transito e dallo stoccaggio dei rifiuti (aree circostanti il sito). Tali acque, non entrando in contatto con le aree di discarica potranno essere recapitate direttamente presso il recettore finale. Si prevede in ogni caso di effettuare dei campionamenti periodici per accertare la qualità di tali acque.
- Acque bianche interne (meteoriche): vengono definite acque bianche interne quelle raccolte dal sistema di convogliamento acque meteoriche provenienti dallo scolo di aree d'impianto esterne alle aree coltivate o coltivabili, nonché le acque che interessano le parti delle vasche impermeabilizzate ma non ancora contenenti rifiuti, opportunamente separate dalle zone di stoccaggio. Le acque bianche interne sono anche quelle che cadono sul corpo della discarica una volta posizionata la copertura definitiva. Esse verranno raccolte da un sistema di canalizzazioni superficiali aventi lo scopo di convogliare le precipitazioni al recapito superficiale. La geometria della discarica sarà comunque studiata in modo tale da garantire il deflusso delle acque meteoriche verso il sistema di raccolta anche nel lungo periodo e qualora vi siano cedimenti differenziali nel corpo rifiuti.
- Acque di prima pioggia (meteoriche): vengono definite acque di prima pioggia le acque meteoriche ricadenti sulle superfici pavimentate all'interno dell'area di discarica.

4.5.1 *Gestione delle acque meteoriche*

Le acque di precipitazione che interessano le aree della discarica autorizzata diverse da quelle in coltivazione, saranno canalizzate tramite un reticolo di canalette superficiali, canali di gronda e di restituzione e immesse per gravità nel reticolo superficiale a valle della discarica.

4.5.1.1 Regimazione delle acque meteoriche in fase di coltivazione

La raccolta delle acque ricadenti tra il canale di gronda e le superfici impermeabilizzate oggetto di coltivazione sarà effettuata attraverso la berma di riprofilatura subito a monte delle aree di coltivazione.

La berma sarà opportunamente sagomata per ottenere una canale di forma triangolare (canalette intermedie) che recapiterà nel canale di gronda.

Per quel che riguarda le aree interne ai lotti di impermeabilizzazione in coltivazione, la regimazione delle acque provenienti da aree non interessate avverrà per mezzo delle stesse linee di drenaggio del percolato che, limitatamente a tali fasi, provvederanno a convogliare le acque verso i punti di raccolta finali sul fondo o alla fine delle berme e da qui sollevate fino ai recettori superficiali per mezzo dei sistemi di sollevamento previsti per il percolato, ovvero pompe all'interno di pozzetti in HDPE posti in corrispondenza delle berme e dei pozzi inclinati in acciaio addossati alle pareti.

Per dettagli si rimanda agli elaborati grafici di progetto

- D.05.01 *Sistema estrazione del percolato - Planimetria*
- D.*05.02 Sistema estrazione del percolato - Particolari*

4.5.1.2 Regimazione delle acque meteoriche definitiva

La regimazione definitiva delle acque meteoriche riguarda:

- le acque ricadenti sulla copertura definitiva;
- le acque di infiltrazione nello strato vegetale di copertura.

<u>Drenaggio superficiale</u>

Il sistema di regimazione da posizionare sulla copertura definitiva è stato dimensionato ipotizzando di utilizzare un sistema di fossi in terra. In particolare è prevista la realizzazione di fossi in terra a sezione trapezia lungo le berme e lungo le piste interne sul corpo rifiuti.

I fossi in terra recapiteranno nel canale di gronda.

<u>Drenaggio corticale</u>

Oltre alla raccolta delle acque di ruscellamento è prevista l'intercezione delle acque sottostante.

Tale strato di drenaggio sarà dotato, lungo le berme e lungo le piste interne, di tubazioni di captazione delle acque di infiltrazione che recapiteranno le acque raccolte nel sistema di regimazione delle acque superficiali precedentemente descritto.

4.5.2 *Gestione delle acque di prima pioggia*

Per "acque di prima pioggia vengono intese come le acque ricadenti sulle superfici scolanti della discarica.

Per tali acque dal piazzale impianti e dalla strada di collegamento con Val Bosca è prevista una rete con dedicata vasca di prima pioggia.

Le acque provenienti dalla strada di accesso all'argine di valle verranno raccolte da un sistema di caditoie disposte ortogonalmente all'asse stradale e convogliate alla relativa vasca da una tubazione interrata che corre lungo la strada, sul rilevato di base.

4.6 Gestione delle acque di percolato

Per percolato si intende il complesso dei prodotti liquidi della decomposizione della sostanza organica ad opera dei batteri e dell'estrazione, per azione solvente dell'acqua (meteorica o già contenuta nei rifiuti), dei contaminanti organici.

In progetto è stato studiato un sistema di drenaggio del percolato nella fase transitoria, quella del landfill mining, ed un nella fase definitiva.

Il sistema di gestione del percolato è stato progettato facendo riferimento ai criteri della normale pratica ingegneristica ed in particolare alle indicazioni del Comitato Tecnico Discariche, per quel che riguarda tipologia di impianti (rete di captazione, pozzi di estrazione, sistemi di stoccaggio ed eventualmente di trattamento), le caratteristiche dei materiali (inerte drenante, tipologia di tubazioni e fessurazione) e la geometria del sistema (lottizzazione del fondo, pendenze, spessori, diametri e densità delle tubazioni, ecc.).

4.6.1 *Gestione del percolato nella fase transitoria*

4.6.1.1 Sistema di drenaggio del percolato nella fase transitoria

Per l'estrazione del percolato nella fase di transizione è stato considerato un sistema costituito da linee drenanti costituite da tubazioni macrofessurate in HDPE immerse in strato di materiale granulare poste sul fondo della discarica (LPF negli elaborati di progetto).

Di seguito viene riportata una descrizione di tali linee.

4.6.1.2 Sistema di drenaggio del percolato di fondo (LPF) nella fase transitoria

Sul fondo della discarica è prevista la posa di n. 2 linee di drenaggio di fondo (LPF 1 e LPF 2) disposte in senso longitudinale rispetto allo sviluppo della discarica, costituite da tratti allineati di tubazioni macrofessurate in HDPE alloggiate all'interno di un bauletto di materiale inerte drenante a completamento dello strato di materiale granulare di fondo, di spessore adeguato avente funzione di drenaggio del percolato.

Ciascun dreno avrà la stessa pendenza del sottostante strato di argilla (intorno all'1,5%) e confluirà verso il piede della scarpata interna dell'arginello provvisorio di valle dove verranno installati dei pozzetti verticali in HDPE ø 800 flangiati.

La tubazione di fondo proseguirà poi oltre detto pozzetto tramite un tratto cieco appositamente munito di flangia con cartella cieca che, nella successiva conformazione definitiva, verrà rimossa per connettere ad una tubazione fessurata che proseguirà fino al pozzo di estrazione

del percolato. Le due parte di estremità dell'arginello provvisorio saranno rimosse per non creare ostacolo al deflusso del percolato una volta completato il fondo della discarica.

4.6.2 *Gestione del percolato nella fase definitiva*

4.6.2.1 Sistema di drenaggio del percolato nella conformazione definitiva

Per l'estrazione del percolato del lotto in oggetto è stato considerato un sistema costituito da linee drenanti costituite da tubazioni macrofessurate in HDPE immerse in strato di materiale granulare poste sia sul fondo della discarica (LPF negli elaborati di progetto) che in corrispondenza della pareti laterali lungo le berme di progetto (LPL).

Linee di drenaggio sul fondo (LPF)

Ciascuna delle due linee di drenaggio di fondo predisposta per la fase transitoria (LPF 1 e LPF 2 disposte in senso longitudinale rispetto allo sviluppo della discarica e costituite da tratti allineati di tubazioni macrofessurate in HDPE ø 400 alloggiate all'interno di un bauletto di materiale inerte drenante) verrà portata sino al piede della scarpata interna dell'argine di valle da dove, in corrispondenza di altrettanti pozzi obliqui in acciaio addossati alla parete dell'argine (PAi negli elaborati di progetto), confluirà in collettori costituiti da tubazioni in HDPE alloggiate all'interno di tubazioni camicia sempre in HDPE.

Linee di drenaggio di parete (LPL)

Una seconda tipologia di linea di drenaggio del percolato (LPL) sarà predisposta alla base delle berme impermeabilizzate della discarica in progetto e sarà costituita da tubazioni macrofessurate in HDPE ø 315 alloggiate all'interno di un bauletto di materiale drenante.

In particolare:

- sulla berme a quota 40,00 m s.l.m. saranno posizionati due di collettori delle medesime caratteristiche che confluiranno in corrispondenza di due punti di accumulo da cui consentiranno il collegamento fra dette linee e altri due pozzi obliqui sempre addossati alla parete dell'argine (PAi);
- sulle berme a quote 52,00 m 54,00 m e 60,00 m s.l.m. saranno posizionati tre collettori delle medesime caratteristiche che confluiranno in corrispondenza di tre punti di accumulo formati da pozzetti verticali in HDPE.

4.6.2.2 Sistema di estrazione del percolato nella conformazione definitiva

Le linee di drenaggio LPF ed LPL (quest'ultima per le sole condotte lungo la berma a quota 40,00 m s.l.m.) avranno come recapito dei pozzi in acciaio (PA1, PA2, PA3 e PA4) addossati alla parete dell'argine per l'estrazione del percolato mediante pompe sommerse; il percolato emunto sarà inviato mediante collettori costituiti da tubazioni in HDPE piene alloggiate all'interno tubazioni camicia sempre in HDPE in un pozzetto di rilancio interrato in cls posto in corrispondenza della pista sull'argine di valle, alla quota di 50 m s.l.m.

I pozzi addossati alla parete dell'argine, previsti anche per dotare il sistema di estrazione di punti di controllo che consentano di monitorare sia durante la fase di gestione che in quella di post gestione il corretto funzionamento del sistema di fondo, saranno realizzati con tubazioni in acciaio del diametro di 800 mm con tratti fessurati al fondo e dotati di una fondazione in calcestruzzo armato di dimensioni pari a 4,0x5,0x0,7 m.

I pozzi saranno appoggiati alla parete; sul fondo saranno alloggiati all'interno di apposite nicchie realizzate nello strato di argilla inferiore, depresse rispetto al fondo, per consentire un completo drenaggio della vasca.

Le linee LPL poste sulle berme a quote 52,00 m 54,00 m e 60,00 m s.l.m. avranno come recapito dei pozzetti verticali in HDPE ø 800 flangiati; da questi il percolato sarà inviato tramite tubazioni in HDPE piene incamiciate sempre in HDPE allo stesso pozzetto di rilancio posto in corrispondenza della pista sull'argine di valle, alla quota di 50 m s.l.m.

4.6.2.3 Sistema di stoccaggio del percolato nella conformazione definitiva

Dal pozzetto di rilancio posto in corrispondenza della pista sull'argine di valle, alla quota di 50 m s.l.m., il percolato sarà avviato, mediante idonei sistemi di sollevamento e una linea di convogliamento costituita da una tubazione in HDPE posizionata all'interno di una camicia in HDPE, verso una vasca interrata sempre in cls, posta in corrispondenza del piazzale di servizio a quota 70 m s.l.m.

La vasca avrà dimensioni in pianta indicativamente di 30 x 8 m e un'altezza utile di 3 m; la capacità totale della vasca sarà pertanto di 800 mc e sarà quindi in grado di garantire volumetrie utili di stoccaggio per un periodo di 20 giorni circa in condizioni di normale produzione di percolato, mentre, in caso di produzioni massime, il periodo scenderà a 5 giorni.

In caso di necessità, comunque, potranno essere utilizzati per lo stoccaggio del percolato anche parte dei serbatoi presenti presso la discarica di Val Bosca; nella vicina discarica di Val Bosca infatti è presente un sistema di stoccaggio e trattamento il cui utilizzo sarà progressivamente ridotto in quanto la discarica è in fase di gestione post- operativa e con capping di prossima realizzazione.

Si ritiene utile realizzare una tubazione di collegamento del nuovo sistema di stoccaggio del percolato a tali impianti; il collegamento è infatti di facile realizzazione in quanto la viabilità di accesso alla nuova discarica di Saturnia avverrà attraverso la viabilità interna della discarica di Val Bosca (che è oggetto di adeguamento) e un nuovo tratto stradale tra le due discariche (si veda l'elaborato D05.01 "*Sistema di estrazione del percolato – Planimetria*").

Gli impianti di Val Bosca potranno essere impiegati per la gestione di eventuali emergenze; potranno essere usati, in particolare, 6 serbatoi da 35 mc ciascuno dei 12 presenti, per un volume di stoccaggio ulteriore di 420 mc.

L'estrazione di percolato dal lotto di coltivazione verrà fermata in automatico quando il volume nella vasca raggiungerà il massimo di 700 mc circa; in tal modo dovrebbe rimanere un

volume pari a quello utile di accumulo del pozzetto di rilancio (30 mc circa) più il volume di svuotamento del collettore.

4.6.3 *Trattamento del percolato*

Per il trattamento del percolato avverrà presso l'impianto di ultrafiltrazione a osmosi inversa presente nei pressi della discarica di Val Bosca (capacità di trattamento 2 mc/h) si dovrà prevedere il revamping di tale impianto (riattivazione) al momento non funzionante o in alternativa mediante carico e trasporto a depuratore autorizzato mediante autobotti che potranno caricare il percolato direttamente dalle vasche situate sul piazzale di servizio.

4.7 Abbancamento di rifiuti

L'abbancamento sarà costituito sui lati Sud/Ovest e Nord/Est da due gradoni di altezza 10 m con inclinazione delle scarpate in fase di coltivazione di 35 – 38° (tale pendenza è raggiungibile grazie alla realizzazione di arginelli di coltivazione di caratteristiche geotecniche idonee)

Le berme tra i gradoni avranno larghezza di 7 – 10 m; saranno presenti delle piste di collegamento tra le berme sul corpo rifiuti o lungo il perimetro della discarica.

Una volta colmato il dislivello tra il piano di fondo e la sommità dell'argine di valle (circa 20 m), i primi due gradoni permetteranno di riempire la vallecola fino alla quota della strada di monte ove è situato l'ingresso (circa 70 m s.l.m.).

Sui lati Nord Est e Sud non saranno presenti gradoni, non essendo il dislivello tra le quote in sommità e le quote di coronamento tale da renderli necessari. Su tali lati, la sommità dell'abbancamento sarà raccordata alle quote perimetrali, con pendenze più lievi; in particolare, la sommità non sarà piana ma avrà una pendenza del 10% circa in modo tale da meglio armonizzarsi con i rilievi circostanti.

Per dettagli in merito si rimanda agli elaborati grafici di progetto D.04.02 (*Planimetria di progetto della copertura*) e D.04.03 (*Sezioni di progetto*).

4.8 Sistema di gestione del biogas

Alla luce delle valutazione riportate nell'elaborato di progetto R.09, per la gestione del biogas prodotto dalla discarica in progetto si prevede di dotare l'impianto di:

- sistema di captazione;
- sistema di trattamento in torcia;
- sistema di trattamento tramite biofiltri;
- motore per la generazione di energia (opzionale);
- sistema di monitoraggio.

Per i dettagli si rimanda agli elaborati grafici "*Impianto biogas – Planimetria di fondo e finale*" e "*Impianto biogas – Dettagli*" (DOC. D.09.01 e D.09.02).

Il sistema di captazione sarà costituito da camini per l'estrazione del biogas prodotto da innalzare durante la coltivazione; quando la produzione di gas monitorata sarà idonea alla combustione e/o al trattamento, i punti di estrazione saranno collegati al sistema di estrazione e trattamento.

I gas estratti dal corpo rifiuti saranno poi avviati a due stazioni di regolazione da ubicare sul bordo vasca; da qui il biogas verrà avviato verso l'impianto di trattamento, così come mostrato nell'elaborato grafico di riferimento.

Le sottostazioni saranno dotate di scaricatori di condensa che, tramite tubazioni in HDPE andranno a collegarsi con il collettore del percolato.

Per permetter un sistema di raccolta più capillare, anche i pozzi percolato saranno appositamente allestiti in modo tale da poter essere collegati al sistema di trattamento e combustione biogas.

La centrale di aspirazione sarà dimensionata con due macchine con una portata unitaria di 175 Nm^3/h cadauna (350 Nm^3/h complessiva). In aggiunta, sarà ubicata una terza macchina della stessa potenzialità delle altre 2, con funzione di riserva.

E' prevista la realizzazione di due combustori della potenzialità massima rispettivamente di 150 Nm^3/h e 200 Nm^3/h.

Nelle fasi iniziali sarà installato il primo combustore da 150 Nm^3/h, mentre il secondo sarà installato con il progredire della coltivazione (indicativamente a partire dal secondo/terzo anno di coltivazione, secondo il modello proposto, che sarà comunque calibrato tramite i monitoraggi in corso d'opera).

In aggiunta ai due combustori, si prevede di installare un motore per la conversione energetica di biogas qualora la produzione lo consenta.

Inoltre, saranno installati dei biofiltri il cui funzionamento sarà attuato sia nelle primissime fasi di coltivazione quando il fenomeno fermentativo non sarà ancora in grado di sostenere una metanogenesi idonea alla combustione in torcia sia in futuro quando i biogas captati dalla rete non saranno più in grado di essere bruciati al combustore a causa delle caratteristiche di concentrazione di metano inferiori al limite minimo di combustione della torcia.

4.9 Sistema di monitoraggio

Il sistema di monitoraggio della discarica permetterà di rispondere ai requisiti del D.Lgs. 36/03 e comprenderà quindi le seguenti dotazioni fisse:

- centralina meteo climatica;
- piezometri di controllo delle acque sotterranee;
- punti di controllo delle acque superficiali nei principali nodi del sistema di regimazione delle acque meteoriche;
- punti di monitoraggio della qualità dell'aria (sia emissioni diffuse che emissioni concentrate). In particolare, tra gli altri, vi saranno dei punti di controllo in corrispondenza dei sistemi di trattamento del biogas e dei punti di controllo delle emissioni di biogas nel sottosuolo;
- punti di monitoraggio topografico intesi sia come mire posizionate sull'argine di valle e sul corpo rifiuti sia come inclinometri. Trattandosi di una discarica in pendio tale sistema è di fondamentale importanza per la verifica della stabilità del sistema. Le mire posizionate sul corpo rifiuti consentono inoltre di monitorare l'andamento dei cedimenti ed aggiornare le stime previsionali fatte in fase progettuale.

Le modalità di monitoraggio, la definizione dei livelli di guardia e le procedure di emergenza saranno descritte nel Piano di sorveglianza e controllo.

4.10 Copertura definitiva della discarica

Si riportano qui di seguito le stratigrafie previste per le diverse zone dell'ampliamento che hanno caratteristiche diverse per tenere conto delle peculiari caratteristiche morfologiche della discarica; per dettagli in merito si rimanda agli elaborati grafici di progetto D.04.02 (*Planimetria di progetto della copertura*), D.04.03 (*Sezioni di progetto*) e D.04.04 (*Particolari di fondo e copertura*).

4.10.1 *Superficie sommitale*

La superficie sommitale sarà coperta, dall'alto verso il basso, dai seguenti strati:

- strato di terreno vegetale, di spessore pari a 1,00 m con una percentuale organica in grado di accogliere la vegetazione finale;
- geotessuto di protezione del dreno da eventuali intasamenti;
- strato di drenaggio delle acque di infiltrazione dello spessore di almeno 50 cm;
- telo impermeabile in polietilene a bassa densità dello spessore di 1 mm;
- strato di argilla compattata ($k \leq 10^{-6}$ cm/s) avente lo spessore 50 cm;
- geotessuto non tessuto di protezione del dreno;
- dreno di raccolta del biogas dello spessore di circa 50 cm;

Lo spessore complessivo della copertura è pertanto di 2,50 m.

4.10.2 *Superfici inclinate*

Per le superfici inclinate, date le difficoltà di posa dovute alla pendenza, si propone di sostituire gli strati di drenaggio e lo strato di argilla, previsti dal D.Lgs. 36/03, rispettivamente, con un geocomposito drenante ed un geocomposito bentonitico.

La scelta di ricorrere a strati sintetici equivalenti è legata a questioni di stabilità del sistema di copertura ed alle difficoltà di posa.

Si pensi ad esempio alla necessità di compattare uno strato di argilla dello spessore di 50 cm su una scarpata lunga 20 m ed inclinata a 35° su cui è già stato posato un geosintetico.

Sarebbero innanzitutto probabili le rotture del geosintetico sottostante.

Difficilmente si otterrebbe un grado di compattazione sufficiente a garantire i valori di permeabilità prescritti da normativa. Infatti i mezzi idonei ad ottenere i corretti livelli di compattazione (rulli pesanti) non possono lavorare in sicurezza ed in maniera efficace sulle pendenze di progetto e i mezzi idonei alle condizioni geometriche (pale ed escavatori) non sono in grado di fornire il corretto grado di compattazione.

Il sistema di copertura finale di parete sarà pertanto costituito dall'alto verso il basso:

- strato di terreno vegetale, di spessore pari a 1,00 m. I primi 30 cm saranno uno strato di terreno vegetale naturale, con una percentuale organica in grado di accogliere la vegetazione finale, i restanti 120 cm saranno costituiti da una miscela di

biostabilizzato e terreno. Il biostabilizzato sarà presente nella proporzione fino al 50%, nel rispetto di quanto previsto nell'allegato A alle "Linee guida per le attività di trattamento sui rifiuti preliminari al conferimento in discarica…", DGR 1361 del 16.11.2007. Il quantitativo di biostabilizzato e le caratteristiche del terreno saranno scelte in maniera tale da ottenere le caratteristiche geotecniche minime atte a garantire la stabilità della copertura. Lo strato complessivo sarà rinforzato con geogriglie;

- geocomposito drenante di intercettazione delle acque di infiltrazione;
- geocomposito bentonitico coesionato meccanicamente di spessore minimo pari a 0,5 cm con permeabilità $k \leq 5 \times 10^{-9}$ cm/s;
- geocomposito drenante per il biogas.

Lo spessore complessivo della copertura è di 1,00 m.

Il geocomposito drenante posto al di sotto del terreno vegetale favorirà il deflusso delle acque di infiltrazione verso il materiale drenante di berma all'interno del quale sarà posto un collettore per il convogliamento delle acque al sistema di regimazione delle acque meteoriche.

Analogamente il geocomposito drenante posto a contatto con gli arginelli di coltivazione favorirà il deflusso del biogas verso le tubazioni di drenaggio in HDPE poste all'interno del materiale drenante di berma. Circa ogni 70-80 m tali tubazioni saranno dotate di un pozzetto di monitoraggio ed estrazione.

Il geocomposito bentonitico, come indicato dal D.Lgs. 36/03 al punto 2.4.3 dell'Allegato 1, dovrà essere equivalente ad uno strato di argilla dello spessore di 0.5 m e con $k \leq 10^{-8}$ m/s.

4.10.3 *Berme di raccordo*

Le berme sono le superfici pseudo pianeggianti poste ad interruzione della superficie inclinata.

Su tali aree il pacchetto di copertura definitiva sarà costituito, dall'alto verso il basso, dai seguenti strati:

- strato di terreno vegetale, di spessore pari a 2,50 m con una percentuale organica in grado di accogliere la vegetazione finale;
- geotessuto di protezione del dreno da eventuali intasamenti;
- strato di drenaggio delle acque di infiltrazione dello spessore di almeno 50 cm all'interno del quale sarà alloggiata una tubazione in PVC DN 200 mm per il recapito delle acque raccolte al sistema di regimazione superficiale;
- geocomposito bentonitico coesionato meccanicamente di spessore minimo pari a 0,5 cm con permeabilità $k \leq 5 \times 10^{-9}$ cm/s;
- strato di drenaggio del biogas dello spessore di circa 50 cm all'interno del quale sarà alloggiata una tubazione in HDPE macrofessurata di captazione. Il biogas sarà estratto attraverso dei pozzetti posti a distanze regolari lungo la linea;

Lo spessore complessivo della copertura è pertanto di 3,50 m.

Al di sotto dei due strati di drenaggio presenti su ciascuna berma corrono anche i corrispondenti geocompositi drenanti. Tale soluzione tecnica assolve a due funzioni:

- favorisce il recapito dei fluidi (acque di infiltrazione o biogas) raccolti dai geosintetici drenanti lungo le scarpate ai rispettivi collettori di berma;
- consente l'ancoraggio dei geosintetici.

4.10.4 *Piste interne*

In corrispondenza delle piste interne di accesso alla sommità della discarica il sistema di copertura, dall'alto verso il basso, sarà così costituito:

- massicciata stradale (spessore 0.5 m) con sottostante geotessile di separazione;
- copertura e regolarizzazione come da sezione tipologica (D04.04).

Dato l'utilizzo per il passaggio dei mezzi, su tale tratto non sarà possibile posare lo strato di materiale vegetale per il suo completo spessore (ridotto da 2.5 m a 2.0 m).

La funzionalità della pista sarà garantita attraverso le attività di manutenzione ordinaria e straordinaria dello stesso.

Le piste che saranno impiegate per le attività di manutenzione manterranno la finitura sterrata mentre le altre saranno oggetto di rinaturalizzazione.

4.11 Ripristino ambientale

4.11.1 *Inserimento ambientale*

La progettazione della discarica è stata effettuata ai sensi del D.Lgs. 36/03; si è tenuto quindi conto della più recente normativa in materia di discariche e delle indicazioni nazionali ed internazionali.

Sono state operate tutte le misure per ridurre al minimo gli impatti generati dalla realizzazione della discarica sull'ambiente circostante.

Le principali misure per mitigare i potenziali fattori causali di impatto connessi alla realizzazione ed al funzionamento della discarica sono riconducibili proprio alla progettazione dei vari elementi che compongono la discarica, a partire dalla scelta del sito di ubicazione fino alla gestione post-operativa, con i piani di monitoraggio.

D'altro canto, la piccola valle in cui è sita la discarica è compresa tra due crinali, che ne minimizzano la vista laterale. A monte è presente la polveriera della Marina Militare mentre a valle si trova un rilavato all'interno del quale passa la galleria della Strada Nuova per Lerici che funge da mascheramento nei confronti delle abitazioni e delle attività subito a valle. Di fatto non esistono dei punti esterni da cui la discarica è chiaramente visibile ad esclusione di quelli situati lungo il perimetro della discarica stessa.

Ciononostante, da un punto di vista morfologico, il layout finale della discarica è stato studiato in modo tale da armonizzarsi al meglio con i versanti naturali adiacenti. Il riassetto

vegetativo avrà invece come scopo quello di consolidare gli argini e le scarpate, minimizzare l'impatto visivo e favorire il reinserimento dell'area interessata dalla discarica, in un contesto ambientale il più naturale possibile, tenendo conto che gli obiettivi sono esclusivamente protettivo – paesaggistici.

La soluzione per la sistemazione a verde dell'area della discarica sarà definita nelle successive fasi di progettazione in considerazione della vegetazione autoctona esistente in situ. Utilizzare le specie autoctone significa ottenere risultati garantiti e permette di mantenere la continuità con la vegetazione circostante consentendo di mascherare al massimo l'area utilizzata a discarica. Inoltre l'immissione nell'ambiente di specie endemiche favorisce il decorso naturale di rinfoltimento iniziato artificialmente.

Le operazioni di piantumazione intorno all'area di discarica, che saranno realizzate sia in fase di allestimento dell'impianto sia in fase di gestione e coltivazione dello stesso, permetteranno un migliore inserimento nell'assetto paesaggistico- ambientale dell'area, garantendo un costante abbattimento dell'impatto visivo constatabile dai coni visuali principali e secondari fino ad un suo totale azzeramento al completamento della discarica.

In ogni caso, per ridurre l'impatto visivo della discarica, sarà realizzata una barriera di vegetazione lungo l'intero perimetro recintato del piazzale. Un ulteriore elemento di mitigazione dell'impatto visivo della discarica è dato dall'accurata sistemazione a verde dei lotti esauriti, i quali risultano perfettamente inseriti nel contesto vegetazionale circostante.

Va altresì tenuto conto della mitigazione rispetto ai possibili fenomeni di erosione costituita dal sistema di regimazione delle acque meteoriche posizionato sulla copertura definitiva. Tale sistema è prevalentemente costituito da fossi in terra e canali rivestiti in massi che, oltre a presentare una maggiore flessibilità ai cedimenti differenziali rispetto alle canalizzazioni in c.a., hanno certamente un minore impatto rispetto a queste ultime.

4.11.2 *Copertura*

Il ripristino ambientale sarà definito sulla base delle prescrizioni del PTCP per le aree in esame e sulla base delle caratteristiche climatiche dell'area e della vegetazione specifica.

Esso terrà conto della morfologia dell'abbancamento e delle caratteristiche del terreno di copertura.

In particolare, al di sopra dello strato di terra vegetale, che costituisce la parte superiore del capping di chiusura, si opererà tramite fresatura, livellamento del terreno e semina di un miscuglio di essenze erbacee costituite da graminacee e leguminose, per l'avviamento di un primo processo di colonizzazione del fronte della discarica.

In un secondo momento, quando l'attecchimento delle specie erbacee avrà garantito una buona copertura, si provvederà alla piantumazione di essenze arboree ed arbustive. In particolare verranno messi a dimora gruppi misti di specie mediterranee (si veda in merito il "*Piano di ripristino ambientale*" R.11). Lungo la scarpata verranno piantumate le specie idonee al trattenimento del terreno.

Il sistema naturalmente evolverà verso la formazione di un bosco termofilo, molto vicino alla naturalità, con la funzione di salvaguardia idrogeologica dei versanti e del fondovalle, nonché di ricostituzione del paesaggio. Tale evoluzione verso il climax comporta un lungo periodo di realizzazione, ma ha il vantaggio di determinare uno sviluppo della popolazione arborea ed arbustiva, molto simile a quello che si verifica per il naturale evolversi della vegetazione spontanea. Si può prevedere approssimativamente che in un lasso di tempo di circa 10 anni dalla chiusura si avrà un buon sviluppo del manto arboreo ed arbustivo.

La manutenzione necessaria riguarderà la sostituzione delle piante che non hanno attecchito e l'irrigazione nei momenti di criticità, tramite un sistema costituito da tubazioni e idranti.

Il rinverdimento dell'argine di valle e delle zone esterne alla vasca di coltivazione sarà effettuato contestualmente ai lavori di allestimento del fondo. La realizzazione del capping e il relativo riassetto vegetativo, a meno di altre esigenze specifiche della Committente, saranno effettuati per fasi compatibilmente con la morfologia della discarica e l'esaurimento dei cedimenti primari.

5 FASI DI ESECUZIONE DEI LAVORI

Nell'Elaborato grafico D.06.01 (Fasi di esecuzione dei lavori) sono riportati sezione longitudinale baricentrica della discarica e planimetria con la schematizzazione delle fasi di intervento qui di seguito descritte.

Fase 1

Nella prima fase verrà realizzata la nuova strada di accesso.

Saranno inoltre effettuate le attività di riprofilatura nell'area a monte degli abbancamenti esistenti in modo da predisporre il primo invaso, quello utile ad accogliere i rifiuti attualmente presenti nella zona più a valle; la attività riguarderanno sia le scarpate, che la zona del fondo (fino al limite della discarica esistente), e comprenderanno anche la movimentazione di parte dei rifiuti esistenti.

Le aree saranno impermeabilizzate fino alla prima berma di riprofilatura e saranno realizzati i relativi sistemi di drenaggio del percolato.

Lungo il limite di valle delle impermeabilizzazioni sarà realizzato un primo arginello provvisorio di conterminazione dell'area impermeabilizzata che consentirà la separazione delle acque bianche dalle acque di percolato.

Fase 2

Nella seconda fase sarà effettuato lo scavo e la riallocazione della rimanente parte dei rifiuti della discarica esistente nelle aree appena impermeabilizzate.

Saranno rimosse e smaltite le impermeabilizzazioni esistenti; sarà inoltre effettuata la caratterizzazione analitica dei terreni del fondo scavo al fine di verificarne la conformità ai limiti del D.Lgs. 152/06 per i siti a destinazione d'uso industriale e l'eventuale scavo di materiali contaminati.

Verranno quindi completate le attività di riprofilatura delle pareti della nuova discarica fino alle quote di progetto e di fondo fino al limite di valle dove si provvederà a realizzare l'argine di contenimento in terra rinforzata e gli interventi di consolidazione.

Fase 3

Con la terza fase, unitamente alle attività di completamente dell'impianto, potrà avere inizio la normale attività di gestione della discarica con la coltivazione dei primi due settori: il Settore 1 a ridosso dell'argine di valle e il Settore 2, in posizione sopraelevata rispetto alla nuova posizione dell'ammasso rifiuti della vecchia discarica esistente.

Fase 4

Nella quarta fase potrà proseguire la normale attività di gestione della discarica con la coltivazione dei successivi Settori 3, 4 e 5 fino a raggiungere le quote della seconda berma di parete (40 m s.l.m. circa) e della terza (50 m s.l.m. circa); parallelamente verranno convertiti i relativi sistemi di regimazione acque meteoriche in sistemi di regimazione delle acque di percolato.

Fase 5

Nella quinta fase potrà proseguire l'attività di gestione della discarica con la coltivazione dei successivi Settori 6 e 7 fino a raggiungere le quote della quarta e ultima berma di parete (60 m s.l.m. circa) e iniziare la coltivazione in elevazione della discarica fino alla quota indicativa di 70 m s.l.m.

Al raggiungimento delle quote di coltivazione della quarta berma di parete verrà convertito il sistemi di regimazione acque meteoriche presente in questa berma in un sistema di regimazione delle acque di percolato.

Fase 6

Nella sesta e ultima fase la coltivazione raggiungerà le massime quote di abbancamento di 77.5 m s.l.m.

Al raggiungimento delle massime quote di coltivazione, trascorso un adeguato periodo di riposo perché si possano esaurire i cedimenti, potrà avere inizio la copertura definitiva della discarica.

6 MISURE DI CARATTERE GESTIONALE

Le misure di carattere gestionale di seguito descritte sono state studiate per consentire di accettare in ingresso all'impianto di discarica in progetto un maggiore quantitativo di rifiuti a parità di volumetria lorda.

6.1 Riepilogo dati significativi di progetto

Di seguito si riporta il riepilogo dei dati significativi del progetto, dal punto di vista delle volumetrie a disposizione e dei conferimenti medi annui.

A premessa di quanto esposto di seguito, si definiscono "volumi di servizio" i volumi non occupati da rifiuti e quindi quelli occupati da coperture giornaliere, arginelli di coltivazione, Si precisa che nel caso in oggetto, la volumetria totale lorda pari a 774.000,00 mc comprende la volumetria relativa ai rifiuti preesistenti che saranno riabbancati nel nuovo invaso, i volumi di servizio per i quali saranno impiegati materiali di recupero ed i terreni in esubero provenienti dagli scavi per la realizzazione del fondo (si veda in merito la relazione R15), come esplicitato nella seguente tabella.

Non rientrano nei numeri seguenti le volumetrie relative al capping ed ai dreni di fondo e di parete, già decurtati dai calcoli delle volumetrie disponibili per i rifiuti ed i recuperi.

La volumetria utile per i rifiuti (compresi quelli di recupero) sarà pertanto pari a 700'000 mc.

	QUANTITATIVI TOTALI									
	VOLUMETRIE		COMPOSIZIONE			DENSITA'		PESO	
Volumetria totale lorda (arrotondata)	774.000,00	mc	58.000,00	mc	Rifiuti già abbancati	non stimabile		non stimabile	
			700.000,00	mc	Volumetria disponibile (compresi recuperi, esclusi 16'000 mc di terreni di scavo in esubero)	1,14	t/mc	799.750,00	t
			16.000,00	mc	Terreni di scavo in esubero da ricollocare in discarica	1,75	t/mc	28.000,00	t
Rifiuti già abbancati (landfill mining)	58.000,00	mc	50.000,00	mc	Ceneri	non stimabile		non stimabile	
			8.000,00	mc	RSU	non stimabile		non stimabile	
Volumi di servizio (inclusi nella volumetria totale utile per i rifiuti e per i recuperi) , R5- R10-R13	261.800,00	mc	189.000,00	mc	FOS o altri rifiuti speciali (R5-R10-R13)[1]	0,85	t/mc	160.650,00	t
			72.800,00	mc	Terre, rifiuti da demolizioni o simili (R5- R10-R13)[2]	1,75	t/mc	127.400,00	t
Volumetria totale utile compresi i volumi di servizio (R5-R10-R13 e D5-D1)	700.000,00	mc	472.500,00	mc	FOS o altri rifiuti speciali, di cui il 40% R5 e R10 ed il restante 60% D5-D1	0,85	t/mc	401.625,00	t
			227.500,00	mc	Terre, rifiuti da demolizioni o simili, di cui 32% R5-R10-R13 ed il 68% D5-D1	1,75	t/mc	398.125,00	t

Note
[1] Tale volumetria è calcolata considerando il 20% in peso sul totale dei rifiuti in accordo alla D.G.R. 1361 del 16.11.2007 (max 20% in peso su base mensile, granulometria <50 mm)

[2] Tale volumetria corrisponde al 10% del volume totale disponibile per i rifiuti e per i recuperi, ed è la volumetria necessaria per la realizzazione di piste di servizio, arginelli, etc…

Tabella 6.1: Riepilogo quantitativi significativi di progetto

Nella tabella seguente sono invece riassunti i quantitativi medi attesi annui (periodo di gestione 7 anni):

	QUANTITATIVI ANNUI								
	VOLUMETRIE		COMPOSIZIONE			DENSITA'		MASSA	
Conferimento medio annuo (R5-R10-R13)	37.400,00	mc	27.000,00	mc	FOS o altri rifiuti speciali (R5-R10-R13)	0,85	t/mc	22.950,00	t
			10.400,00	mc	Terre, rifiuti da demolizioni o simili (R5-R10-R13)	1,75	t/mc	18.200,00	t
Conferimento medio annuo (D5-D1)	62.600,00	mc	40.500,00	mc	FOS o altri rifiuti speciali (D5-D1)	0,85	t/mc	34.425,00	t
			22.100,00	mc	Terre, rifiuti da demolizioni o simili (D5-D1)	1,75	t/mc	38.675,00	t
Conferimento medio annuo (R5-R10-R13 e D5-D1)	**100.000,00**	**mc**	**67.500,00**	**mc**	**FOS o altri rifiuti speciali**	**0,85**	**t/mc**	**57.375,00**	**t**
			32.500,00	**mc**	**Terre, rifiuti da demolizioni o simili**	**1,75**	**t/mc**	**56.875,00**	**t**
Totale			**100.000,00**	**mc**	**annui**	**1,14**	**t/mc**	**114.250,00**	**t**

Tabella 6.2: Riepilogo quantitativi annui significativi di progetto

6.2 Recupero delle terre da scavo per coperture giornaliere e arginelli di coltivazione

Si prevede l'installazione presso in aree interne della discarica di un impianto mobile per il recupero delle terre e rocce da scavo presso la discarica che dovrà essere autorizzato nell'ambito del medesimo procedimento di autorizzazione della discarica; le terre e rocce da scavo che entrano come rifiuti potranno pertanto essere recuperate (uscendo così dal regime normativo dei rifiuti) e impiegate per coperture giornaliere o provvisorie.

Ciò comporta non solo un vantaggio in termini di minori costi dei materiali tecnici dei materiali da utilizzarsi nella gestione, ma anche un vantaggio in termini economici derivanti dall'escludere tali materiali dal regime dei rifiuti (cd. "ecotassa").

La selezione di materiale idoneo (una matrice grossolana in grado di fornire angoli di attrito adeguati a garantire la stabilità con un riempimento fine che riduce la permeabilità complessiva) permetterà di utilizzare il materiale di recupero anche per la realizzazione degli arginelli di coltivazione.

6.3 Utilizzo di FOS per le coperture giornaliere

In conformità a quanto previsto dalla D.G.R. 1361 del 16.11.2007 "Linee guida sui trattamenti preliminari al conferimento in discarica" per le coperture giornaliere dei rifiuti può essere impiegato del biostabilizzato derivante da trattamento a differenziazione di flussi e da trattamento a flusso unico in base a una delle due condizioni seguenti:

Indice di respirazione dinamico [$mg_{O2}/kg_{SV}/h$]	Umidità [% in peso]	Granulometria [mm]	Quantitativo rispetto al peso dei rifiuti conferiti in discarica su base mensile
< 1'000	< 50	< 50	sino al 20%
< 1'000	< 50	< 80	sino al 10%

6.4 Tamping

In fase di coltivazione potrà essere adottata la compattazione secondo la tecnica del tamping.

Il tamping o compattazione dinamica applicata ai piani di coltivazione di una discarica di rifiuti urbani prevede un'azione meccanica di urto che riveste il principale scopo di accelerarne la compattazione, aumentandone la densità e riducendo di conseguenza i vuoti che si creano all'interno di un corpo eterogeneo come può essere un rifiuto. In altre parole, l'addensamento dei rifiuti avviene tramite l'aumento delle pressioni neutre e le conseguenti riduzione dei vuoti e allontanamento di liquidi e gas interstiziali.

Il consolidamento dinamico (DC, Dynamic Compaction) è una tecnica di addensamento sviluppata già da tempo sui rifiuti, principalmente negli Stati Uniti ed in Inghilterra e in qualche caso anche in Francia e Belgio. Tale tecnica deriva dal consolidamento dinamico dei terreni, ormai in uso in tutto il mondo già da decenni, e viene eseguita lasciando cadere un peso per un numero di volte "n" (da definirsi per singolo caso) da un'altezza prestabilita grazie all'utilizzo di una gru.

Il campo d'impiego del tamping, sia condotto nei terreni sia nei rifiuti, è vantaggioso economicamente se utilizzato su superfici maggiori di 1-2 ha. Questo perché il beneficio ottenuto da un maggior addensamento dei rifiuti ripaga di gran lunga i costi di smontaggio, montaggio e noleggio della gru e il trasporto che, per questo tipo di attrezzature, sono sempre molto sostenuti. Anche lo spessore dei rifiuti è molto importante perché se maggiore di 10 – 15 metri permette di utilizzare magli più pesanti con lo scopo di addensare maggiormente i rifiuti, aumentandone l'indice di compattazione, e quindi rendendo possibile ulteriori abbancamenti rispettando le volumetrie e le quote approvate in fase di progettazione.

Da case history di discariche estere in cui sono state adottate queste metodologie di compattazione, generalmente la quota del piano di coltivazione è scesa di 0.5 – 0.6 m nel caso in cui rifiuti presenti in superficie avevano oltre 15 – 25 anni e da 0.75 m a 2.0 m nei casi in cui il rifiuto superficiale era più giovane o in età comprese tra 5 – 12 anni.

Sulla base di esperienze dirette degli scriventi effettuate sia in discariche di rifiuti urbani sia in discariche di rifiuti speciali non pericolosi, si può stimare che il tamping può incrementare la densità apparente della discarica (tonnellate conferite / volume geometrico occupato dall'abbancamento) fino al 5% per la profondità di influenza del trattamento anche in casi in cui la normale compattazione del rifiuto sia stata effettuata nella maniera corretta.

Tale tecnica sarà impiegata nella parte in elevazione della discarica sul piano di coltivazione con passate che saranno definite in fase di gestione della discarica.

Ogni sito di discarica ha le sue caratteristiche e quindi, per implementare il tamping, si dovrà condurre un campo prova preliminare. Lo scopo del campo prova è di determinare la corretta energia d'urto che permetterà di ottenere la massima compattazione del rifiuto, senza però danneggiare le strutture dell'impianto. Durante il campo prova verranno scelti il peso e la forma del maglio, l'altezza di caduta e il numero di colpi per ciascuna fase di trattamento in relazione alla griglia di lavoro adottata ed al numero delle passate (se singole o multiple). Il numero di colpi impressi sui rifiuti quantifica l'energia cinetica applicata su una superficie espressa dagli addetti ai lavori in tonnellametri su metro quadro (t m/m^2).

Va altresì sottolineato che pur trattandosi di una tecnica innovativa, soprattutto nel contesto nazionale, essa è assimilabile al costipamento meccanico che solitamente viene effettuato con compattatori.

7 PIANIFICAZIONE TEMPORALE DEI LAVORI

Nel presente capitolo vengono indicate le principali attività che dovranno essere svolte per la realizzazione della discarica e la relativa tempistica.

I tempi indicati non tengono conto dell'iter di redazione ed approvazione delle diverse fasi progettuali e di quello per l'appalto dei lavori.

Un maggiore dettaglio circa i tempi e le fasi di realizzazione verrà fornito a livello di progettazione esecutiva.

Per la realizzazione delle opere in progetto per l'allestimento dell'impianto secondo le fasi descritte al cap. 5, si prevede, complessivamente una durata dei lavori di circa 12-18 mesi a cui si aggiunge il periodo necessario all'esplicamento della procedura autorizzativa e l'affidamento dei lavori in appalto.

La posa del pacchetto di copertura definitiva, sarà effettuata per fasi attendendo comunque che i cedimenti per autocompattazione del rifiuto siano pressoché completati, ossia non prima di 18 mesi dal termine dei conferimenti, in modo tale da minimizzare il rischio di cedimenti differenziali che possano compromettere il riassetto vegetativo e il sistema di drenaggio delle acque meteoriche.

Prima della realizzazione del pacchetto di copertura finale, i rifiuti saranno comunque protetti da una copertura provvisoria.

I lavori per l'allestimento del sistema di copertura definitiva, comprenderanno, oltre alla posa del pacchetto di copertura vero e proprio e al sistema di drenaggio superficiale, anche le attività di rinverdimento e completamento della rete di monitoraggio. La durata prevista è di 24 mesi.