

Regione EMILIA ROMAGNA

Provincia di MODENA

Comune di Medolla

**DISCARICA PER RIFIUTI NON PERICOLOSI
DI VIA CAMPANA NEL COMUNE DI MEDOLLA (MO)**

**Continuità di esercizio della discarica esistente
sita nel Comune di Medolla**

ISTANZA DI RILASCIO DEL P.A.U.R.
(Provvedimento Autorizzatorio Unico Regionale)

COMMITTENTE:

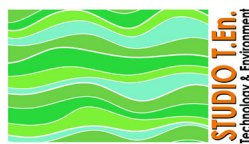


Via Maestri del Lavoro - 41037 Mirandola (MO)
Tel. 0535 28111 - Fax 0535 1872005
C.F. e P.I. 00664670361 - E mail: info@aimag.it

DIRETTORE IMPIANTI AMBIENTE

P.I. Floriano Scacchetti

ELABORAZIONE:



Via A. Einstein, 11 - 42122 Reggio Emilia
Tel: 0522-337096 ; Fax: 0522-337592
E-mail: info@studioten.it

Dott. Ing. Stefano Teneggi

Data: **Ottobre 2025**

Scala: -

Rif.

Titolo elaborato

RELAZIONE TECNICA

EMISSIONE: DATA:

SOSTITUISCE IL

SOSTITUITO DA

Descrizione

Elaborato n°

1

INDICE

1.	PREMESSE E CONDIZIONI ALLA BASE DELLA PROGETTAZIONE PROPOSTA.....	3
2.	CRITERI E DESCRIZIONE DELLA PROPOSTA PROGETTUALE.....	9
3.	FLUSSI ATTESI E RIFIUTI CONFERIBILI DURANTE LA GESTIONE OPERATIVA.	13
4.	CRITERI COSTRUTTIVI: UBICAZIONE E MATRICI AMBIENTALI.....	22
5.	CRITERI COSTRUTTIVI: PREDISPOSIZIONE DELL'INVASO.....	23
5.1.	Caratteristiche geologiche e idrogeologiche accertate nell'area di impianto	23
5.2.	Caratteristiche costruttive nell'area di sedime della discarica.	26
5.3.	Barriera in sponda.....	29
6.	RETE DI RACCOLTA, DEFLUSSO E RILANCIO DELLE ACQUE SUPERFICIALI.....	32
7.	DRENAGGIO, RILANCIO E GESTIONE DEL PERCOLATO.....	39
7.1.	Lay-out del sistema e descrizione degli elementi presenti.....	39
7.2.	Stima di produzione del percolato.....	43
7.3.	Criteri idraulici utilizzati per il dimensionamento degli elementi che compongono il sistema di gestione del percolato.	51
7.4.	Dimensionamento vasca di stoccaggio del percolato.....	51
7.5.	Dimensionamento della condotta di rilancio del percolato alle nuove vasche e delle pompe di nuova installazione.	54
7.6.	Impianto di trattamento del percolato.....	54
8.	BIOGAS.....	59
8.1.	Trasformazioni biochimiche in una discarica.....	59
8.2.	Valutazione teorica del biogas prodotto.....	61
8.3.	Applicazione dei modelli di stima alla discarica in esame	63
8.4.	Captazione e trattamento dei gas di discarica.....	73
9.	OPERAZIONI DI COPERTURA.	77
10.	STABILITÀ.	83
11.	DISTURBI ED IMPATTI.....	84
12.	ACCESSO AL SITO.....	87
13.	DOTAZIONE DI ATTREZZATURE E PERSONALE.	88
14.	MODALITÀ E CRITERI DI COLTIVAZIONE.	89

Indice delle figure

Figura 1 – Planimetria generale con indicazione dei 4 areali di intervento	26
Figura 2 – Particolare costruttivo dell'argine perimetrale	31
Figura 3 – Piazzale servizi dedicato alla gestione del percolato estratto dalla discarica	39
Figura 4 – Nuove vasche di stoccaggio del percolato, del concentrato e del permeato	40
Figura 5 – Sezione tipologica dei vari elementi di estrazione del percolato.....	42
Figura 6 – Layout indicativo di un impianto a osmosi inversa a tre stadi	57
Figura 7 – Esempio di installazione di un impianto a osmosi inversa	58
Figura 8 – Stima di produzione del biogas distinta per l'ampliamento in progetto e complessiva per l'intera discarica nei due scenari best case e worst case	68
Figura 9 – Stima del biogas captabile distinta per l'ampliamento in progetto e complessiva per l'intera discarica nei due scenari best case e worst case, raffrontata ai dati reali di captazione e alla potenzialità del motore.....	70
Figura 10 – Sezione tipologica dei vari sistemi previsti per la captazione del biogas approvati con il raccordo morfologico	74
Figura 11 – Sezione tipologica dei vari sistemi previsti per la captazione del biogas previsti in progetto	75
Figura 12 – Pacchetto di copertura previsto nelle parti pianeggianti.....	82

1. PREMESSE E CONDIZIONI ALLA BASE DELLA PROGETTAZIONE PROPOSTA.

Su incarico della società AIMAG S.p.A. (d'ora in poi anche AIMAG), gestore della discarica per rifiuti non pericolosi di via Campana n. 16 in Comune di Medolla (MO), è stata elaborato il presente progetto, finalizzato alla continuità dell'esercizio della discarica esistente per rifiuti non pericolosi nel rispetto dei più innovativi criteri costruttivi e gestionali stabiliti per questi singolari impianti.

La discarica in questione è stata approntata dal 1978 (anno di probabile attivazione del conferimento) ed inizialmente gestita, fino al 1997, dal Comune di Medolla, assicurando lo smaltimento dei rifiuti raccolti sul suo territorio ed in quello di Comuni limitrofi. Da quell'anno l'impianto è stato ceduto al Consorzio Smaltimento Rifiuti (CSR) di Carpi, confluito poi in AIMAG, che è subentrato alla gestione operativa dell'impianto, provvedendo alla costituzione del necessario accantonamento per la gestione post-operativa ed alla elaborazione, ai sensi dell'art. 17 del D.lgs. 36/2003, del Piano di Adeguamento dei bacini esistenti ed alla progettazione di quelli di nuovo approntamento, soddisfacendo così le esigenze di smaltimento dapprima accertate nella Provincia di Modena e poi, nel tempo, del più ampio ambito territoriale di pertinenza.

Ad oggi si può facilmente affermare che la discarica di Medolla rappresenta uno degli impianti storici e strategici presenti nel territorio emiliano che permette di sostenere e completare il ciclo dei rifiuti che AIMAG S.p.A genera ed intercetta nell'ambito delle sue attività operate nel campo della gestione integrata dei rifiuti.

Le immagini che seguono descrivono l'evoluzione dell'area tecnologica dall'anno 1987 in poi, anno assunto di presentazione del primo progetto, redatto in coerenza a quanto previsto dalla DCI del 27 luglio 1984.

La originale forma rettangolare, coincidente con la parte est d'impianto, viene poi modificata, come riportato nella foto relative al 1998, in una configurazione intermedia "quasi" trapezoidale, poi confermata, anche in termini geometrici, con gli ampliamenti successivi.

Nella foto del 1998 si rileva la riorganizzazione adottata, con servizi e vasche di stoccaggio del percolato che vengono posizionati in corrispondenza dell'accesso su via Campana e conferimento dei rifiuti che interessa la parte sud-ovest dell'area tecnologica. In questa fase temporale i cumuli di discarica risultano ricoperti con una copertura superficiale costituita da soli strati minerali a bassa permeabilità, quindi privi degli strati drenanti e/o artificiali poi elencati nel D.lgs. 36/2003.



Anno 1988



Anno 1998

L'ingresso nella società del CSR coincide con la progettazione ed attivazione di quattro nuovi lotti sull'ampliamento del lato ovest dell'area tecnologica. I lotti vengono progettati in applicazione della DCI del 27 luglio 1984, quindi della normativa vigente a valle dell'emanazione del DPR 915/82, quindi con criteri costruttivi che accettavano la costruzione delle barriere di fondo ed in scarpata anche senza l'uso di geosintetici quando, come nel caso in esame, le caratteristiche geotecniche dei materiali naturalmente presenti assicuravano il rispetto dei vincoli geometrici (spessore) e di permeabilità indicati dalla norma.

I quattro lotti di ampliamento, ciascuno da 150.000 m³ ed attivati da sud a nord in tempi diversi, in funzione della scelte programmatiche degli Enti preposti e delle esigenze riscontrate, sono stati costruiti in sequenza, ottimizzando le operazioni di scavo del terreno e della successiva gestione operativa e chiusura del singolo lotto, con operazioni di risagomatura finale dei cedimenti ed assestamenti rilevati in fase gestionale con 31.000 m³ di rifiuto autorizzati con Determina n. 193 del 13/05/2011.

L'emanazione del D.lgs. 36/2003 interviene proprio durante l'approntamento e gestione operativa dei vari lotti individuati nell'ampliamento, con lotti 1 e 2 già in gestione operativa e lotti 3 e 4 in fase di approntamento. Il Piano di Adeguamento elaborato ai sensi dell'art. 17 del Decreto verifica l'equivalenza delle barriere già realizzate nei lotti 1 e 2 a quelle previste dai nuovi criteri costruttivi ed introduce l'uso di una geomembrana in hdpe e la platea drenante nei lotti 3 e 4 ancora in fase di realizzazione.

Con Determinazione n.333 del 18/08/2011 la Provincia di Modena ha approvato la modifica non sostanziale proposta dal gestore nei confronti della copertura finale dei lotti 1-4, realizzati nella parte ovest, con introduzione di materiali alternativi non pregiati (anche rifiuti aventi caratteristiche geotecniche equivalenti ai materiali indicati dai criteri costruttivi del D.lgs.

36/2003) per la realizzazione dello strato drenante del biogas, quindi quello interposto tra rifiuti e barriera impermeabile di isolamento superficiale.

Al termine delle operazioni di ampliamento erano ben individuate due distinte porzioni, entrambe a forma allungata con orientamento da sud a nord, schematicamente classificate quali:

Area "EST": coincidente con la porzione in cui era stata insediata l'attività ed in cui risultano ubicate le infrastrutture e le reti a servizio della discarica (pesa, vasche di stoccaggio del percolato, area di gestione del biogas). Ha forma trapezoidale, con lunghezza massima di circa 600 metri e larghezza media di circa 170 metri, con superficie complessiva di circa 100.000 m²;

Area "OVEST": interessata dal successivo ampliamento, sviluppato su 4 lotti in direzione sud-nord, a forma pressoché rettangolare, con dimensioni di circa 600x130 metri, per una superficie di ulteriori 78.000 m² ed una capacità volumetrica assestata pari a 600.000 m³, corrispondenti ad un volume utile totale per il conferimento dei rifiuti di circa **540.000 m³**.



Anno 2007



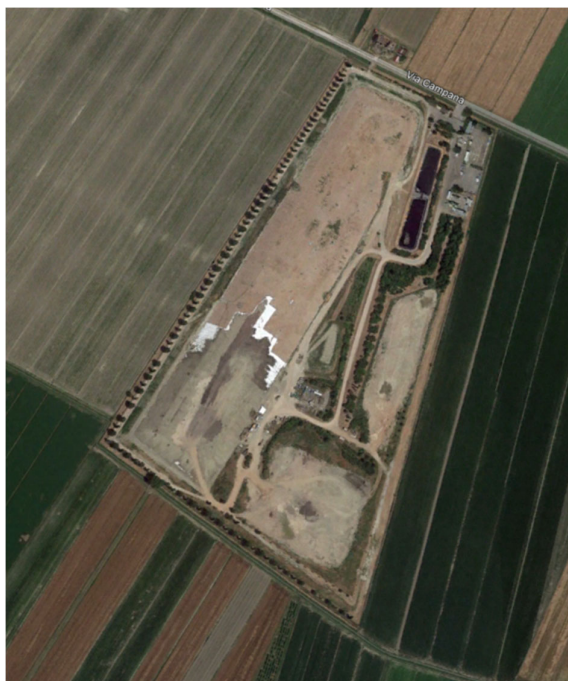
Anno 2011

Nel 2012 l'evento sismico che ha interessato la bassa pianura modenese ha generato importanti quantità di macerie da demolizione, stoccate in vari centri di raccolta e valorizzazione, tra cui anche la parte est della discarica di Medolla. A seguito della Determinazione provinciale n. 137 del 27/12/2012 queste macerie, opportunamente selezionate e valorizzate, sono state utilizzate per la esecuzione dello strato di regolarizzazione della copertura superficiale finale dei lotti 1-4, con pacchetto composto da una struttura multistrato pienamente coerente con quanto indicato dal punto 2.4.3 dell'Allegato 1 al D.lgs. 36/2003.

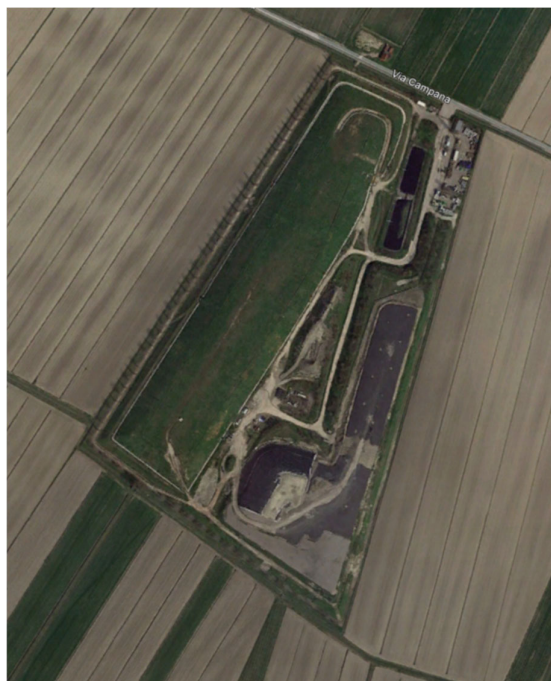
Le operazioni di copertura finale, iniziate nel 2013, sono state positivamente ultimate con la procedura di chiusura finale che il gestore ha istruito ai sensi dell'articolo 12 del D.lgs. 36/2003, approvata con la Determinazione della Provincia di Modena n. 140 del 06/10/2015 che ha attestato il termine della gestione operativa e l'attivazione di quella post-operativa.

L'immagine del 2014 mostra la chiara impostazione del cantiere per la esecuzione della copertura finale: sui lotti 1-4 vengono dapprima stese le macerie per la regolarizzazione della copertura (con viabilità di collegamento tra parte est ed ovest ben evidente nella zona meridionale dell'area tecnologica) e successivamente stesi i teli artificiali di isolamento dei rifiuti e di gestione dei flussi, propedeutici al collocamento del successivo terreno di copertura.

Una volta ultimate le operazioni di rimozione delle macerie dalla parte est della discarica, dove erano state stoccate temporaneamente, si è accertato che i cedimenti indotti dall'accumulo di materiale avevano determinato deformazioni differenziali nell'area, più evidenti nelle posizioni a maggior spessore di rifiuto, con formazione di depressioni, conseguente ristagno di acque meteoriche ed incremento della produzione di percolato. Per ovviare a questi inconvenienti, AIMAG ha elaborato un **progetto di ripristino dell'area est**, intervento attuato mediante un ampliamento in sopraelevazione di questa porzione, propedeutico alla successiva copertura definitiva conforme ai criteri costruttivi del D.lgs. 36/2003.



Anno 2014



Anno 2018

Con la Determinazione n. 173 del 21/12/2015, la Provincia di Modena ha approvato il progetto presentato, autorizzando il ripristino nelle aree della PARTE EST indicate come LOTTO A e LOTTO B, per una superficie complessiva pari a circa 30.000 m² e una volumetria netta disponibile pari a **100.800 m³**, con conseguente riattivazione dei conferimenti in queste aree per 106.400 tonnellate di rifiuti, quantità poi aggiornata a 115.717 con DET-AMB-2017-4414 del 21/08/2017. I conferimenti nei lotti di ripristino sono terminati nel 2018, con inizio della gestione post-

operativa di questa porzione indicata al 01/06/2019 con la Determinazione di ARPAE n. 1805 del 21/04/2020.

Con **DET-AMB-2020-4925 del 16/10/2020** (AIA attualmente vigente) è stato approvato il progetto di **raccordo morfologico** che armonizza i profili nell'area della discarica tra i cumuli presenti nella parte est e ovest, progetto che prevede l'incremento della capacità volumetrica netta di **350.000 m³**, consentendo lo smaltimento di ulteriori 245.000 tonnellate di rifiuti speciali non pericolosi nel periodo 2022-2026.

Il progetto, approvato a valle dell'aggiornamento del D.lgs. 36/2003 a seguito dell'emanazione del D.lgs. 121/2020, ha esaminato le barriere esistenti nell'area di interesse, imponendo la realizzazione di una barriera di fondo pienamente coerente ai criteri costruttivi del punto 2.4.2 dell'All. 1 per le parti non interessate da precedenti autorizzazioni rilasciate ai sensi della normativa vigente (area centrale a raccordo delle due coperture) e l'approntamento del livello 2c) e 3¹ indicate dalla norma per le parti in cui la sopraelevazione interessa aree già precedentemente destinate al conferimento dei rifiuti.

L'intervento autorizzato ha determinato l'ampliamento e sopraelevazione di una discarica esistente ed ha comportato la adozione di soluzioni del tutto compatibili nei confronti di un'area di sedime in cui la tenuta della barriera di fondo è stata positivamente valutata già in istruzioni precedenti, sulla base delle disposizioni vigenti al momento della sua posa.



Anno 2021



Anno 2023

¹ Estratto dalla normativa

livello 2 c) opportuno strato di protezione, costituito da idoneo materiale naturale o artificiale, al fine di evitare il danneggiamento del sistema di impermeabilizzazione a causa degli agenti atmosferici durante la fase costruttiva ed ai carichi agenti, durante la fase di gestione della discarica. Il materiale artificiale può essere costituito da geotessile non tessuto (resistenza a trazione minima nelle due direzioni longitudinale e trasversale: 60 kN/m - norma UNI EN ISO 10319; resistenza al punzonamento statico minima: 10 kN - norma UNI EN ISO 12236; massa areica minima: 1200 g/m² - norma UNI EN 9864) o altro adeguato sistema di protezione per la geomembrana;

livello 3) strato drenante: spessore > 0,5 m, permeabilità $k \geq 1 \times 10^{-5}$ m/s, classi A1 e A3 della classificazione HRB AASHTO. Il materiale drenante deve essere costituito da un aggregato grosso marcato CE (indicativamente ghiaia/pietrisco di pezzatura 16-64 mm), a basso contenuto di carbonati (< 35 %), lavato, con percentuale di passante al vaglio 200 ASTM < 3%; con granulometria uniforme, con un coefficiente di appiattimento < 20 (secondo UNI EN 933-3) e diametro minimo $d > 4$ volte la larghezza delle fessure del tubo di drenaggio.

Dal 2022 ad oggi si è dato corso alla realizzazione dell'opera e, allo stato attuale, risultano attivate tutte le 5 fasi di costruzione in cui era stato suddiviso il progetto. I conferimenti nella discarica di Medolla sono attivi ma la gestione operativa riguarda la sola porzione del raccordo morfologico, con esaurimento delle volumetrie autorizzate previsto per l'anno 2026.

Il progetto descritto nel seguito conferma tutte le soluzioni impiantistiche recentemente approvate e ne introduce alcune sicuramente innovative, individuate dal gestore **nella realizzazione di un impianto di trattamento del percolato drenato dai rifiuti e nella costruzione di una copertura superficiale finale che permetta di applicare, sull'intera area di discarica, il criterio di invarianza idraulica**, così da minimizzare i residui impatti ambientali generati dalla presenza della discarica sul territorio.

La sostenibilità tecnica ed economica degli obiettivi indicati da AIMAG S.p.A. comportano, soprattutto per l'applicazione del criterio di invarianza idraulica, la elaborazione di una morfologia che permetta l'adeguamento della capacità volumetrica della discarica, quindi la continuità della sua gestione operativa, mantenendo profili paragonabili a quelli già autorizzati, con incremento della quota massima di conferimento di non più di 4,70 metri, a cui corrisponde un maggior volume disponibile pari a 593.750 m³ ed un quantitativo in peso di 475.000 tonnellate, prolungando la vita utile **della gestione operativa dell'impianto fino al 2036**.

2. CRITERI E DESCRIZIONE DELLA PROPOSTA PROGETTUALE.

La normativa in materia di discariche di cui al D.lgs. 36/2003 riporta un chiaro ed esaustivo compendio dei criteri costruttivi e gestionali con cui procedere all'approntamento ed alla gestione di questi impianti. Questa affermazione trova un evidente riscontro nel D.lgs. 152/2006, in cui si dispone che una Autorizzazione integrata ambientale sia rilasciata tenendo conto di quanto indicato all'Allegato XI alla Parte Seconda del decreto, con condizioni definite avendo a riferimento le conclusioni sulle BAT di settore. Nel caso delle discariche il comma 3 dell'art. 29-bis del decreto, relativo alla "Individuazione e utilizzo delle migliori tecniche disponibili", specifica che:

"... per le discariche di rifiuti da autorizzare ai sensi del presente titolo, si considerano soddisfatti i requisiti tecnici di cui al presente titolo se sono soddisfatti i requisiti tecnici di cui al decreto legislativo 13 gennaio 2003, n. 36 fino all'emanazione delle relative conclusioni sulle BAT ...".

La condizione su esposta è ancora più cogente dopo l'emanazione, nel settembre 2020, del D.lgs. n. 121, con cui lo Stato Italiano ha aggiornato la normativa in materia di discariche recependo le Direttive Europee 2018/850 e 2018/851.

In questo scenario la trattazione sviluppata nel presente capitolo applica i criteri costruttivi e gestionali su richiamati alle varie stratigrafie che caratterizzano l'area tecnologica in cui è da tempo ubicata la discarica per rifiuti non pericolosi di Medolla.

In effetti, come già riferito in premessa, l'area già approntata è sicuramente singolare, contraddistinta da porzioni con una differente composizione della barriera di fondo e di sponda in quanto approvate in differenti condizioni normative, comunque sempre coerenti alle indicazioni vigenti all'atto della loro realizzazione o opportunamente verificate alla luce delle norme transitorie disposte per i casi di discariche già approntate. I più recenti criteri verranno poi applicati, replicando quanto già progettato nell'intervento detto "raccordo morfologico", per le nuove porzioni che si intende approntare, quali l'area attualmente interessata dalle vasche di stoccaggio del percolato e la parte della discarica non interessata dal recupero attuato sul lato est: in queste aree si provvederà alla realizzazione della barriera di fondo e di sponda nel rispetto dei criteri vigenti a valle dell'emanazione del D.lgs. 121/2020, senza interruzione di continuità rispetto al cumulo di discarica esistente.

L'intervento opera quindi sull'intera area già autorizzata a discarica e nuove modeste porzioni, per un totale di 139.000 m² di superficie, ed adegua la capacità volumetrica complessiva della discarica per rifiuti non pericolosi di Medolla al fine di **consentire il prolungamento della gestione operativa fino al 2036**. La soluzione progettata è in effetti "calibrata" sulle esigenze di AIMAG nell'ipotesi di conferimento di circa **50.000 t/anno di rifiuti**, a cui corrisponde un volume lordo, determinato in funzione del peso specifico assunto per i rifiuti compattati ed i volumi tecnici utili alla gestione operativa, di **75.000 m³/anno**.

La distribuzione in superficie interessata dall'intervento ha dimensioni tali da consigliare una realizzazione per successive fasi di intervento, tali da limitare anche il traffico veicolare indotto dalla fornitura delle materie prime necessarie all'approntamento dell'arginatura e della platea drenante, fino alla formazione di un unico cumulo, con quote massime dei profili finali che si incrementano di circa 4,70 metri rispetto a quelle già autorizzate.

La sopraelevazione comporta anche l'innalzamento dell'argine perimetrale, realizzato con la tecnica costruttiva delle "terre rinforzate" e già applicata nella parte meridionale del raccordo morfologico. Questa soluzione costruttiva si caratterizza per l'incremento della stabilità del contenimento perimetrale perché consente, stante una maggior inclinazione dei paramenti interni ed esterni dell'arginatura, di innalzare la struttura senza un corrispondente incremento della larghezza di base.

La struttura in terre rinforzate, di cui Nell'Elaborato 5 si riporta il calcolo strutturale, è caratterizzata dalla presenza sul paramento interno della barriera geologica e degli strati dettagliati al punto 2.4 dell'All. 1 al D.lgs. 36/2003 e smi, con platea drenante sostituita, vista la presenza di un paramento con inclinazione maggiore di 30° sull'orizzontale, con un geocomposito drenante di prestazioni equivalenti e raccordato allo strato drenante realizzato nella parte subpianeggiante dell'invaso.

Il progetto prevede, peraltro, che l'argine sia caratterizzato da alcuni elementi costruttivi funzionali a tutte le fasi che caratterizzano la vita della discarica:

approntamento

- a) la parte interna dell'argine viene realizzata con uno strato minerale a bassa permeabilità, preventivamente testato in campo prova in cui accertare una permeabilità inferiore a 1×10^{-9} m/s, tale da realizzare sia il livello 1) *barriera geologica artificiale* che il livello 2a) *strato di impermeabilizzazione artificiale* del p.to 2.4.2. dell'All. 1 al D.lgs. 36/2003;
- b) la presenza di una struttura perimetrale realizzata a quote maggiori rispetto al piano di posa dei rifiuti ed ultimata prima del loro conferimento, consente di attuare, fin dalla fase di approntamento, azioni di recupero agrovegetazionale della scarpata esterna, riducendo il caratteristico impatto visivo indotto dalle discariche realizzate in pianura;
- c) realizzare l'intera struttura in terra prima del conferimento dei rifiuti fa sì che il suo consolidamento si espliciti prima della loro posa, così da poter attuare eventuali ripristini in assenza delle criticità potenzialmente indotte dalla presenza dei rifiuti sul paramento interno dell'argine;
- d) la costruzione della struttura arginale prevede anche la contestuale realizzazione delle vasche dedicate alla laminazione delle acque meteoriche ed al rispetto del criterio della invarianza idraulica già in fase di approntamento dell'invaso, con stoccaggio collocato a quote ben superiori a quelle del piano di campagna e tali da evitare qualsiasi condizione di rigurgito determinata dai tiranti presenti nei recapiti esterni e permettere la regolazione del deflusso delle acque in ogni condizione gestionale;

gestione operativa

gestione post-operativa

- a) il rifiuto risulta confinato all'esterno, condizione che permette la sua compattazione "contro" l'argine, limitando i fenomeni di assestamento che si attivano dopo l'esaurimento del conferimento e che potrebbero, in corrispondenza dell'argine perimetrale, determinare criticità nel deflusso delle acque meteoriche;
- b) la presenza dell'arginatura perimetrale evita il loro deflusso di tutte le acque, sia meteoriche che del percolato, così da permettere la gestione anche degli eventi critici che caratterizzano l'attuale evoluzione meteorologica;

- c) la manutenzione delle azioni di recupero agrovegetazionale non viene limitata dalla presenza delle vasche dedicate alla laminazione delle acque, con sfalci che potranno essere agevolmente gestiti senza alcuna interferenza con gli elementi utili alla gestione delle acque.

Da ultimo si evidenzia che l'adeguamento progettato recepisce l'indicazione gestionale che la norma prevede per il trattamento del percolato e delle acque raccolte nell'area di discarica, quali le condense del sistema di aspirazione del biogas o le acque di lavaggio dei mezzi adibiti al conferimento dei rifiuti.

"... il percolato prodotto dalla discarica e le acque raccolte devono essere preferibilmente trattati in loco in impianti tecnicamente idonei. Qualora particolari condizioni tecniche impediscano o non rendano ottimale tale soluzione, il percolato potrà essere conferito ad idonei impianti di trattamento autorizzati ai sensi della vigente disciplina sui rifiuti o, in alternativa, dopo idoneo trattamento, recapitato in fognatura nel rispetto dei limiti allo scarico stabiliti dall'ente gestore ...".

Il progetto prevede che il percolato sia stoccato in una vasca chiusa, collocata fuori terra ed al suo interno settorializzata sia per questioni strutturali che di possibile gestione separata dei flussi in ingresso, trattato in un impianto a membrane che assicuri la produzione di un permeato conferibile alla rete fognaria e che produca uno scarto, detto comunemente concentrato, da inviare ad altro impianto di recupero/smaltimento. Lo stoccaggio assicurato nelle vasche presenti in testa all'impianto e la potenzialità di trattamento dello stesso, dimensionati nel successivo capitolo 7, assicurano la gestione della quantità massima di percolato che si prevede di dover trattare in funzione dell'evoluzione della gestione operativa e post-operativa della discarica.

Si è detto che la costruzione e la gestione operativa della discarica verranno condotte per fasi, calibrate in funzione della quantità di rifiuti che il gestore prevede annualmente di conferire nell'invaso, con approntamento che verrà ultimato con adeguato anticipo rispetto alla reale esigenza di utilizzo.

Per questo motivo è possibile che in fase di approntamento del lotto sia installato uno scarico temporaneo delle acque meteoriche drenate nell'area approntata, ancora priva di rifiuti, ed intercettate dalla struttura perimetrale. Queste acque meteoriche non sono contaminate in quanto drenate in un'area isolata, confinata rispetto a quelle in cui si estrae il percolato, quindi di cui è possibile procedere al recapito nel reticolo idraulico esterno. Il collettore di scarico utilizzato per il loro deflusso dovrà essere chiaramente sigillato prima dell'attivazione del conferimento dei rifiuti nell'area in esame, con la installazione di calotte in hdpe saldate alle sue estremità e saturazione del collettore con idonee malte.

La gestione della discarica procederà quindi con la costruzione di un confinamento esterno, in terre rinforzate, con cui formalizzare la sponda della nuova porzione approntata, già confinata su un fondo suborizzontale in cui è installata la platea drenante, ed in cui il conferimento si attiverà per strati orizzontali, fino a sagomare la morfologia autorizzata.

Le acque drenate nell'area saranno intercettate nel punto di contatto con la struttura in terre rinforzate e convogliate verso il punto depresso, sempre individuato al contatto con la terra rinforzata, in cui è installato il pozzo inclinato. Nel singolo pozzo inclinato verrà installata una pompa elettromeccanica, completa di contaltri, punto di campionamento, valvola rompipuoto e

di non ritorno, utile al rilancio del percolato al collettore che lo recapita al sistema di stoccaggio temporaneo, individuato nelle attuali vasche in terra, poi sostituite da vasche in calcestruzzo armato di nuova costruzione.

Il collettore di trasporto del percolato si sviluppa lungo l'intero perimetro della discarica e si caratterizza per la presenza di punti di ispezione e lavaggio, oltre valvole di intercettazione e di non ritorno.

La **coltivazione del cumulo** viene effettuata per strati con spessore compreso tra i 2,5 ed i 3,0 metri, compattati con mezzi idonei dotati di rulli a piede di pecora, quindi idoneo per la miglior compressione di materiali ad alta coesione quale sono i rifiuti. Tra i vari sistemi di coltivazione verranno predilette quelle soluzioni che tendono a limitare la superficie dei rifiuti esposta all'azione degli agenti atmosferici e mantenere pendenze tali da garantire il naturale deflusso delle acque meteoriche al di fuori dell'area destinata al conferimento dei rifiuti. In questa logica si provvede, fin dalle fasi iniziali della coltivazione della discarica, alla esecuzione della copertura finale sul lato sud del cumulo, quello in corrispondenza del "raccordo morfologico", così da ridurre le aree di potenziale produzione del percolato e poter separare efficacemente le acque meteoriche.

L'innalzamento della morfologia attualmente approvata comporterà anche l'**adeguamento dei sistemi di estrazione e rilancio del percolato** presenti nei cumuli di rifiuto ed il **prolungamento dei pozzi di aspirazione del biogas**, anche in questo caso con operazioni del tutto simili a quelle già approvate ed eseguite nell'intervento di "raccordo morfologico". L'obiettivo è quello di assicurare la corretta gestione delle emissioni nella fase di "risagomatura dell'intera area di discarica" e realizzare, al termine del conferimento, una copertura del tutto omogenea e senza soluzione di continuità, tale da minimizzare l'infiltrazione delle acque meteoriche nel corpo dei rifiuti e massimizzare l'aspirazione del biogas dal corpo dei rifiuti.

3. FLUSSI ATTESI E RIFIUTI CONFERIBILI DURANTE LA GESTIONE OPERATIVA.

Nel capitolo precedente si è già riferito di un incremento della capacità volumetrica utile alla prosecuzione della gestione operativa della discarica per rifiuti non pericolosi di Medolla, per una quantità annua di 50.000 tonnellate.

La modifica dei sistemi di raccolta e trattamento dei rifiuti, solitamente riassunta nel concetto di gestione integrata, e le disposizioni in materia di accettazione dei rifiuti in discarica, ammessi solo al termine di un articolato percorso di recupero e riutilizzo dei rifiuti quali beni secondari di una virtuosa “economia circolare”, sono tali da determinare una costante riduzione del contenuto organico e del peso specifico dei rifiuti conferiti in discarica, atteso nell’ordine di 0,8 t/m³.

Inoltre la corretta gestione dei conferimenti determina l’utilizzo di materiali inerti sia per la formazione delle viabilità a servizio dei mezzi coinvolti nel conferimento e nella compattazione dei rifiuti che per la loro copertura giornaliera, con consumo di volume stimato nell’ordine del 17% del volume lordo approntato.

Lo sviluppo numerico dei valori su elencati, assunti quali input per la determinazione della capacità volumetrica complessiva progettata, ottenuta con una sopraelevazione della quota massima già autorizzata nell’ordine di 4,70 metri, è riassunta nella tabella successiva.

Anno di gestione	Volumetria lorda (m ³)	Volumetria netta rifiuti (m ³)	Volumi tecnici (m ³)	Peso specifico rifiuto (t/m ³)	Tonnellate
2026	18.750	15.625	3.125	0,80	12.500
2027	75.000	62.500	12.500	0,80	50.000
2028	75.000	62.500	12.500	0,80	50.000
2029	75.000	62.500	12.500	0,80	50.000
2030	75.000	62.500	12.500	0,80	50.000
2031	75.000	62.500	12.500	0,80	50.000
2032	75.000	62.500	12.500	0,80	50.000
2033	75.000	62.500	12.500	0,80	50.000
2034	75.000	62.500	12.500	0,80	50.000
2035	75.000	62.500	12.500	0,80	50.000
2036	18.750	15.625	3.125	0,80	12.500
	712.500	593.750	118.750		475.000

Come si può notare dalla *Tavola n. 3.4 – Planimetria con indicazione delle fasi evolutive dell’impianto e dei movimenti terra funzionali al conferimento dei rifiuti*, la prima fase gestionale si svilupperà esclusivamente in sopraelevazione, senza la necessità di costruire opere propedeutiche alla coltivazione, il che consente di poter smaltire già le prime tonnellate dell’ampliamento a partire dall’ultimo trimestre del 2026, comunque a seguito del rilascio del PAUR che si ipotizza entro un anno dalla redazione della presente.

Nei volumi di progetto si prevede di smaltire unicamente **rifiuti speciali non pericolosi**, esclusi dalla pianificazione obbligatoria in capo alla Regione Emilia-Romagna, i cui codici EER sono di seguito elencati:

02 00 00	<i>Rifiuti prodotti da agricoltura, orticoltura, acquicoltura, selvicoltura, caccia, pesca, trattamento e preparazione di alimenti</i>
02 01 00	<i>Rifiuti prodotti da agricoltura, orticoltura, acquicoltura, selvicoltura, caccia e pesca</i>
02 01 03	scarti di tessuti vegetali (3)
02 01 04	rifiuti plastici (ad esclusione degli imballaggi) (2)
02 01 99§	rifiuti non specificati altrimenti (paglia e prodotti di paglia)
02 02 00	<i>rifiuti della preparazione e del trattamento di carne, pesce ed altri alimenti di origine animale</i>
02 02 03	scarti inutilizzabili per il consumo o la trasformazione (3)
02 02 99§	rifiuti non specificati altrimenti (scarti non liquidi della produzione alimentare e partite di alimenti non liquidi deteriorati, purché inscatolati o comunque imballati)
02 03 00	<i>rifiuti della preparazione e del trattamento di frutta, verdura, cereali, oli alimentari, cacao, caffè, tè e tabacco; della produzione di conserve alimentari; della produzione di lievito ed estratto di lievito; della preparazione e fermentazione di melassa</i>
02 03 04	scarti inutilizzabili per il consumo o la trasformazione (3)
02 03 99§	rifiuti non specificati altrimenti (scarti non liquidi della produzione alimentare e partite di alimenti non liquidi deteriorati, purché inscatolati o comunque imballati)
02 04 00	<i>rifiuti prodotti dalla raffinazione dello zucchero</i>
02 04 02	carbonato di calcio fuori specifica (3)
02 04 99§	rifiuti non specificati altrimenti (scarti non liquidi della produzione alimentare e partite di alimenti non liquidi deteriorati, purché inscatolati o comunque imballati)
02 05 00	<i>rifiuti dell'industria lattiero-casearia</i>
02 05 01	scarti inutilizzabili per il consumo o la trasformazione (3)
02 05 99§	rifiuti non specificati altrimenti (scarti non liquidi della produzione alimentare e partite di alimenti non liquidi deteriorati, purché inscatolati o comunque imballati)
02 06 00	<i>rifiuti dell'industria dolciaria e della panificazione</i>
02 06 01	scarti inutilizzabili per il consumo o la trasformazione (3)
02 06 99§	rifiuti non specificati altrimenti (scarti non liquidi della produzione alimentare e partite di alimenti non liquidi deteriorati, purché inscatolati o comunque imballati)
02 07 00	<i>rifiuti della produzione di bevande alcoliche ed analcoliche (tranne caffè, tè e cacao)</i>
02 07 01	rifiuti prodotti dalle operazioni di lavaggio, pulizia e macinazione della materia prima (I) e (3)
02 07 04	scarti inutilizzabili per il consumo o la trasformazione (3)
03 00 00	<i>Rifiuti della lavorazione del legno e della produzione di pannelli, mobili, polpa, carta e cartone</i>
03 01 00	<i>rifiuti della lavorazione del legno e della produzione di pannelli e mobili</i>
03 01 01	Scarti di corteccia e sughero
03 01 05	segatura, trucioli, residui di taglio, legno, pannelli di truciolare e piallacci diversi da quelli di cui alla voce 03 01 04
03 01 99§	rifiuti non specificati altrimenti (fibra di legno e pasta di legno anche umida, purché palabile)

03 03 00	<i>rifiuti della produzione e della lavorazione di polpa, carta e cartone</i>
03 03 01	scarti di corteccia e legno
03 03 07	scarti della separazione meccanica nella produzione di polpa da rifiuti di carta e cartone
03 03 11	fanghi prodotti dal trattamento in loco degli effluenti, diversi da quelli di cui alla voce 03 03 10 (1)
04 00 00	<i>Rifiuti della lavorazione di pelli e pellicce, nonché de/l 'industria tessile</i>
04 01 00	<i>rifiuti della lavorazione di pelli e pellicce</i>
04 01 09	rifiuti delle operazioni di confezionamento e finitura
04 02 00	<i>rifiuti dell'industria tessile</i>
04 02 21	rifiuti da fibre tessili grezze
04 02 22	rifiuti da fibre tessili lavorate
04 02 99§	rifiuti non specificati altrimenti (etichette e bottoni)
06 05 00	<i>fanghi prodotti dal trattamento in loco degli effluenti</i>
06 05 03	fanghi prodotti dal trattamento in loco degli effluenti, diversi da quelli di cui alla voce 06 05 02 (1)
07 00 00	<i>Rifiuti dei processi chimici organici</i>
07 02 00	<i>Rifiuti della produzione, formulazione, fornitura ed uso di plastiche, gomme sintetiche e fibre artificiali</i>
07 02 99§	rifiuti non specificati altrimenti (resine termoplastiche e termoindurenti in genere allo stato solido e manufatti composti prevalentemente da tali materiali)
08 02 00	<i>rifiuti della produzione, formulazione, fornitura ed uso di altri rivestimenti (inclusi materiali ceramici)</i>
08 02 02	fanghi acquosi contenenti materiali ceramici (1)
09 00 00	<i>Rifiuti dell'industria fotografica</i>
09 01 00	<i>rifiuti dell'industria fotografica</i>
09 01 07	pellicole e carta per fotografia, contenenti argento o composti dell'argento
09 01 08	pellicole e carta per fotografia, non contenenti argento o composti dell'argento
09 01 10	macchine fotografiche monouso senza batterie
12 00 00	<i>Rifiuti prodotti dalla lavorazione e dal trattamento fisico e meccanico superficiale di metalli e plastica</i>
12 01 00	<i>rifiuti prodotti dalla lavorazione e dal trattamento fisico e meccanico superficiale di metalli e plastiche</i>
12 01 99§	rifiuti non specificati altrimenti (nastri abrasivi)
15 00 00	<i>Rifiuti di imballaggi, assorbenti, stracci, materiali filtranti e indumenti protettivi (non specificati altrimenti)</i>
15 01 00	<i>imballaggi (compresi i rifiuti urbani di imballaggio oggetto di raccolta differenziata)</i>
15 01 01	imballaggi di carta e cartone (2)
15 01 02	imballaggi di plastica (2)
15 01 03	imballaggi in legno (2)
15 01 04	imballaggi metallici (2)
15 01 05	imballaggi compositi (2)
15 01 06	imballaggi in materiali misti (2)
15 02 00	<i>assorbenti, materiali filtranti, stracci e indumenti protettivi</i>
15 02 03	assorbenti, materiali filtranti, stracci e indumenti protettivi, diversi da quelli di cui alla voce 15 02 02
16 00 00	<i>Rifiuti non specificati altrimenti nell'elenco</i>

- 16 01 00 *veicoli fuori uso appartenenti a diversi modi di trasporto (comprese le macchine mobili non stradali) e rifiuti prodotti dallo smantellamento di veicoli fuori uso e dalla manutenzione di veicoli (tranne 13, 14, 16 06 e 16 08)*
- 16 01 18 **metalli non ferrosi (3)**
- 16 01 19 **plastica (paraurti) (3)**
- 16 02 00 *Rifiuti provenienti da apparecchiature elettriche ed elettroniche*
- 16 02 14 **apparecchiature fuori uso, diverse da quelle di cui alle voci da 16 02 09 a 16 02 13 (3)**
- 16 03 00 *prodotti fuori specifica e prodotti in utilizzati*
- 16 03 04 **rifiuti inorganici, diversi da quelli di cui alla voce 16 03 03**
- 16 11 00 *Rifiuti di rivestimenti e materiali refrattari*
- 16 11 04 **altri rivestimenti e materiali refrattari provenienti da processi metallurgici, diversi da quelli di cui alla voce 16 11 03**
- 17 00 00 *Rifiuti delle operazioni di costruzione e demolizione (compreso il terreno proveniente da siti contaminati)*
- 17 01 00 *Cemento, mattoni, mattonelle e ceramiche*
- 17 01 07 **miscugli o scorie di cemento, mattoni, mattonelle e ceramiche, diverse da quelle di cui alla voce 170106**
- 17 02 00 *legno, vetro e plastica*
- 17 02 01 **legno (2)**
- 17 02 02 **vetro (2)**
- 17 02 03 **plastica (2)**
- 17 04 00 *metalli (incluse le loro leghe)*
- 17 04 11 **cavi, diversi da quelli di cui alla voce 17 04 10 (2)**
- 17 05 00 *terra (compreso il terreno proveniente da siti contaminati), rocce e fanghi di dragaggio*
- 17 05 04 **terra e rocce, diverse da quelle di cui alla voce 17 05 03**
- 17 05 06 **materiale di dragaggio, diverso da quella di cui alla voce 17 05 05**
- 17 06 00 *materiali isolanti e materiali da costruzione contenenti amianto*
- 17 06 04 **materiali isolanti, diversi da quelli di cui alle voci 17 06 01 e 17 06 03**
- 17 09 00 *altri rifiuti dell'attività di costruzione e demolizione*
- 17 09 04 **rifiuti misti dell'attività di costruzione e demolizione, diversi da quelli di cui alle voci 17 09 01, 17 09 02 e 17 09 03 (3)**
- 18 00 00 *Rifiuti prodotti dal settore sanitario e veterinario o da attività di ricerca collegate (tranne i rifiuti di cucina e di ristorazione non direttamente provenienti da trattamento terapeutico)*
- 18 01 00 *rifiuti dei reparti di maternità e rifiuti legati a diagnosi, trattamento e prevenzione delle malattie negli esseri umani*
- 18 01 04 **rifiuti che non devono essere raccolti e smaltiti applicando precauzioni particolari per evitare infezioni (es. bende, ingessature, lenzuola, indumenti monouso, assorbenti igienici)**
- 18 02 00 *rifiuti legati alle attività di ricerca e diagnosi, trattamento e prevenzione delle malattie negli animali*
- 18 02 03 **rifiuti che non devono essere raccolti e smaltiti applicando precauzioni particolari per evitare infezioni**

19 00 00	<i>Rifiuti prodotti da impianti di trattamento dei rifiuti, impianti di trattamento delle acque reflue fuori sito, nonché dalla potabilizzazione dell'acqua e dalla sua preparazione per uso industriale</i>
19 02 00	<i>rifiuti prodotti da specifici trattamenti chimico-fisici di rifiuti industriali (comprese decromatazione, decianizzazione, neutralizzazione)</i>
19 02 03	Rifiuti premiscelati composti esclusivamente da rifiuti non pericolosi
19 02 06	fanghi prodotti da trattamenti chimico-fisici, diversi da quelli di cui alla voce 19 02 05 (4)
19 03 00	<i>rifiuti stabilizzati/solidificati</i>
19 03 05	rifiuti stabilizzati diversi da quelli di cui alla voce 19 03 04
19 03 07	rifiuti solidificati diversi da quelli di cui alla voce 19 03 06
19 05 00	<i>rifiuti prodotti dal trattamento aerobico di rifiuti solidi</i>
19 05 01§	parte di rifiuti urbani e simili non destinata al compost
19 05 03	compost fuori specifica
19 06 00	<i>rifiuti prodotti dal trattamento anaerobico dei rifiuti</i>
19 06 04	digestato prodotto dal trattamento anaerobico di rifiuti urbani (1)
19 08 00	<i>rifiuti prodotti dagli impianti per il trattamento delle acque reflue, non specificati altrimenti</i>
19 08 01	vaglio
19 08 02	rifiuti dell'eliminazione della sabbia (1)
19 08 05	fanghi prodotti dal trattamento delle acque reflue urbane (1)
19 08 14	fanghi prodotti da altri trattamenti delle acque reflue industriali, diversi da quelli di cui alla voce 19 08 13 (1)
19 09 00	<i>rifiuti prodotti dalla potabilizzazione dell'acqua o dalla sua preparazione per uso industriale</i>
19 09 01	rifiuti solidi prodotti dai processi di filtrazione e vaglio primari (1)
19 12 00	<i>rifiuti prodotti dal trattamento meccanico dei rifiuti (ad esempio selezione, triturazione, compattazione, riduzione in pellet) non specificati altrimenti</i>
19 12 04	plastica e gomma (5)
19 12 08	prodotti tessili (5)
19 12 12	altri rifiuti (compresi materiali misti) prodotti dal trattamento meccanico dei rifiuti, diversi da quelli di cui alla voce 19 12 11
19 13 00	<i>rifiuti prodotti dalle operazioni di bonifica di terreni e risanamento delle acque di falda</i>
19 13 02	rifiuti solidi prodotti dalle operazioni di bonifica dei terreni, diversi da quelli di cui alla voce 19 13 01
20 00 00	<i>Rifiuti urbani (rifiuti domestici e assimilabili prodotti da attività commerciali e industriali nonché dalle istituzioni) inclusi i rifiuti della raccolta differenziata</i>
20 03 00	<i>altri rifiuti urbani</i>
20 03 99§	rifiuti non specificati altrimenti (rifiuti cimiteriali non recuperabili) (6)

Note:

§ è consentito l'utilizzo del codice generico "99" solamente se accompagnato dalla specifica dicitura.

(1) Purché palabili e stabilizzati.

(2) Solo se classificati come scarti derivanti dalle operazioni di selezione, riciclo e recupero dei rifiuti effettuate presso impianti specializzati, presso lo stabilimento di produzione dei rifiuti, oppure non recuperabili; è ammesso lo smaltimento in discarica degli imballaggi misti per i quali non sia possibile a causa delle caratteristiche impiantistiche dell'area attrezzata o a causa delle

- caratteristiche merceologiche dei materiali una loro separazione o recupero.
- (3) Possono essere smaltiti solo previa documentata impossibilità di loro trattamento e recupero presso gli impianti presenti sul territorio Provinciale. Per i conferimenti sistematici la documentazione di cui sopra, dovrà essere fornita dal produttore del rifiuto all'atto della stipula del contratto o della convenzione che regola lo smaltimento in discarica. Tale documentazione non è necessaria per:
- a) conferimenti saltuari ed inferiori a 50 q.li
 - b) conferimenti a seguito di situazioni di emergenza convalidate dal responsabile dell'impianto.
- (4) Possono essere smaltiti solo i rifiuti EER 190206 allo stato palabile.
Lo smaltimento dei rifiuti in discarica dovrà essere limitato alle sole tipologie non destinabili al riutilizzo.
- (5) Solo se classificati come scarti derivanti dalle operazioni di selezione, riciclo e recupero dei rifiuti effettuate presso impianti specializzati, presso lo stabilimento di produzione dei rifiuti, oppure non recuperabili.
- (6) limitatamente a quei rifiuti che in ragione delle loro caratteristiche specifiche (dimensioni e presenza di zinco) non possono essere conferiti ad impianti di recupero compreso quello energetico; per un quantitativo massimo di 150 t/anno, provenienti dai comuni gestiti da AIMAG nel bacino modenese, fino a quando non sarà disponibile un apposito impianto di trattamento di tali rifiuti nel bacino modenese.

Rispetto al tema dei criteri di ammissibilità dei rifiuti in discarica, si richiede per la discarica per rifiuti non pericolosi di Medolla la **sottocategoria c) ai sensi del D.lgs. 36/2003 e s.m.i., art. 7-sexies:**

c) discariche per rifiuti misti non pericolosi con elevato contenuto sia di rifiuti organici o biodegradabili che di rifiuti inorganici, con recupero di biogas.

I criteri di ammissibilità sono dunque riferibili ai limiti di concentrazione nell'eluato stabiliti dalla tabella 5 dell'Allegato 4 al D.lgs. 36/2003 e s.m.i., ad eccezione di eventuali deroghe.

Ai sensi dell'art. 7-sexies comma 2 del Decreto, con la presente proposta si richiede, per il codice 19 02 06, la deroga per il parametro DOC fino a 3 volte del limite indicato nella citata tabella 5. A sostegno di tale richiesta è stata elaborata una specifica **Analisi di rischio** in cui vengono valutati i rischi associati al potenziale rilascio di sostanze inquinanti.

In continuità con la gestione attuale si richiede inoltre, previa presentazione di idonea documentazione comprovante il rispetto della normativa vigente sul **recupero di end of waste** e successivo nulla osta di ARPAE di Modena **o, in alternativa, quale operazione R5** il riutilizzo dei seguenti rifiuti:

- riutilizzo di rifiuti misti dell'attività di costruzione e demolizione (**17 09 04**), e miscugli o scorie di cemento, mattoni, mattonelle e ceramiche, diverse da quelle di cui alla voce 17 01 06 (**17 01 07**) limitatamente alle esigenze di coperture giornaliere ed intermedie e di realizzazione e/o ripristino di viabilità interna dell'impianto, certificate da responsabile tecnico;
- riutilizzo di rifiuti EER **17 05 04, 17 05 06 e 20 02 02** (terra e rocce) limitatamente alle esigenze di coperture giornaliere ed intermedie, di realizzazione e/o ripristino di viabilità interna dell'impianto, per la realizzazione di arginature perimetrali e di contenimento, certificate da

responsabile tecnico, previa caratterizzazione e purché non contaminati da sostanze inquinanti, pericolosi e comunque non idonei al tipo di utilizzo al quale sono destinati.

L'utilizzo dei rifiuti inerti in discarica (codici europei 17 01 07, 17 09 04, 17 05 04 e 17 05 06) deve essere limitato alle sole necessità gestionali, per un valore massimo ammissibile di conferimento di 35 tonnellate di inerti ogni 100 tonnellate di rifiuto (corrispondenti a circa il 15% in volume).

- riutilizzo di fanghi di prospezione geologica trattati a base acquosa (**01 05 07**), per la realizzazione esclusivamente degli interventi di seguito indicati: arginature perimetrali e di contenimento, contrafforti di sostegno esterni, scarpate di accesso e viabilità interna provvisoria e definitiva, realizzazione delle coperture intermedie e definitive; in tale ultimo caso preliminarmente alla stesura del manto definitivo di terreno agrario o naturale.

In aggiunta a quanto autorizzato in AIA, si chiede il recupero, quale **operazione R5**, dei seguenti rifiuti da utilizzare per le **coperture finali**:

- EER **01 04 09** Scarti di sabbia e argilla,
- EER **01 04 13** Rifiuti prodotti dal taglio e dalla segagione della pietra, diversi da quelli di cui alla voce 01 04 07),
- EER **01 05 07** Fanghi e rifiuti di perforazione contenenti barite, diversi da quelli delle voci 01 05 05 e 01 05 06;
- EER **17 01 03** Mattonelle e ceramiche;
- EER **17 01 07** Miscugli di cemento, mattoni, mattonelle e ceramiche, diverse da quelle di cui alla voce 17 01 06;
- EER **17 05 04** Terra e rocce, diverse da quelle di cui alla voce 17 05 03,
- EER **17 05 06** Materiale di dragaggio, diverso da quello di cui alla voce 17 05 05,
- EER **17 09 04** Rifiuti misti dell'attività di costruzione e demolizione, diversi da quelli di cui alle voci 17 09 01, 17 09 02 e 17 09 03,
- EER **19 05 03** Compost fuori specifica,
- EER **19 12 09** Minerali (ad esempio sabbia, rocce),
- EER **20 02 02** Terra e rocce.

Si richiede inoltre, in continuità con l'AIA vigente, l'utilizzo (operazione di **recupero R11** di cui all'allegato C alla Parte Quarta del D.lgs. 152/2006, "utilizzazione di rifiuti ottenuti da una delle operazioni indicate da R1 a R10") del "biostabilizzato" (**EER 19 05 03**), quale materiale da ingegneria per la copertura giornaliera dei rifiuti in discarica e l'utilizzo (operazione di **recupero R10** di cui all'allegato C alla Parte Quarta del D.lgs. 152/2006, "spandimento sul suolo a beneficio dell'agricoltura o dell'ecologia") del "biostabilizzato" (**EER 19 05 03**) quale materiale da ingegneria per la realizzazione della copertura superficiale finale della discarica.

Per entrambi gli utilizzi è ammesso esclusivamente l'uso di "biostabilizzato" derivante da processi che rispettano le condizioni minime di cui all'allegato A punto 1 della Delibera di Giunta Regionale n. 1996 del 29/12/2006 e nel seguito richiamate:

- a) la temperatura dei rifiuti nella fase accelerata deve essere mantenuta per almeno tre giorni oltre i 55°C;
- b) la durata della stabilizzazione (costituita da bioossidazione e maturazione), intendendo come tale il periodo intercorso fra l'ingresso delle matrici organiche nel processo e l'uscita della biomassa stabilizzata al termine della fase di stabilizzazione, deve essere pari ad almeno 21 giorni. Non deve pertanto essere conteggiato, al fine del rispetto del predetto periodo di 21 giorni, il tempo in cui le matrici, prese in carico nell'impianto, vengono depositate in attesa di essere avviate a processo. Presso l'impianto di biostabilizzazione, deve essere tenuta idonea registrazione, dei tempi di avvio delle matrici a processo e delle relative quantità, per la verifica della durata del suddetto periodo di stabilizzazione;
- c) l'impianto di biostabilizzazione deve essere dotato di una selezione di vagliatura finale a 50 mm.

Il gestore della discarica deve acquisire dal conferitore del "Biostabilizzato" la seguente documentazione:

- a) certificazione, dalla quale risulti che il processo di produzione del "Biostabilizzato" rispetta le condizioni minime sopracitate. Tale documento dovrà essere rinnovato quanto meno a seguito di variazione del ciclo produttivo;
- b) analisi di caratterizzazione del "Biostabilizzato", relative almeno all'ultimo trimestre, effettuate conformemente a quanto disposto in merito al punto 3 dell'allegato A alla DGR 1996/06 (lotti rappresentativi di almeno 500 t, metodica di campionamento UNI 10802); tali analisi dovranno attestare il rispetto dei parametri di cui alla tabella 1 della citata direttiva regionale.

Tale documentazione viene mantenuta presso l'impianto a disposizione degli organi di controllo.

Per quanto riguarda l'utilizzo R11 valgono queste prescrizioni specifiche:

- il "Biostabilizzato" deve possedere tutte le caratteristiche indicate nella tabella 1 dell'allegato A alla D.G.R. 1996/2006 e qui riportata:

Indice di respirazione dinamico ⁽¹⁾ mg O ₂ x kg SV x h ⁻¹ ⁽²⁾	≤ 1.000 ± 30% ⁽³⁾
Umidità (% peso)	≤ 50
Granulometria (mm)	≤ 50

(1) Metodo DI.PRO.VE. – Università di Milano

(2) SV: frazione della sostanza secca volatile a 550 °C

(3) La tolleranza è riferita al risultato analitico di ogni singolo campione di biostabilizzato.

Caratteristiche del biostabilizzato ai fini dell'utilizzo come copertura giornaliera

(il campione deve essere prelevato secondo la metodica UNI 10802)

- la quantità impiegata (espressa in tonnellate) non deve essere superiore il 20% della massa dei rifiuti smaltiti in discarica su base annua,

- il gestore si impegna ad utilizzare di norma il biostabilizzato nella stessa giornata lavorativa in cui viene accettato in discarica e comunque al massimo entro 3 giorni dal suo ricevimento,
- il gestore è tenuto ad attuare la procedura di verifica del rispetto delle condizioni di cui alla DGR 1996/06 al fine dell'accettazione del "Biostabilizzato" come materiale da ingegneria contenuta nel Piano di Gestione Operativa.

Per quanto riguarda l'utilizzo R10 valgono queste prescrizioni specifiche:

- il "biostabilizzato" possieda tutte le caratteristiche indicate nella tabella 2 dell'allegato A alla DGR 1996/2006;
- il "biostabilizzato", miscelato a terreno nella proporzione del 50%, sia utilizzato per un primo spessore che non dovrà superare i 50 cm di altezza;
- venga posto su questo primo strato un ulteriore strato di terreno vegetale di spessore di almeno 50 cm di altezza;
- il gestore è tenuto ad attuare la procedura di verifica del rispetto delle condizioni di cui alla DGR 1996/06 al fine dell'accettazione del "biostabilizzato" come materiale da ingegneria contenuta nel Piano di Gestione Post-Operativa.

Per quanto sopra descritto il progetto in esame si identifica quale modifica sostanziale ai sensi dell'art. 29-nonies del D.lgs. 152/2006 dell'A.I.A. di cui alla DET-AMB-2020-4925 del 16/10/2020 e s.m.i.

4. CRITERI COSTRUTTIVI: UBICAZIONE E MATRICI AMBIENTALI.

L'area interessata dalla discarica in esame è situata nella parte nord della provincia di Modena, all'interno del territorio perimetrato in senso orario dagli abitati di Medolla, S. Felice sul Panaro, Camposanto, S. Prospero e Cavezzo, nel territorio comunale di Medolla. Nello specifico l'area della discarica è localizzata nella zona sud del Comune di Medolla, a breve distanza dal limite comunale con i territori dei comuni di S. Prospero e Camposanto.

L'area impiantistica occupa un settore di circa 175.000 m² esteso tra Via Campana a Nord e la Fossetta Rovere a Sud circondato prevalentemente da zone agricole, nell'ambito delle quali si trovano i seguenti centri abitati:

- S. Felice, a distanza di 5 km a Nord-Est;
- l'abitato di Medolla, a distanza di 3,5 km a Nord;
- Cavezzo, a distanza di 3,5 km ad Ovest;
- frazioni minori come Staggia, San Giacomo Roncole;
- case sparse nella campagna.

Il sito è censito nella C.T.R. del Comune di Medolla nella SEZIONE (scala 1:10.000) n. 184130 MEDOLLA e TAVOLA 18450 MIRANDOLA.

Catastralmente l'area impiantistica è censita ai Mappali n. 40, 41, 59, 60 del Foglio n. 25 del Comune di Medolla.

Gli aspetti di inquadramento territoriale, di destinazione urbanistica e di vincolistica dell'area oggetto di intervento sono ampiamente descritti nello Studio di Impatto Ambientale allegato.

5. CRITERI COSTRUTTIVI: PREDISPOSIZIONE DELL'INVASO.

5.1. Caratteristiche geologiche e idrogeologiche accertate nell'area di impianto

Gli aspetti geologici ed idrogeologici caratteristici dell'area di discarica sono da tempo indagati e descritti da esperti nel settore, con campagne di indagine condotte in modo funzionale ad ogni adeguamento dell'assetto impiantistico. Si rimanda in particolare per gli approfondimenti del caso all'*Elaborato 4 – Relazione geologica* a cura della dott.ssa geologo Rita Ballista, redatta in occasione del raccordo morfologico.

Nella relazione si ritiene opportuno riferirsi anche alle indagini esperite nel 2015 per la risagomatura della parte est dell'area tecnologica, documento in cui si ricava che “ .. le caratteristiche litologiche ed idrauliche degli strati interposti tra la discarica ed il livello dell'acquifero offrono ampie garanzie nei confronti di percolazioni sia orizzontali che verticali. Tali verifiche sono state condotte sulla base delle precedenti indagini condotte dal Dott. Geol. Paolo Cestari e a seguito di nuovi sondaggi geognostici finalizzati alla ricerca dei parametri geotecnici ed idrogeologici del substrato su cui è impostata la discarica.

Fondamentalmente, le nuove indagini confermano la situazione idrogeologica descritta dal Cestari, con l'aggiunta di alcune precisazioni, derivanti da ulteriori studi succedutisi negli anni, alle Relazioni sul monitoraggio e in base ai risultati delle nuove indagini.

Sostanzialmente l'area è caratterizzata da:

- *presenza di un potente banco argilloso o limo argilloso avente spessore di almeno 22-23 metri;*
- *localmente a detta profondità si riscontra una lente sabbiosa, probabilmente inadatta ad ospitare un acquifero: detta lente nelle indagini precedenti è stata reperita in alcune indagini a 27-28 m dal p.c con uno spessore di circa 1,5m;*
- *ripresa dei litotipi coesivi argillosi sino a circa 35-38 m dal p.c.*
- *inizio del primo acquifero vero e proprio costituito dalle sabbie medie e fini aventi potenza di almeno 10 metri, sede di falda in pressione.*

Detta falda, qualora si vada a forare gli almeno 35 m di litotipi coesivi posti a protezione della stessa, risale sino a circa 4-5 m dal piano campagna.

Dalle indagini geologiche-geotecniche emerge inoltre che il substrato geologico del sito in questione è caratterizzato da terreni da ritenersi tecnicamente impermeabili, con coefficienti di permeabilità verticale misurati inferiori a 6×10^{-10} m/s ...”.

La caratterizzazione litologica e stratigrafica superficiale e profonda condotta dalla dott. Ballista si è riferita sia agli interventi precedenti che ad indagini integrative specifiche, condotte nelle aree non precedentemente indagate. Le indagini in sito a cui ci si riferisce sono così riepilogate, descritte con dovizia di particolari nel documento tecnico su richiamato:

- n. 1 sondaggio geognostico eseguito in data 30 - 31/07/2018 e spinto alla profondità di - 30.00 metri dal piano viabilità interna discarica;
- n. 1 prova penetrometrica statica con punta elettrica CPTU eseguita in data 25/08/2018 e spinta alla profondità di - 21.00 metri dal piano viabilità interna discarica;
- n. 1 prova CPTU eseguita nel Marzo 1997 e spinta alla profondità di - 25.00 metri dal p.c.;

- n. 1 sondaggio geognostico eseguito nel febbraio 2006 all'estremità nord della discarica e spinto a - 56 metri dal piano campagna;
- n. 2 prove penetrometriche statiche CPT eseguite nell'aprile 2015, una sul lato sud e una sul lato est della discarica, spinte alla profondità di -30.00 metri dal p.c.

Nelle conclusioni elaborate dalla dott.ssa Ballista si ricava una ricostruzione litostratigrafica superficiale e profonda dell'area che risulta omogenea sull'intera area tecnologica con alcune differenze negli spessori degli strati.

“..

- da 0.00 a - 8.80/11.70 m: argille ed argille debolmente limose e mediamente compatte;
- da - 8.80/11.70 a - 17.00/20.20 m: argille limose compatte;
- da - 17.00/20.20 a - 17.60/30.00m: limi argillosi compatti con livelli di limi sabbiosi sciolti.

“... Nella parte ovest si evidenzia un livello di sabbie che non continua nella parte est, dello spessore modesto variabile da 17.60 ÷ 20.20 m nella CPTU DEL 1997; 28.40 ÷ 30.40 m nel sondaggio S1 del 2006 -da 25.60 ÷ 26.30 m nel sondaggio S1 del 2018.

- da - 20.20/30.00 A - 38/51 m argilla a tratti limosa compatta;
- da - 38.0/51.0 m sabbia fine.

Si riportano di seguito le permeabilità misurate:

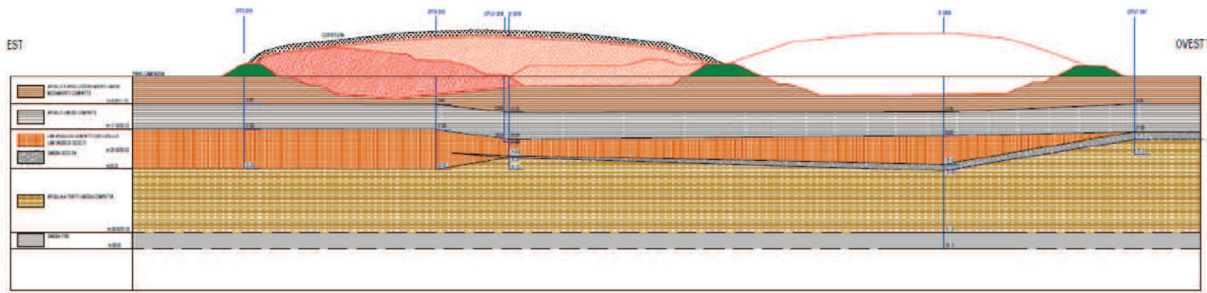
Profondità dal p.c. (m)	Unità Formazionale	PERMEABILITA' K verticale (cm/s)	PERMEABILITA' K orizzontale (cm/s)
0.00 - 9.00/11.70	ARGILLE E ARGILLE DEBOLMENTE LIMOSE MEDIAMENTE COMPATTE	2.55×10^{-7}	1.74×10^{-8}
9.00/11.70 - 17.00/20.20	ARGILLE LIMOSE COMPATTE	7.49×10^{-8}	3.58×10^{-8}
17.00/20.20 - 25.60/30.00	LIMI ARGILLOSI COMPATTI CON LIVELLI DI LIMI SABBIOSI SCIOLTI	/	4.81×10^{-8}

I risultati sui valori di permeabilità misurati evidenziano una **barriera naturale caratterizzata da uno spessore significativo di 30.00 metri di orizzonti argillosi e argillo limosi impermeabili** se si fa riferimento alla classificazione dei terreni in base alla conducibilità idraulica K definita da Civita (2005) di seguito riproposta:

Tabella 1. Permeabilità dei terreni.

k (cm/s)	10 ²	10	1	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻⁴	10 ⁻⁵	10 ⁻⁶	10 ⁻⁷	10 ⁻⁸
k (m/s)	1	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻⁴	10 ⁻⁵	10 ⁻⁶	10 ⁻⁷	10 ⁻⁸	10 ⁻⁹	10 ⁻¹⁰
Classi di permeabilità	EE	Elevata	Buona	Discreta	Bassa	BB	Impermeabile				
Tipi di terreno	Chiaie pulite	Sabbie grossolane pulite e miscele di sabbie e ghiaie			Sabbie fini	Miscele di sabbie e limi		Limi argillosi e argille limose, fanghi argillosi		Argille omogenee compatte	

La barriera naturale nel sito di intervento è da ritenersi continua e affidabile, **capace di garantire la separazione dell'acquifero confinato a - 38.00/51.00 metri dalla frangia freatica ...”.**



Da 0.00 a - 8.80/11.70 m : ARGILLE E ARGILLE DEBOLMENTE LIMOSE MEDIAMENTE COMPATTE;

Da - 8.80/11.70 a - 17.00/20.20 m : ARGILLE LIMOSE COMPATTE;

Da - 17.00/20.20 a - 17.60/30.00m: LIMI ARGILLOSI COMPATTI CON LIVELLI DI LIMI SABBIOSI SCIOLTI

Nella parte ovest si evidenzia un livello di sabbie che non continua nella parte est, dello spessore modesto variabile da 17.60 ÷ 20.20 m nella CPTU DEL 1997; 28.40 ÷ 30.40 m nel sondaggio S1 del 2006 -da 25.60 ÷ 26.30 m nel sondaggio S1 del 2018.

DA - 20.20/30.00 A - 38/51 m ARGILLA A TRATTI LIMOSA COMPATTA.

DA - 38/51 m SABBIA FINE.

Vengono quindi confermate sia la condizione litostratigrafica che le caratteristiche geomeccaniche e di permeabilità recentemente esaminate dagli enti coinvolti per il ripristino della parte est, con ipotesi e calcoli ripresi dalla Relazione Tecnica a firma dell'ing. Marco Torresendi dello Studio tecnico associato InGeco di Sona (VR):

"... pertanto, ripercorrendo le specifiche richieste dalla normativa, il calcolo di equivalenza può essere effettuato facendo il confronto tra i requisiti prestazionali del sistema barriera dello spessore di 1 m richiesto da normativa e le performance di uno strato di medesimo spessore costituito dal substrato geologico naturale presente in sito, come evidente dalla seguente tabella:

	D.Lgs. 36/2003	Barriera geologica naturale
<i>k</i> coefficiente di permeabilità [m/s]	<i>1,0x10⁻⁰⁹</i>	<i>6,0x10⁻¹⁰</i>
<i>[m/anno]</i>	<i>0,03</i>	<i>0,02</i>
<i>spessore dello strato [m]</i>	<i>1</i>	<i>14</i>
<i>tempo di attraversamento dello strato [anni]</i>	<i>31,7</i>	<i>739,9</i>

Nel presente caso il calcolo di equivalenza del grado di protezione della barriera geologica naturale, porta alle seguenti considerazioni:

- *il tempo di attraversamento per uno strato metrico della barriera naturale, pari a circa 53 anni, è maggiore di quanto prescritto dalla normativa, vale a dire circa 32 anni;*
- *lo strato geologico naturale di base ha uno spessore di almeno 14 metri al di sotto del piano di posa del corpo rifiuti (se si considera cautelativamente il primo livello sabbioso posto a circa 22-23 m di profondità), ben superiore allo strato minimo di 1 metro prescritto da normativa, e quindi il tempo di attraversamento di tutto lo strato diventa di circa 740 anni.*

Si può pertanto ritenere sufficiente il grado di protezione ambientale determinato dalle caratteristiche dei terreni naturali su cui è stata impostata la discarica ...".

5.2. Caratteristiche costruttive nell'area di sedime della discarica.

Come riferito in premessa, l'intervento progettato opera essenzialmente su aree già destinate a discarica ed in cui la tenuta della barriera di fondo è stata già positivamente valutata in istruzioni precedenti, sulla base delle disposizioni vigenti al momento della sua posa, e si è provveduto alla esecuzione di una copertura superficiale finale coerente con il testo originario del D.lgs. 36/2003.

Il caso è già stato esaminato nella pratica che ha portato all'autorizzazione della sopraelevazione della parte centrale e meridionale dell'area tecnologica, nella porzione compresa tra i due cumuli presenti sui lati est ed ovest della discarica, intervento che ha previsto l'approntamento dell'area realizzando, sullo strato impermeabile presente nella copertura, una adeguata protezione meccanica [livello 2c) della norma] e la soprastante platea drenante [livello 3) della norma] ed il loro raccordo alla sponda composta nel pieno rispetto del criterio costruttivo indicato al p.to 2.4.2. della versione aggiornata dell'All. 1 al D.lgs. 36/2003.

La figura seguente, estratta dalla *Tavola n. 3.8 - Particolari costruttivi fondo invaso nei tratti suborizzontali*, riporta la perimetrazione dei vari areali caratterizzati da una differente condizione stratigrafica, così che l'approntamento dell'area suborizzontale viene progettato in modo dedicato nelle differenti porzioni, numerate per tipo:

1. sopraelevazione su parti coperte in modo coerente alla stratigrafia prevista dal testo originale del D.lgs. 36/2003, con strato di impermeabilizzazione realizzato con una geomembrana in hdpe dello spessore di 1,5 mm;
2. area di sedime dell'intervento, coincidente con l'area attualmente occupata dalle vasche di stoccaggio del percolato da approntare per la gestione delle fasi gestionali 8 e 9, area su cui verrà realizzata una barriera di fondo ed in sponda pienamente conforme al testo aggiornato del D.lgs. 36/2003, quindi nella versione coordinata con il D.lgs. 121/2020;
3. sopraelevazione su una porzione della originale discarica Est, finora non oggetto di autorizzazioni con la normativa in materia di discariche e coperta unicamente con terreno, su cui si procederà, come nel caso già esaminato nell'intervento del "raccordo morfologico", con la creazione di una specifica barriera di fondo ai sensi della normativa vigente;
4. sopraelevazione su raccordo morfologico: in questo caso si opera in continuità, senza prevedere alcun intervento sull'area attualmente in gestione operativa.

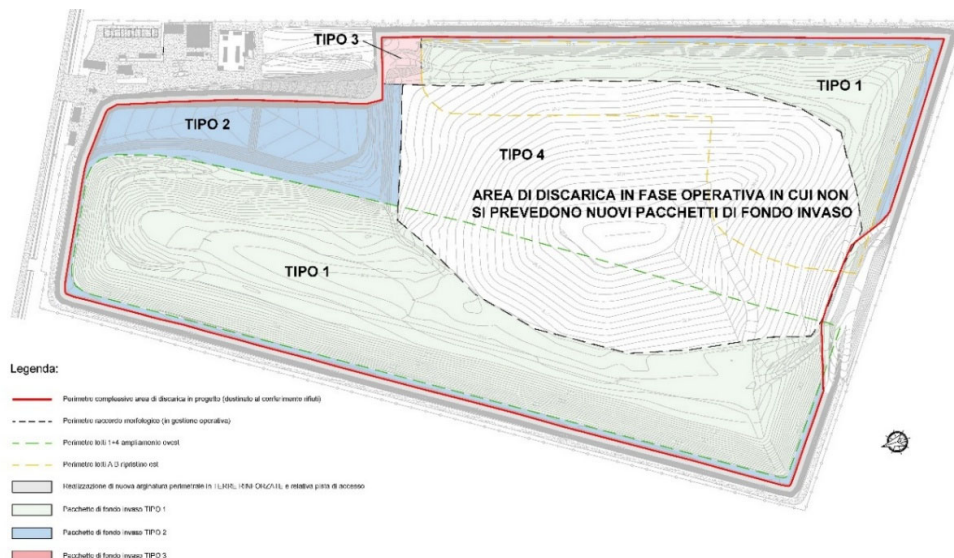


Figura 1 – Planimetria generale con indicazione dei 4 areali di intervento

1. Sopraelevazione su porzione dei lotti 1-4 ovest e lotti A e B ripristino est non interessate dal raccordo morfologico.

Nelle porzioni dei lotti 1-4 e dei lotti A e B del ripristino est non interessate dal raccordo morfologico approvato nel 2020 è presente una stratigrafia che, riferendosi allo specifico criterio costruttivo della copertura della discarica, viene descritta dal basso verso l'alto:

- strato di regolarizzazione (strato 5) con spessore variabile in terra o con rifiuti idonei autorizzati per la realizzazione di coperture giornaliere ed intermedie;
- strato di drenaggio del gas (strato 4) costituito da un geocomposito drenante, integrato da uno spessore di almeno 50 cm di materiale inerte naturale e/o MPS;
- strato impermeabile (strato 3) costituito dalla combinazione tra uno strato realizzato con rifiuti a codice CER previsto per tale scopo (operazione di recupero R5 ai sensi dell'allegato C alla parte IV del D.lgs. 152/2006) con spessore di 30 cm ed una geomembrana in hdpe da 1,5 mm, il tutto protetto inferiormente da un geotessile da 500 g/m²;
- strato di drenaggio delle acque meteoriche (strato 2) costituito da un geocomposito drenante con capacità idraulica equivalente allo strato drenante dello spessore di 0 cm sostituito;
- strato superficiale (strato 1) dello spessore minimo di 100 cm di terreno vegetale.

La barriera di fondo dei lotti 3 e 4 è pienamente conforme al D.lgs. 36/2003 nella sua versione originaria, mentre quella dei lotti 1 e 2 e dei lotti A e B lo è in funzione delle dimostrazioni di equivalenza sviluppate nelle varie autorizzazioni richieste.

L'intervento NON prevede la costruzione di una barriera di fondo, già presente nell'area di sedime, ma l'approntamento di un sistema di gestione del percolato che assicuri il più efficace drenaggio della sopraelevazione progettata, con strato ad elevata permeabilità previsto al contatto con la geomembrana esistente. Questa soluzione evita che il drenaggio del percolato sia demandato al reticolo di fondo invaso da tempo realizzato, raggiunto dal percolato o per filtrazione all'interno della massa dei rifiuti o intercettazione da parte dei pozzi verticali, quindi un sistema sicuramente meno affidabile rispetto ad una platea drenante diffusa posta a contatto con il rifiuto di nuovo conferimento.

Riferendosi alle definizioni del criterio costruttivo di norma, lo strato ad elevata permeabilità si compone di:

- livello 2c) geotessile a protezione della sottostante geomembrana in hdpe, con grammatura non inferiore a 1.200 g/m²;
- livello 3) platea drenante dello spessore di 50 cm, realizzata con materiali di cui alle classi A1 e A3 della classificazione HRB AASHTO e coeff. di permeabilità $k > 1 \times 10^{-5}$ m/s.

Il terreno vegetale rimosso per la messa in affioramento della geomembrana in hdpe potrà essere vantaggiosamente stoccato all'interno del sito per poter poi essere riutilizzato per la formazione delle coperture superficiali finali nelle aree in cui sarà esaurito il conferimento dei rifiuti.

2. Aree di sedime occupata dalle attuali vasche del percolato.

L'intervento che interessa l'area di sedime dell'area tecnologica dove sono presenti le vasche di stoccaggio del percolato che non risulta essere ancora approntata ad attività di smaltimento

rifiuti, opera su una formazione naturale a matrice argillosa a bassa permeabilità, con valori di permeabilità e spessore del tutto coerenti con i criteri costruttivi di norma. Si tratta quindi di un areale in cui sono presenti sia la barriera geologica naturale che un ulteriore strato di materiale naturale che potrà essere vantaggiosamente utilizzato per la costruzione della impermeabilizzazione artificiale, con lavorazioni che non comporteranno la fornitura di terre a bassa permeabilità da cave di prestito.

In corrispondenza di questa area la barriera di base della discarica, che si rammenta è idonea al conferimento di rifiuti non pericolosi, viene realizzata dal basso verso l'alto come previsto dal testo coordinato del D.lgs. 36/2003 con il più recente D.lgs. 121/2020:

- livello 1) barriera geologica naturale con spessore > 1 m e permeabilità $k < 1 \times 10^{-9}$ m/s;
- livello 2 a) strato di impermeabilizzazione artificiale con spessore $s \geq 1$ m e permeabilità $k \leq 1 \times 10^{-9}$ m/s, realizzato con terreni naturali e/o miscele di terreni naturali comunque presenti nell'area tecnologica e compattati fino a garantire la permeabilità prescritta, con verifica condotta con prove eseguite da tecnici in campo;
- livello 2 b) geomembrana in HDPE, spessore maggiore di 2,5 mm, conforme alla norma UNI per geomembrane lisce (rif. UNI 10567) o ad aderenza migliorata (rif. UNI 13493) destinate alla realizzazione di barriere idrauliche in discarica;
- livello 2 c) strato di protezione della geomembrana realizzato con geotessile non tessuto di caratteristiche meccaniche tali da rispettare i requisiti di norma:
 - . resistenza a trazione minima nelle due direzioni longitudinale e trasversale: 60 kN/m (rif. UNI EN ISO 10319);
 - . resistenza al punzonamento statico minima: 10 kN (rif. UNI EN ISO 12236);
 - . massa areica minima: 1200 g/m² (rif. UNI EN 9864);
- livello 3) strato drenante dello spessore minimo di 50 cm, realizzato con materiali di cui alle classi A1 e A3 della classificazione HRB AASHTO e $k > 1 \times 10^{-5}$ m/s.

Come da indicazioni riportate nell'Allegato 1 al decreto, il materiale drenante che compone il livello 3 sarà costituito da un aggregato grosso marcato CE (indicativamente ghiaia/pietrisco di pezzatura 16-64 mm), a basso contenuto di carbonati (< 35 %), lavato, con percentuale di passante al vaglio 200 ASTM < 3 %. Il materiale avrà granulometria uniforme, con un coefficiente di appiattimento < 20 (secondo UNI EN 933-3) e diametro minimo $d > 4$ volte la larghezza delle fessure del tubo di drenaggio.

3. Sopraelevazione su porzione della parte est non interessata da ripristini successivi.

Nell'area est dell'area tecnologica sono individuate due porzioni, riconducibili alla originale discarica est, di cui non si hanno tracce di specifiche autorizzazioni, ed alla più ampia area interessata dal ripristino dei lotti A e B, progettato a firma dell'ing. Marco Torresendi, e già inseriti nell'intervento Tipo 1, con barriera di fondo invaso equivalente ai criteri del testo originale del D.lgs. 36/2003.

L'approntamento interessa quindi la sola parte della vecchia discarica est, attualmente coperta con terreno senza l'impiego di teli impermeabili, in cui si prevede di procedere, come già approvato per le aree con stessa stratigrafia individuate nel raccordo morfologico, con la

costruzione di una barriera di fondo a separazione tra discarica sottostante e nuova sopraelevazione.

In analogia a quanto richiamato, per questa porzione il progetto prevede la costruzione di una barriera di separazione costituita da:

- strato di 50 cm per il drenaggio dei gas;
- geocomposito drenante;
- strato di protezione di 30 cm con materiali a bassa permeabilità;
- geomembrana in hdpe con spessore maggiore di 2,5 mm da collegare con saldatura a quella del capping dei lotti A e B del ripristino già realizzato;
- geotessile di protezione da 1.200 gr/m²;
- platea drenante dello spessore di 50 cm realizzata con materiali di cui alle classi A1 e A3 della classificazione HRB AASHTO e $k > 1 \times 10^{-5}$ m/s.

4. Sopraelevazione su raccordo morfologico.

L'intervento detto del "raccordo morfologico" ha interessato un'area in cui erano presenti differenti stratigrafie:

- aree coperte in modo definitivo (porzione lotti 1-4 ovest e porzione ripristino lato est lotti A e B) con fondo vaso conforme al D.lgs. 36/2003 per costruzione o per equivalenza;
- area di discarica est non oggetto di ripristino, coperta con terreno senza l'impiego di teli impermeabili;
- porzione di discarica centrale, lato nord, su cui non è mai stata rilasciata un'autorizzazione ai sensi del D.lgs. 36/2003;

risolto con la progettazione di una barriera di fondo pienamente coerente ai livelli 2 e 3 descritti nei criteri costruttivi del D.lgs. 36/2003 nell'area non interessata da alcuna precedente autorizzazione ai sensi del decreto e con la formazione di uno strato ad elevata permeabilità composto da geomembrana, geotessile da 1.200 g/m² e soprastante platea drenante con spessore di 50 cm nelle restanti porzioni, dove la barriera di fondo era già stata esaminata ed approvata.

5.3. Barriera in sponda

Uno dei principali criteri costruttivi che permette di prolungare la gestione operativa della discarica è individuato nel diverso profilo dell'arginatura perimetrale, con innalzamento della sua a parità di impronta di base grazie all'applicazione della tecnica delle "terre rinforzate".

Tale lavorazione, caratteristica dell'ingegneria naturalistica ed adottata per la stabilizzazione dei versanti in sostituzione/combinazione con muri in calcestruzzo armato, si sta affermando sempre di più, oltre per la flessibilità nel tempo, per la facilità di realizzazione ed il limitato uso di materie prime da trasferire in cantiere. Inoltre, nel caso della costruzione di discariche, permette di rinforzare gli strati minerali a bassa permeabilità richiesti dalle norme in materia, così che risulta possibile realizzare opere che assicurano la conservazione di elevati tempi di attraversamento

anche a fronte dei modesti cedimenti che possono interessare la struttura e che, invece, risulterebbero incompatibili con strutture rigide quale quelle in calcestruzzo armato.

Le peculiarità di questa soluzione sono state già elencate nel precedente capitolo, così che in questo paragrafo vengono esaminata e verificata la coerenza delle modalità di costruzione dell'opera rispetto al criterio costruttivo che la norma impone per la barriera in sponda di una discarica per rifiuti non pericolosi.

La terra rinforzata viene immorsata nell'argine perimetrale esistente, quindi in una struttura a bassa permeabilità già a suo tempo verificata, ed innalzata per strati orizzontali, con la caratteristica sequenza di griglie plastiche di rinforzo, adeguatamente risvoltate sui bordi dello strato, e strato di materiale inerte con specifiche caratteristiche geotecniche. In effetti nel singolo strato si identificano due distinti materiali, quello collocato in corrispondenza del paramento interno, a bassa permeabilità, certificata con apposite prove che la norma prevede in campo prova in situ e che il progetto estende anche alla struttura realizzata, e la restante parte dello strato, sempre in materiale inerte ma a permeabilità non controllata.

Una volta realizzata, la struttura assicura la presenza di una barriera in sponda del tutto identica a quella prevista dalla norma, con argine in cui sono identificabili:

- sul paramento interno
- la presenza di uno strato minerale a bassa permeabilità, confinato con griglie di rinforzo, con spessore misurato ortogonalmente alla scarpata esterna di almeno 2 metri e coeff. di permeabilità inferiore a 1×10^{-9} m/s, così da assicurare la presenza di una *barriera geologica artificiale* ed uno *strato di impermeabilizzazione artificiale* coerenti ai criteri costruttivi di cui al p.to 2.4.2. dell'All. 1 al D.lgs. 36/2003;
 - un geotessile con massa areica di almeno 400 g/m², con funzione di protezione meccanica della soprastante geomembrana in hdpe al contatto con le geogriglie di rinforzo;
 - una geomembrana in hdpe con finitura ad aderenza migliorata e spessore maggiore di 2,5 mm;
 - un geotessile a protezione della geomembrana con massa areica di almeno 1.200 g/m², posto a protezione della sottostante geomembrana e con resistenza a trazione pari a non meno di 60 kN/m;
 - un geocomposito drenante con capacità idraulica equivalente a quella assicurata da uno strato drenante dello spessore di strato dello spessore di 0,5 metri e permeabilità superiore a 1×10^{-5} m/s, raccordato al sistema drenante realizzato nelle aree subpianeggianti.
- sul paramento esterno
- la presenza di un manufatto scatolare, collocato alla base della struttura ed in grado di contenere un adeguato volume di laminazione con cui assicurare il rispetto del criterio dell'invarianza idraulica sia durante la gestione operativa che post-operativa della discarica;
 - una protezione contro fenomeni di erosione e/o svuotamento del terreno negli interspazi presenti nelle griglie di rinforzo composta da un cassero metallico di contenimento del singolo strato che compone la terra rinforzata ed una geostuoia da intasare con idrosemina o

trattamento equivalente, in modo da attivare, sin dalla fase di approntamento, le azioni di recupero agrovegetazionale utili al miglior inserimento dell'opera nell'ambiente circostante.

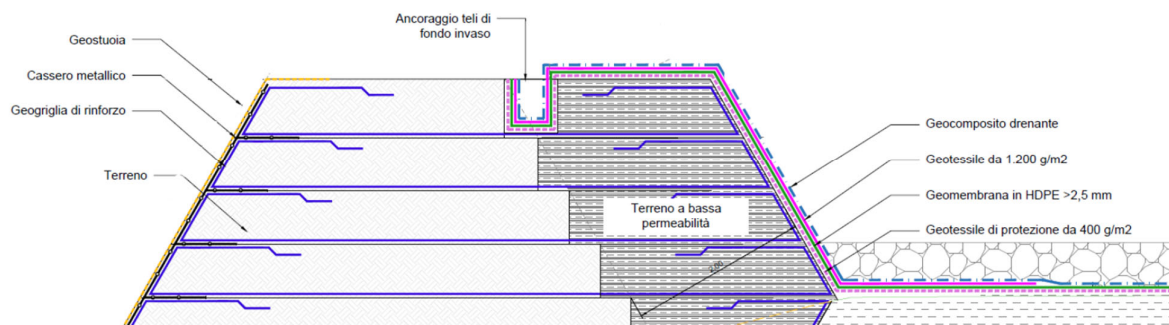


Figura 2 – Particolare costruttivo dell'argine perimetrale

6. RETE DI RACCOLTA, DEFLUSSO E RILANCIO DELLE ACQUE SUPERFICIALI.

Uno degli aspetti che incide maggiormente nella gestione operativa e post-operativa di una discarica è sicuramente individuato nella efficienza ed affidabilità dei sistemi dedicati al controllo delle acque ed alla gestione del percolato, emissione a cui la normativa in materia di discariche riserva particolare attenzione, al pari della produzione di biogas ed ai fenomeni di assestamento del cumulo dei rifiuti, per accertare la fine del periodo di gestione post-operativa.

Il primo criterio generale indicato dalla norma attiene alla minimizzazione dell'infiltrazione delle acque meteoriche nella massa dei rifiuti, quindi la progettazione di soluzioni costruttive e gestionali tali da limitare il contatto tra acque non contaminate con i rifiuti: la norma infatti definisce quale "percolato" *"... qualsiasi liquido che si origina prevalentemente dall'infiltrazione di acqua nella massa dei rifiuti o dalla decomposizione degli stessi e che sia emesso da una discarica o contenuto all'interno di essa ..."*.

Dalla definizione su richiamata discende una differente gestione tra acque meteoriche e percolato:

"... le acque meteoriche devono essere allontanate dal perimetro dell'impianto a mezzo di idonee canalizzazioni dimensionate sulla base delle piogge più intense con tempo di ritorno di almeno 10 anni e incrementate di un ulteriore 30 per cento. Il percolato ed eventuali acque di ruscellamento diretto sul corpo dei rifiuti devono essere captati, raccolti e smaltiti per tutto il tempo di vita della discarica (gestione e post-gestione), secondo quanto stabilito nell'autorizzazione, e comunque per un tempo non inferiore a 30 anni dalla data di chiusura definitiva dell'impianto...".

La disposizione di cui al punto 2.3 dell'All. 1 su richiamate si stratificano su quelle relative alla **riduzione del rischio idraulico** ed all'applicazione del **criterio dell'invarianza idraulica**, così che il recapito delle acque meteoriche ai ricettori esterni all'area di discarica deve essere regolato in funzione delle portate ammesse dagli stessi, con disposizioni che spesso impongono vincoli più cogenti rispetto a quelli della normativa sulle discariche.

Rispetto alla definizione di percolato si osserva che il criterio di norma estende la necessità del suo stoccaggio e del successivo trattamento non solo al liquido come su definito ma anche alle *"eventuali acque di ruscellamento diretto sul corpo dei rifiuti"*, condizione che impone il più solerte isolamento del cumulo dei rifiuti con materiali che evitino tale evenienza. In modo complementare si conclude che la norma indica espressamente la possibilità che all'interno dell'area di discarica siano presenti acque meteoriche che, non giunte a contatto con la massa dei rifiuti, non risultano contaminate e che possono essere rilanciate alle canalizzazioni esterne al pari di quelle drenate nelle parti della discarica già coperte in modo provvisorio e/o finale.

L'applicazione del criterio di minimizzazione della contaminazione della risorsa idrica impone perciò di sviluppare soluzioni che permettano, a seconda del contatto o meno con la massa dei rifiuti, di distinguere tra acque meteoriche incontaminate ed acque meteoriche che, giunte a contatto con i rifiuti, devono essere raccolte e gestite come percolato da inviare a successivo trattamento.

Un utile riferimento per individuare correttamente tale distinzione risulta il criterio costruttivo 2.10 dell'allegato 1 al D.lgs. 36/2003, che indica le procedure da attuare per una corretta gestione dell'impianto di discarica: *"...occorre limitare la superficie dei rifiuti esposta all'azione degli agenti atmosferici, e mantenere, per quanto consentito dalla tecnologia e dalla morfologia*

dell'impianto, pendenze tali da garantire il naturale deflusso delle acque meteoriche al di fuori dell'area destinata al conferimento dei rifiuti..”

Sempre la norma riferisce di criteri gestionali in cui si deve provvedere alla realizzazione di una copertura al più giornaliera, e al termine delle fasi di conferimento procedere all'esecuzione della copertura superficiale finale, tale da rispondere ai requisiti di:

- “isolamento dei rifiuti dall'ambiente esterno;
- minimizzazione delle infiltrazioni d'acqua ...”.

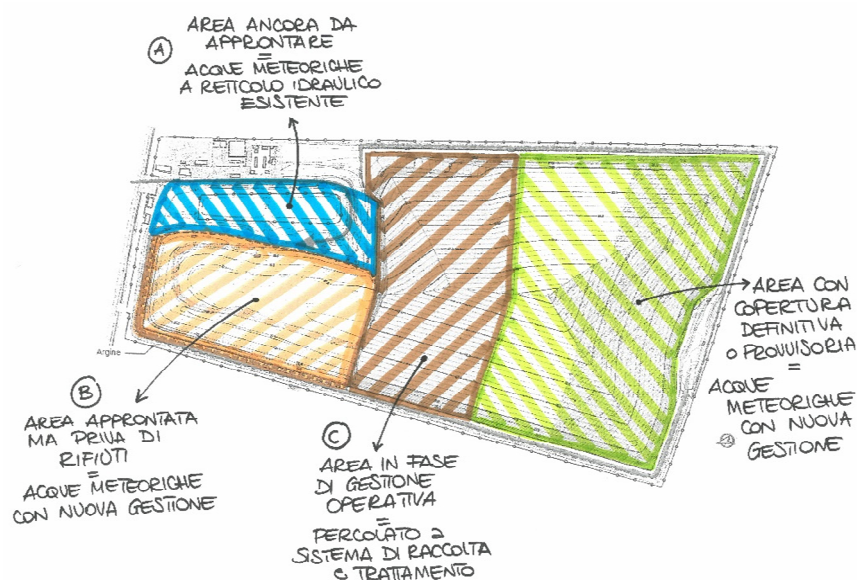
Da queste prescrizioni si rileva quindi lo spirito del legislatore, che impone l'adozione di sistemi anche tra loro integrati, tali da garantire il più efficace isolamento del cumulo dei rifiuti e l'allontanamento delle acque meteoriche afferenti alla discarica, intendendo con queste tutte le acque che non giungono a contatto coi rifiuti.

La sopraelevazione in esame si caratterizza per un'ampia superficie di intervento ed un modesto spessore del cumulo dei rifiuti. Queste condizioni possono determinare, se non si interviene sulla superficie di discarica in cui l'acqua meteorica può giungere a contatto con la massa dei rifiuti, una rilevante produzione di percolato. Il progetto considera questo fenomeno e lo minimizza tramite la suddivisione dell'areale approntato in settori a modesta superficie, così da ridurre proporzionalmente la produzione attesa di percolato. La dimensione del singolo settore è paragonabile alla quantità di rifiuto che il gestore prevede di conferire all'impianto, così che è ragionevole ipotizzare un'evoluzione in cui, una volta all'anno, si provvede all'adeguamento della gestione delle acque interne alla discarica.

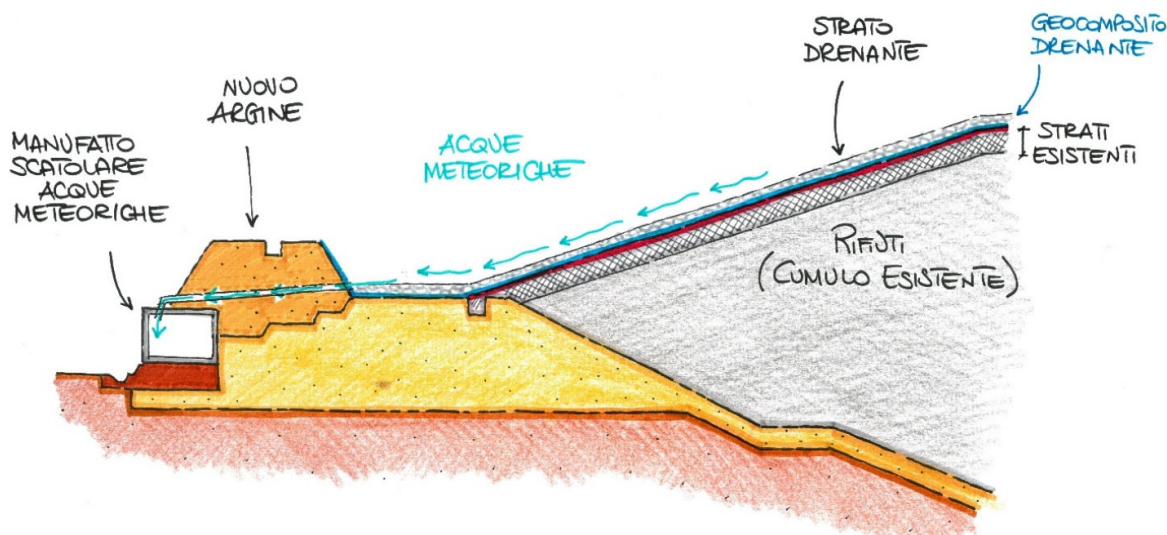
L'operazione proposta è relativamente semplice e prevede la **suddivisione dell'area di volta in volta approntata con arginelli a tenuta idraulica** con cui distinguere tra percolato ed acque meteoriche, convogliando i due flussi ai rispettivi recapiti.

Lo schema successivo fornisce un utile supporto grafico alla descrizione del criterio adottato.

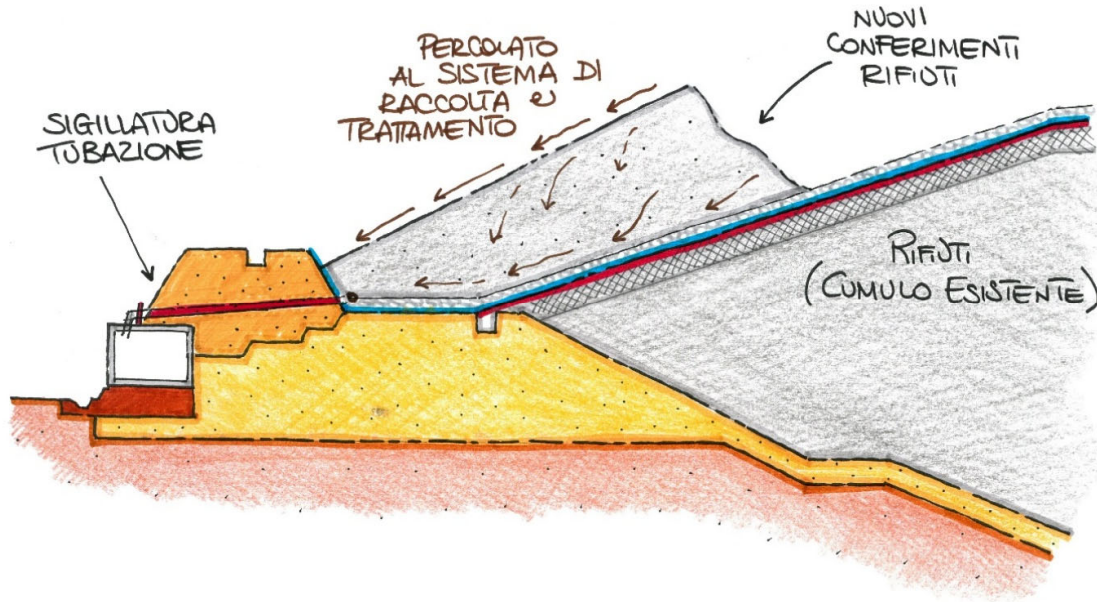
Sono infatti individuabili tutte le possibili soluzioni costruttive della parte esposta agli eventi meteorici e, quindi, della gestione delle acque progettata.



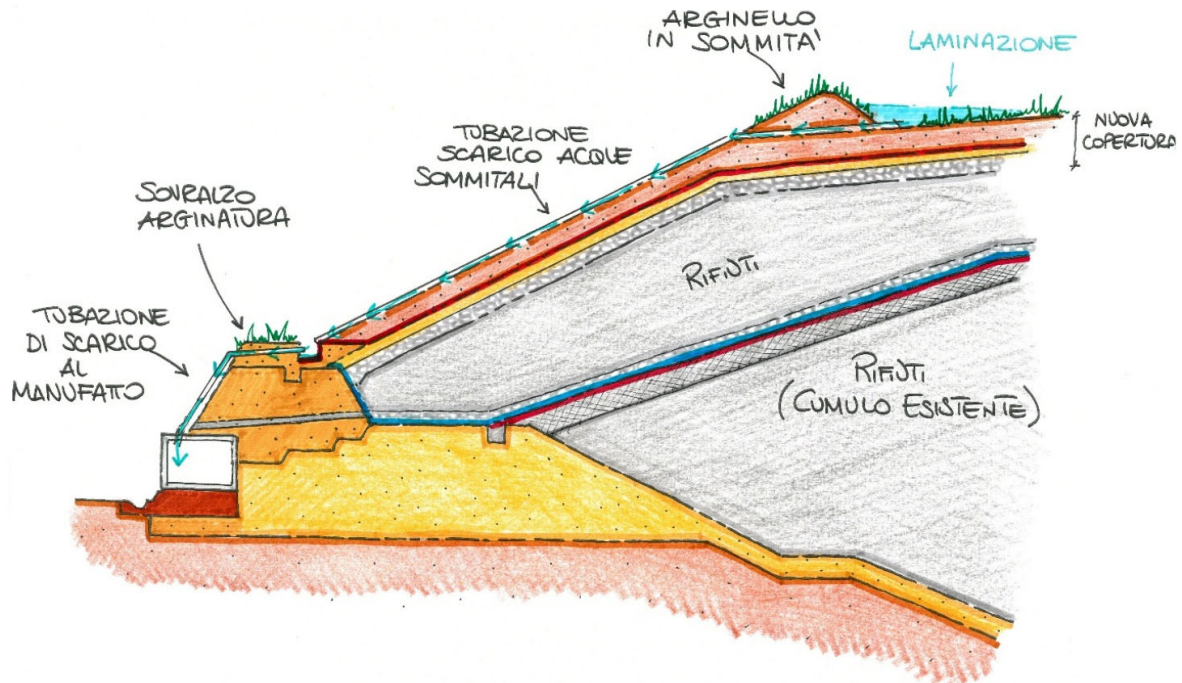
- A. Nella parte a sinistra della planimetria, coincidente con la parte settentrionale dell'area tecnologica, sono ancora presenti le attuali vasche di stoccaggio del percolato, di cui il progetto prevede la rimozione solo nella parte conclusiva dell'approntamento: in questa zona la gestione delle acque non è ancora stata aggiornata, con contributi meteorici gestiti con il reticolo esistente.
- B. Spostandoci verso destra, quindi verso la parte meridionale dell'area tecnologica, si rileva la presenza di una parte da approntare per la sopraelevazione in progetto: si provvede alla costruzione della struttura arginale al perimetro ed alla realizzazione del pacchetto ad elevata permeabilità (tipo 1) con cui drenare il percolato una volta attivato il conferimento dei rifiuti. L'area è confinata con arginelli, anche temporanei, con cui le acque sono suddivise tra meteoriche non contaminate e percolato. Nella fase transitoria che intercorre tra approntamento dell'area e conferimento dei rifiuti, le acque drenate sono meteoriche non contaminate, con deflusso assicurato dalla presenza di un collettore dedicato che le conferisce al **manufatto scatolare che, inserito nella struttura arginale, assicura il rispetto del criterio dell'invarianza idraulica, quindi dimensionato in modo da ricevere tutte le acque drenate e scaricare al ricettore esterno solo quelle ammesse dal gestore del reticolo.**



- C. A fianco di quest'area individuiamo la porzione di discarica in gestione operativa, quindi con presenza di rifiuti "a vista". Il collettore di scarico prima descritto viene preventivamente sigillato alle sezioni di ingresso e uscita ed opportunamente saturato con materiale impermeabile, e tutta l'acqua drenata, vuoi perché rilasciata dai rifiuti o meteorica giunta a contatto o corrivata sui rifiuti, viene gestita come percolato, rilanciata con pompe elettromeccaniche al sistema di stoccaggio, per poi essere trattata con il depuratore installato in loco. I rifiuti in quest'area vengono coperti giornalmente, ma questo isolamento non assicura la efficace separazione tra acqua meteorica non contaminata e percolato, così che tutta l'acqua drenata è classificata quale percolato.



D. Una volta che il profilo dei rifiuti conferiti ha raggiunto le quote finali, o tali da risultare geodeticamente più alte della sommità arginale, nelle aree in cui è stata realizzata la copertura provvisoria dei rifiuti, in termini pratici è stato posato un telo geosintetico o uno strato minerale che evita il contatto delle acque con i rifiuti, è possibile attivare una gestione separata tra acque meteoriche e percolato. In questo caso le prime sono regimate con un canale a cielo aperto realizzato sulla sommità dell'argine perimetrale e, con collettori chiusi, collettate all'interno del manufatto scatolare presente nella struttura arginale.



Nella parte più meridionale della discarica è già presente la copertura superficiale finale. Il progetto prevede che il suo profilo morfologico sia caratterizzato da una spezzata e la costruzione di un arginello in corrispondenza della sua cuspide. Questo elemento permette la regolazione della portata generata dagli eventi meteorici, con laminazione che si attiva in funzione dell'intensità dell'evento e della portata ammessa al recapito esterno da parte del gestore di questo reticolo. La regolazione della portata, tale da assicurare l'esaurimento della laminazione entro le 72 ore dal termine dell'evento, è assicurata dalla presenza di collettori chiusi a sezione calibrata proprio in funzione delle imposizioni idrauliche su riepilogate.

Lo sviluppo dei calcoli idraulici è riportato nella corrispondente relazione specialistica di cui all'Elaborato n. 2 - Relazione di invarianza idraulica, elaborata tenuto conto delle opportune curve di probabilità pluviometrica, dette anche linee segnalatrici della possibilità pluviometrica (LSPP), della superficie drenata e di un coefficiente udometrico per il recapito alla rete esterna assunto pari a 6 l/s*ha.

Il criterio assunto è quella di suddividere l'**area di discarica** in porzioni ed esaminare il deflusso dell'acqua meteorica nelle varie condizioni già su descritte, in funzione delle operazioni di approntamento, gestione operativa e gestione post-operativa attivate dal gestore. Dall'esame delle varie condizioni si ricava che quella critica, utile al dimensionamento del volume di laminazione, è quella finale, quando è stata realizzata la copertura superficiale finale ad isolamento del cumulo di discarica. Dallo sviluppo dei calcoli, condotto nel pieno rispetto del criterio dell'invarianza idraulica, si ricava il volume di laminazione da assicurare per ogni porzione individuata nell'impianto. **Il volume di laminazione viene garantito da un sistema a cielo aperto nelle parti sommitali e da prefabbricati scatolari installati nella struttura perimetrale**, secondo la distribuzione di cui alla Tavola n. 6.1 - Planimetria generale con indicazione dei sistemi di raccolta e deflusso delle acque meteoriche.

Discorso a parte viene riservato all'**area servizi** presente nello spigolo nord-est dell'area tecnologica, dove la condizione geodetica è ben differente rispetto a quella sopraelevata che caratterizza il cumulo di discarica e dove **il volume di laminazione viene realizzato con una vasca ipogea con volume utile di almeno 386 m³**. In caso di evento meteorico ordinario (non intenso), le acque meteoriche raccolte nella vasca verranno scaricate a gravità nel punto di scarico esistente P1 nord; in occasione di eventi meteorici intensi, invece, i volumi di laminazione verranno scaricati tramite impianto di sollevamento, sempre nel rispetto della portata massima autorizzata.

Le acque meteoriche drenate nell'area tecnologica continueranno ad essere collettate ai canali di bonifica che lambiscono il sito, quindi la Fossetta Campana a nord e la Fossetta Rovere a sud che poi confluiscono nel Cavo Vallicella, vettore idraulico che rappresenta il principale drenaggio di tutta l'area, con conferimento delle acque al Diversivo Burana.

Nello stato di fatto dall'area tecnologica si originano 6 punti di recapito in acque superficiali:

- **P1 nord:** scarico diretto su Fossetta Campana che raccoglie:
 - una modesta porzione di acque meteoriche di ruscellamento dalle coperture finali del lotto ovest,

- acque reflue civili prodotte all'interno della palazzina uffici a servizio della discarica dagli operatori addetti alla gestione dell'impianto, derivanti prevalentemente dal metabolismo umano e da attività assimilabili alle domestiche che vengono raccolte da una specifica rete fognaria "nera" dotata di vasca Imhoff e filtro percolatore per il trattamento dei reflui prima del loro scarico,
- acque meteoriche di dilavamento del piazzale raccolte da una specifica rete fognaria "bianca" predisposta al di sotto delle aree asfaltate, e sottoposte a sedimentazione e disoleatura prima dello scarico in acque superficiali. L'area tecnologica in oggetto non è soggetta alla disciplina della D.G.R. n. 1860/2006 in materia di acque di prima pioggia, in quanto l'impianto e le procedure di lavaggio ruote in essere consentono di trattare le acque di dilavamento del piazzale servizi come semplici acque meteoriche superficiali di ruscellamento;
- **P2 Ovest:** recapito su fosso campestre ad ovest dell'area tecnologica che confluisce nella Fossetta Rovere che raccoglie esclusivamente acque meteoriche di ruscellamento dalle coperture finali della discarica,
- **SF1 e SF2:** recapiti su fosso campestre ad est dell'area tecnologica che confluisce nella Fossetta Rovere e che raccolgono esclusivamente acque meteoriche di ruscellamento dalle coperture finali della discarica,
- **P3 sud e SF3:** scarichi diretti su Fossetta Rovere e che raccolgono esclusivamente acque meteoriche di ruscellamento dalle coperture finali della discarica. Tali scarichi corrispondono rispettivamente agli scarichi n. 1 e n. 2 recentemente oggetto di Concessione rilasciata dal Consorzio della Bonifica Burana di cui al prot. n. 7934/2022 del 16/05/2022. Si evidenzia che la concessione era stata rilasciata per 3 scarichi, ma di fatto lo scarico n. 3 è stato chiuso e, con la presente istruttoria di PAUR, si richiede l'aggiornamento della concessione su Fossetta Rovere solo per scarico n. 1 (coordinate UTM 663969.86 m E, 4964404.08 m N) e scarico n. 2 (coordinate UTM 664036.63 m E, 4964362.50 m N).

I 6 punti di recapito sopra descritti rimangono confermati anche nella configurazione di progetto e continueranno ad essere oggetto di monitoraggio come da Piano di Sorveglianza e Controllo allegato alla domanda di AIA.

Il progetto prevede l'**allacciamento del sito alla rete fognaria mista**, tramite il tratto di collegamento al depuratore di Medolla indicato nella *Tavola n. 4.5 - Area dedicata al trattamento del percolato*, al quale inviare il permeato in uscita dall'impianto di trattamento del percolato a osmosi inversa illustrato al capitolo successivo.

Il permeato in uscita dall'impianto di trattamento verrà stoccato in una vasca in cemento armato coperta da 100 m³, da installare nel piazzale dedicato all'impianto di trattamento, per poter poi essere riutilizzato per bagnature di piazzali e viabilità interne, così da consentire un notevole risparmio della risorsa idrica. Il surplus del permeato non riutilizzabile, verrà rilanciato, con linea dedicata di nuova costruzione e con funzionamento in pressione, nella fognatura esistente nell'abitato di Villafranca.

Il tracciato di questa nuova tubazione si sviluppa lungo la viabilità comunale, interessando la sede stradale di Via Campana e Via Roncaglio, fino ad intercettare il pozzetto di raccordo in cui è presente il tratto fognario in pvc da 250 mm di diametro.

Il collettore verrà realizzato con un sistema che applica la tecnologia “no dig”, quindi installando una tubazione senza l'esecuzione di uno scavo che, interferente con il traffico veicolare in fase di costruzione, determinerebbe la manomissione della sede stradale ed il successivo intervento di ripristino.

La tubazione che si prevede di installare è del tipo in polietilene PE100 RC, quindi una tubazione in materiale plastico, non soggetta a fenomeni di corrosione, e del tipo a lenta fessurazione, così da poter resistere alle sollecitazioni durante le operazioni di posa ed ai carichi puntuali, anche elevati, che la potranno interessare nel tempo.

Il collettore è dedicato alla sola area impiantistica di AIMAG e, per questo motivo, non prevederà punti di allaccio in linea e potrà essere gestito con funzionamento “in pressione”, così da imporre una prevalenza geodetica tale da assicurare la costanza del flusso da vasca di stoccaggio del permeato a sezione di recapito nella fognatura esistente.

Per il dimensionamento e la verifica della tubazione e della pompa dedicata al rilancio del permeato si sono assunte le seguenti ipotesi:

- portata di 5,4 m³/h, ben superiore alla produzione di 2,0 m³/h di permeato potenzialmente assicurato dall'impianto di trattamento;
- lunghezza del collettore pari a 2'100 metri;
- velocità minima del flusso interno alla tubazione non inferiore a 0,5 m/s;

con soluzione costruttiva che risulta verificata adottando una tubazione PE100 SDR 17 DN63 ed una pompa di rilancio che assicuri, per una portata di 1,5 l/s, una prevalenza nell'ordine di almeno 25 metri, una velocità del flusso di almeno 0,6 m/s ed un consumo elettrico non superiore a 1,5 kWh.

Il gruppo di pompaggio si comporrà di due pompe, una di riserva all'altra, ed un sistema di monitoraggio, esterno alla vasca, composto da uno strumento per la contabilizzazione della portata ed una postazione di prelievo del permeato rilanciato, così da provvedere ai controlli analitici del caso sia da parte del gestore della fognatura che dell'autorità di controllo.

7. DRENAGGIO, RILANCIO E GESTIONE DEL PERCOLATO.

7.1. Lay-out del sistema e descrizione degli elementi presenti

La discarica di Medolla si caratterizza per una importante evoluzione temporale, descritta nei capitoli precedenti e tale da determinare, ad oggi, una rete di drenaggio e rilancio del percolato sicuramente articolata, realizzata in funzione dei vari approntamenti realizzati e su cui il presente progetto prevede modeste modifiche ed una importante integrazione, tramite la costruzione di nuovi pozzi, essenzialmente inclinati, lungo il perimetro.

Il progetto introduce peraltro una importante modifica riguardo allo stoccaggio ed al successivo trattamento del percolato, ad oggi assicurato dalla presenza di vasche a cielo aperto e dal trasporto dello stesso a specifici impianti di depurazione. L'aggiornamento di questa configurazione comporta un duplice intervento che interessa, dapprima, la **costruzione di un impianto di trattamento del percolato in loco, dotato anche di vasche in calcestruzzo armato in cui stoccare il percolato** da trattare ed i prodotti generati dall'impianto, e la conseguente **opportunità della dismissione delle attuali vasche di stoccaggio del percolato**, con l'approntamento dell'area di interesse a discarica.

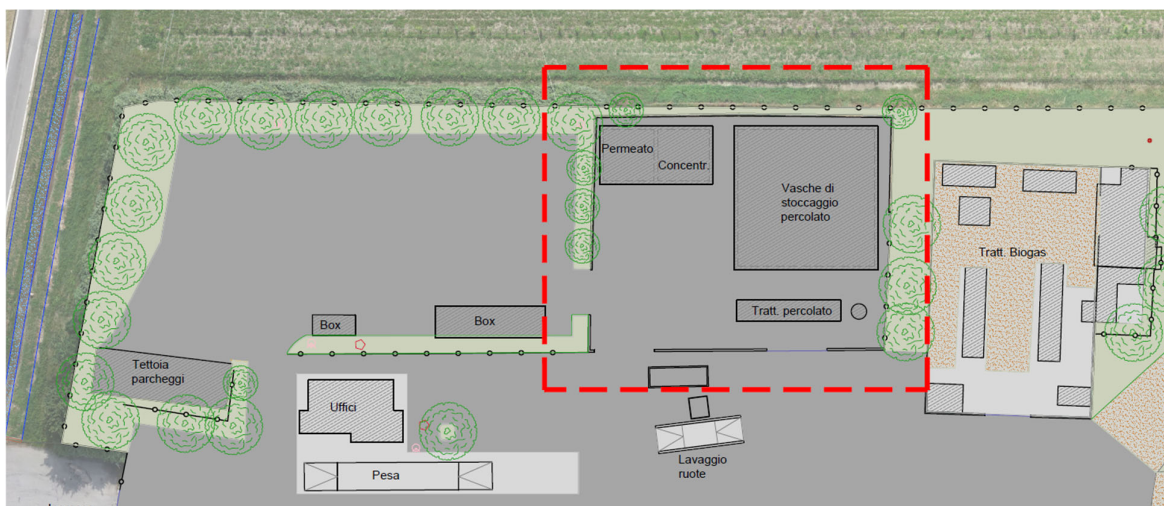


Figura 3 – Piazzale servizi dedicato alla gestione del percolato estratto dalla discarica

Come si può intuire l'integrazione del sistema di estrazione, rilancio e trattamento del percolato si sviluppa sull'intero periodo di approntamento dell'area tecnologica, condizionato sia dalla disponibilità delle aree che dalla effettiva realizzazione delle opere che determinano la modifica di quanto esistente o la costruzione delle nuove dotazioni. In questo scenario la prima attività riguarda la costruzione del nuovo impianto di trattamento, previsto in un'area scevra da altre infrastrutture particolarmente interferenti, e di cui il gestore si vuole dotare nei tempi più brevi possibili, così da minimizzare il periodo di regolazione e messa a regime e massimizzare l'atteso beneficio ambientale. Il trattamento, concepito con tecnologia ad osmosi inversa attuata con membrane, determina la produzione di due composti, il permeato ed il concentrato. Il primo ha parametri del tutto compatibili con lo scarico in fognatura, mentre il concentrato, solitamente compreso nel range 30-40% della portata in ingresso, deve terminare il processo di depurazione in altro impianto. Tutti i liquidi presenti nel processo, sia da trattare, che trattati, saranno stoccati

in vasche di nuova concezione e costruzione, realizzate in calcestruzzo armato e tali da assicurare la loro corretta gestione.

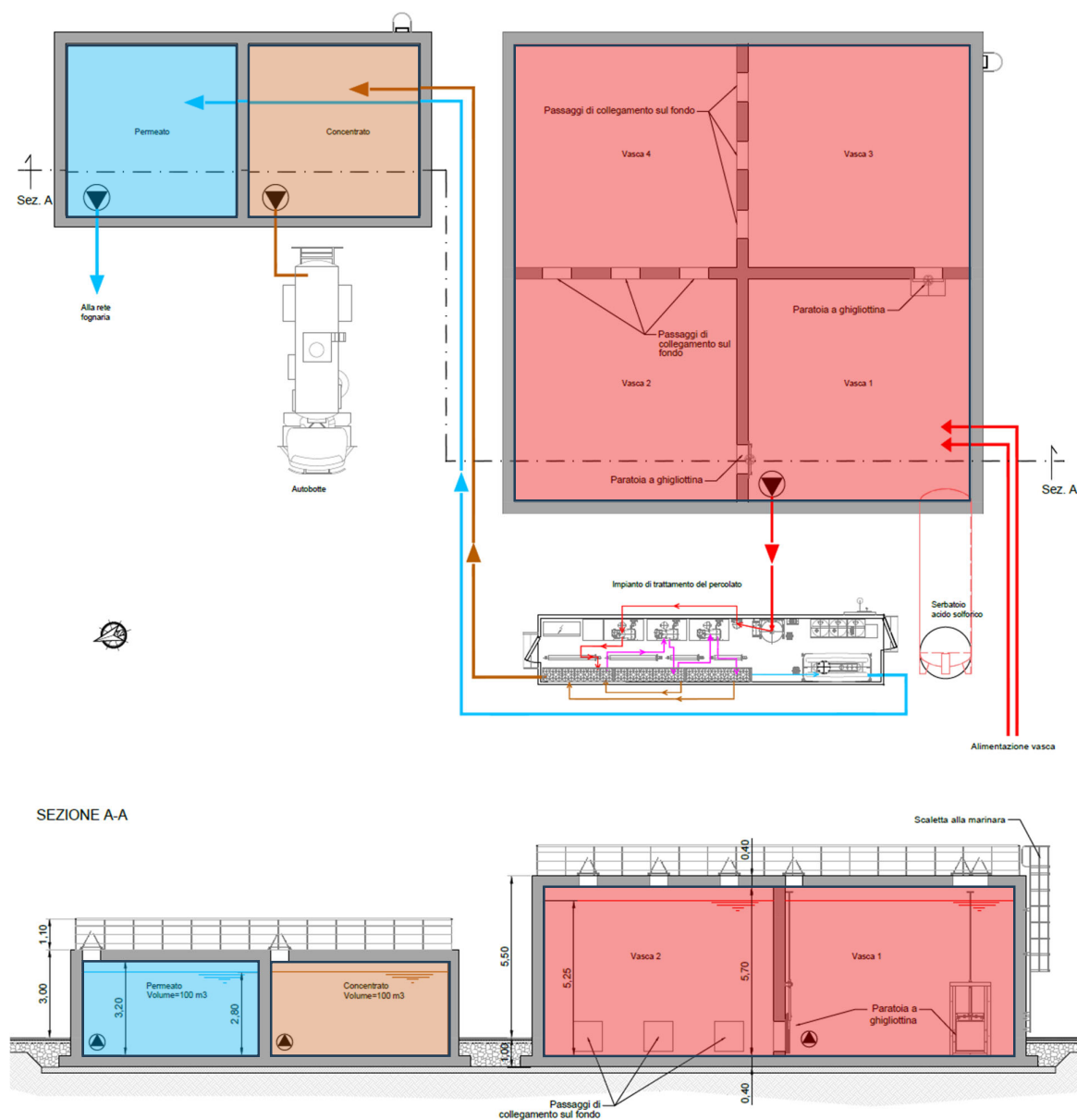


Figura 4 – Nuove vasche di stoccaggio del percolato, del concentrato e del permeato

L'attivazione del nuovo impianto consentirà, nella ultima fase di approntamento della sopraelevazione, di demolire le attuali vasche, realizzate fuori terra a cielo aperto, e destinare l'area di loro pertinenza al completamento del sedime della discarica.

In funzione del cronoprogramma di intervento su descritto è possibile individuare alcune configurazioni caratteristiche nel periodo transitorio compreso tra l'approvazione del progetto e l'ultimazione della gestione operativa della discarica:

FASE ESAMINATA	CONFIGURAZIONE DEL SISTEMA
inizio della gestione operativa della sopraelevazione, partendo dall'area già interessata dall'intervento detto "raccordo morfologico"	il percolato verrà estratto con le pompe già installate nei pozzi esistenti, provvedendo all'eventuale innalzamento della loro altezza, ed inviato alle vasche di stoccaggio per essere trasportato ad impianti di depurazione esterni
ultimata la costruzione dell'impianto di trattamento interno all'area tecnologica	il percolato verrà rilanciato sempre alle vasche di stoccaggio esistenti e da qui allo stoccaggio presente nell'impianto di trattamento, per il successivo processo depurativo. Il concentrato verrà trasferito ad altro impianto, per la conclusione del trattamento, mentre il permeato potrà essere utilizzato quale acqua industriale nell'area di discarica o essere scaricato in fognatura esterna
costruzione della struttura arginale progettata al perimetro della discarica partendo dall'area sud, con installazione dei pozzi inclinati (slope-risers) e della condotta di collettamento alle vasche di stoccaggio	il percolato verrà rilanciato alle vasche di stoccaggio esistenti fino alla realizzazione dell'intera struttura arginale sul lato est, con condotta di collettamento che raggiunge la vasca di stoccaggio dell'impianto di trattamento. Fino a quando non viene ultimata questa opera, il percolato viene rilanciato, con tubazioni anche temporanee interne all'area di discarica, alle vasche esistenti.
una volta costruita la condotta di collettamento del percolato alle nuove vasche di stoccaggio si procede alla rimozione delle vasche di stoccaggio del percolato esistenti	la condotta di collettamento si sviluppa sul perimetro esterno della discarica, con tubazione che riceve anche il rilancio dei pozzi interni originariamente gestiti con tubazioni interne all'area di discarica.
ultimazione dell'approntamento dell'area di discarica e completamento della arginatura perimetrale	la condotta di collettamento si sviluppa sull'intero perimetro della discarica, con doppio accesso alla vasca di stoccaggio del percolato di nuova costruzione nell'area dell'impianto di trattamento

La distribuzione planimetrica dei pozzi ed il lay-out funzionale al termine della costruzione dell'intervento è riportato in *Tavola n. 4.1 - Planimetria generale dei sistemi di drenaggio del percolato* e *Tavola n. 4.2 - Planimetria generale del sistema di rilancio del percolato*.

Per il drenaggio ed il rilancio del percolato dal corpo dei rifiuti si prevede la costruzione di vari elementi che vanno ad integrare quanto già realizzato in corrispondenza della barriera di fondo e nel cumulo delle aree già in gestione operativa, con apprestamenti così riepilogati:

- realizzazione di uno specifico strato ad alta permeabilità, con pacchetto classificato nel precedente § 5.2 quale Tipo 1, realizzato in corrispondenza della geomembrana installata nella

copertura di cumuli già formati e sul paramento interno della struttura arginale, con flusso intercettato in corrispondenza di punti depressi imposti alla sua base. In corrispondenza di questi saranno installati i pozzi inclinati (slope-risers) di **Tipo 1**, in cui installare le pompe elettromeccaniche utili all'estrazione ed al rilancio del percolato;

- costruzione, nelle parti di nuovo approntamento (discarica est ed area interessata dalle vasche di stoccaggio del percolato), della platea drenante, coerente al criterio costruttivo di cui al p.to 2.4.2. dell'All. 1 al D.lgs. 36/2003, con pacchetto indicato nel § 5.2 quale Tipo 2, e relativi pozzi di estrazione e rilancio del percolato realizzati in punti depressi della barriera di fondo in configurazione sia inclinata (slope-risers) di **Tipo 2** che verticale, indicato come **Tipo 5**;
- costruzione di pozzi verticali trivellati in sostituzione dei pozzi inclinati esistenti e la cui sezione terminale risulti interferente con la nuova struttura arginale prevista al perimetro dell'area di discarica, con pozzi verticali che replicano la soluzione già approvata per i lotti 1 e 2 del raccordo morfologico, indicati quali pozzo verticale **Tipo 3** e **Tipo 4**.

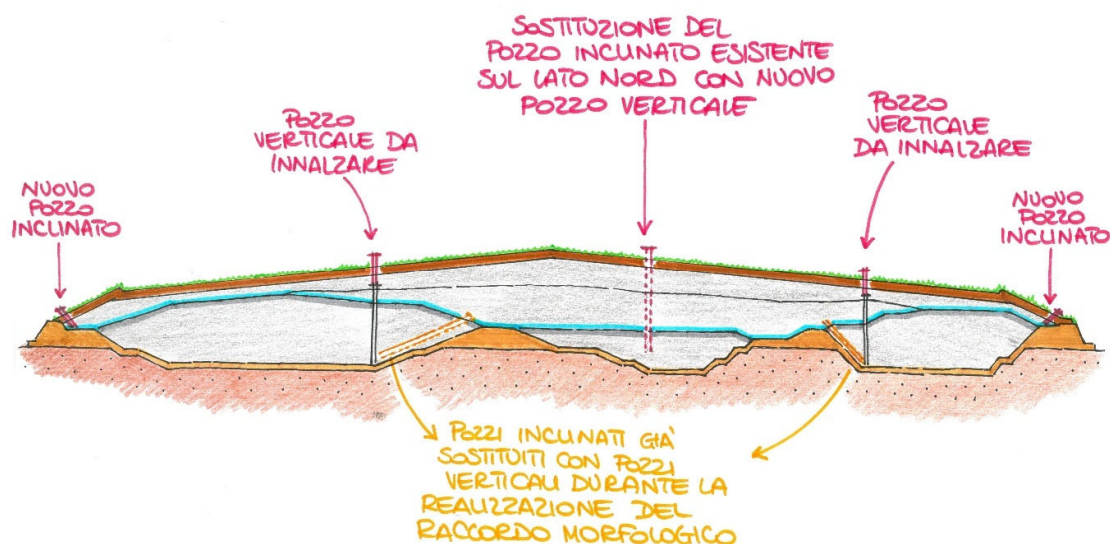


Figura 5 – Sezione tipologica dei vari elementi di estrazione del percolato

In corrispondenza di ogni pozzo di nuova realizzazione, descritti graficamente nella *Tavola n. 3.4 - Planimetrie con indicazione delle fasi evolutive dell'impianto e dei movimenti terra funzionali al conferimento dei rifiuti*, il progetto prevede la installazione di una pompa elettromeccanica, con cui estrarre e rilanciare il percolato alla rete di collettamento che lo convoglia al sistema di stoccaggio temporaneo. Le pompe installate sono di tipo sommerso, a funzionamento elettrico, installate in punti depressi realizzati nel rispetto dei criteri costruttivi riportati nella *Tavola n. 4.3 - Particolari costruttivi pozzi del percolato*, con attivazione che sarà regolata in funzione del livello registrato nel punto di estrazione, impostato in modo da assicurare la riduzione del battente idraulico presente sulla barriera di fondo della discarica.

Per ogni pompa installata (punto di rilancio del percolato) si prevede di norma la seguente dotazione:

- tubazione di rilancio in hdpe DN63 SDR17 o SDR 11 a seconda delle prevalenze utili al rilancio del percolato;

- tronchetto di raccordo e misura installata all'esterno del pozzo, realizzato con tubazione in acciaio inox di diametro adeguato, solitamente DN 0 o DN63, per installare, con le modalità indicate dal fornitore, la componentistica utile alla corretta gestione e monitoraggio del sistema di rilancio:
 - ✗ valvola rompivuoto, se non già installata sulla mandata della pompa;
 - ✗ misuratore di portata di tipo elettromagnetico;
 - ✗ punto di campionamento regolato con saracinesca manuale;
 - ✗ valvola di non ritorno.

Come già descritto, il sistema di gestione del percolato prevede anche la realizzazione di una tubazione dedicata al suo collettamento alle vasche del percolato, con tubazioni realizzare sempre in hdpe SDR 11 ma del tipo a lenta fessurazione, quindi ad elevata resistenza meccanica anche per lunghi periodi. La tubazione dispone, oltre ai necessari raccordi con le varie derivazioni per il collegamento ai pozzi, con punti di ispezione e di lavaggio e la realizzazione di un controtubo nelle parti interessate dal transito veicolare, così da evitare ogni possibile danneggiamento. Questa soluzione viene adottata nel tratto finale della condotta di collettamento, quello in corrispondenza dell'area di accesso e di trattamento del percolato, con scarico in pozzetto realizzato in corrispondenza della vasca di stoccaggio del percolato.

7.2. Stima di produzione del percolato

La norma in materia di discariche definisce il percolato quale “... qualsiasi liquido che si origina prevalentemente dall'infiltrazione di acqua nella massa dei rifiuti o dalla decomposizione degli stessi e che sia emesso da una discarica o contenuto all'interno di essa ...”, evidenziando una chiara correlazione tra gli eventi pluviometrici e la sua produzione, con proporzionalità solitamente ricondotta a coefficienti che tengono conto delle differenti fasi gestionali caratteristiche dell'impianto.

Questi coefficienti non sono di facile determinazione, in quanto risentono delle modalità costruttive ed operative caratteristiche dell'impianto, delle modalità/procedure adottate dal gestore in fase operativa e della efficienza della copertura superficiale finale per tutta la durata della fase post-operativa.

Con la DGR n. 1091 del 24/07/2017 la Regione Emilia Romagna si è dotata di “Criteri per la procedura di chiusura delle discariche di cui all'art. 12 del D.Lgs. n. 36/2003 e per la sorveglianza, il monitoraggio ed il controllo in seguito alla cessazione dei conferimenti di rifiuti ed alla copertura provvisoria”, criteri che riferiscono di una semplice ma efficiente formula di calcolo con cui determinare la stima di produzione del percolato da discarica, di seguito riportata.

$$\text{Percolato teorico prodotto da un lotto} = P_n \times [(S_p \times C_i)]$$

dove:

P_n = precipitazione annuale [mm/anno] - da centralina meteo

S_p = area della discarica esposta (lotto) [mq]

C_i = coefficiente di produzione specifico

Il coefficiente di produzione viene attribuito in funzione della condizione gestionale della discarica, indicato a seconda che l'area sia in coltivazione, coperta in modo provvisorio o coperta

in modo definitivo, con valore compreso in un intervallo che tiene conto delle condizioni sito-specifiche assunte dal progettista. La Delibera regionale definisce dei range di valori, piuttosto che valori assoluti del coefficiente di produzione, in quanto il coefficiente specifico di una discarica dipende da diverse variabili, tra cui le caratteristiche del pacchetto di copertura finale adottato, le modalità di copertura provvisoria e le caratteristiche dei rifiuti messi a dimora e di conseguenza dei fenomeni di degradazione della sostanza organica e di perdita di umidità dei rifiuti stessi.

Il range di tali parametri è definito dalla DGR in questa tabella:

Coefficiente	Valore
Coefficiente di produzione Ci in area in coltivazione - gestione operativa	0,65-0,80
Coefficiente di produzione Ci in aree messe in sicurezza - gestione operativa o post operativa	0,21-0,31
Coefficiente di produzione Ci in aree dotate di pacchetto di copertura finale completato	0,05-0,20

Trattandosi di un ampliamento di una discarica esistente, in cui la gestione proseguirà con le metodiche applicate per sopraelevazioni già autorizzate, è possibile calibrare tali coefficienti sulla base dei dati reali di produzione del sito in esame.

Nelle elaborazioni sviluppate per la discarica di Medolla si intendono:

- **“aree messe in sicurezza”** le aree di discarica coperte in modo provvisorio e quelle dotate di copertura finale realizzata prima dell’entrata in vigore del D.lgs. 36/2003. Per queste si adotta un coefficiente Ci pari a **0,21**,
- **“aree dotate di pacchetto di copertura finale completato”** le aree di discarica coperte in modo finale definitivo coerentemente al D.lgs. 36/2003. Per queste si adotta un coefficiente Ci pari a **0,06**,
- **“aree in coltivazione-gestione operativa”** l’intera superficie del lotto di discarica che nel singolo anno risulta in coltivazione, tralasciando il fatto che la coltivazione avviene occupando un areale il più limitato possibile, gestendo le acque ricadenti nelle porzioni non ancora interessate dai rifiuti come acque meteoriche non contaminate e coprendo anche solo con copertura giornaliera le porzioni del lotto che man mano si esauriscono. Considerando una superficie totale del lotto che risulta sovrastimata rispetto all’effettiva area “scoperta”, si è scelto di adottare un fattore Ci pari a **0,50**, leggermente più basso del range indicato dalla Delibera.

Per prima cosa si è dunque provveduto ad elaborare un bilancio idrologico per la discarica esistente di Medolla, mettendo in relazione la quantità annua di percolato effettivamente raccolta e smaltita negli ultimi anni (2017÷2024) con i dati di piovosità annua registrati in questi anni, in modo da tarare i coefficienti Ci sulla base dei dati reali di produzione.

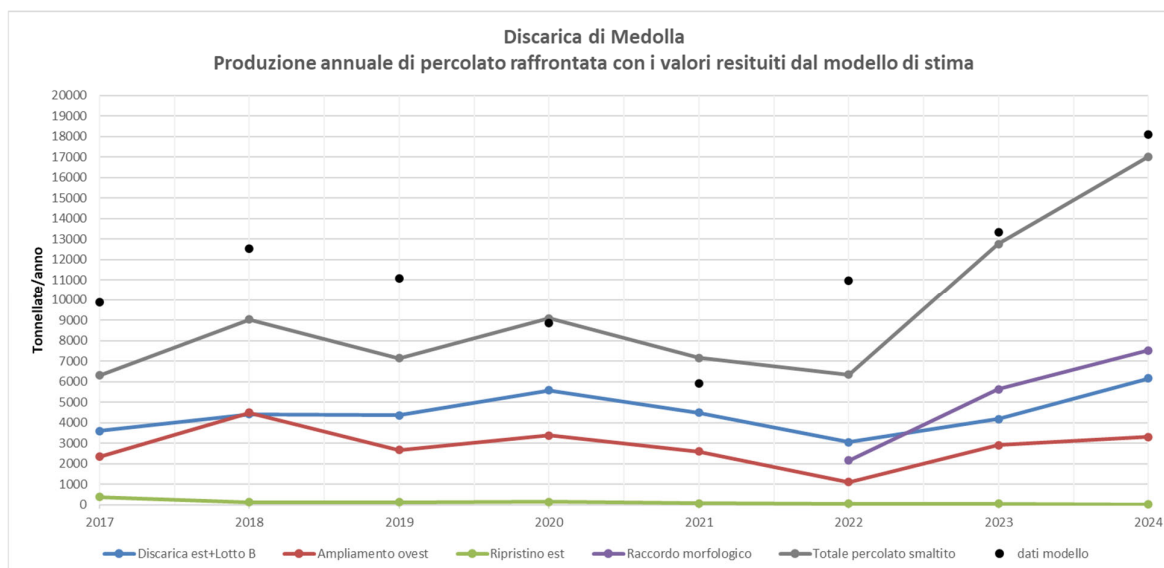
La discarica è dotata di una sua centralina meteo, ma per le elaborazioni di questo capitolo verranno presi a riferimento i dati stralciati dai Rapporti idrometeorologia di ARPAE di questi anni che risultano completi e che, in ottica di una stima previsionale, risultano più cautelativi.

	ARPAE Rapporto idrometeoclima mm	Centralina discarica mm
2017	455	395
2018	580	586,2
2019	867	856,4
2020	694	n.d.
2021	462	374
2022	545,4	492,4
2023	614	541,4
2024	906	597,8
valori medi	640,4	563,1

Alla luce di tali considerazioni, nel seguito vengono attribuiti coefficienti specifici per ogni settore di discarica considerato nei vari anni.

BILANCIO IDROLOGICO ANNUALE 2017÷2024		Sp (m ²)	Ci	pioggia (m/anno)	Percolato da modello (m ³)	Percolato smaltito (m ³)
2017	Lotti 1-4 ovest cop finale DLgs 36/03	64.000	6%	0,46	1.747,20	
	Lotto B ripristino est gestione	15.000	50%	0,46	3.412,50	
	Est no ripristino, cop. finale ante DLgs 36/03	34.000	21%	0,46	3.248,70	
	Lotto A ripristino est cop. provvisoria	15.000	21%	0,46	1.455	
	Totale annuo				9.863,70	6.294,61
2018	Lotti 1-4 ovest cop finale DLgs 36/03	64.000	6%	0,58	2.227,20	
	Lotto B ripristino est gestione	15.000	50%	0,58	4.350,00	
	Est no ripristino, cop. finale ante DLgs 36/03	34.000	21%	0,58	4.141,20	
	lotto A cop provvisoria	15.000	21%	0,58	1.827	
	Totale annuo				12.545,40	9.023,22
2019	Lotti 1-4 ovest cop finale DLgs 36/03	64.000	6%	0,87	3.329,28	
	Est ripristino cop finale DLgs 36/03	30.000	6%	0,87	1.560,60	
	Est no ripristino, cop. finale ante DLgs 36/03	34.000	21%	0,87	6.190,38	
	Totale annuo				11.080,26	7.131,42
2020	Lotti 1-4 ovest cop finale DLgs 36/03	64.000	6%	0,69	2.664,96	
	Est ripristino cop finale DLgs 36/03	30.000	6%	0,69	1.249,20	
	Est no ripristino, cop. finale ante DLgs 36/03	34.000	21%	0,69	4.955,16	
	Totale annuo				8.869,32	9.087,97
2021	Lotti 1-4 ovest cop finale DLgs 36/03	64.000	6%	0,46	1.774,08	
	Est ripristino cop finale DLgs 36/03	30.000	6%	0,46	831,60	
	Est no ripristino, cop. finale ante DLgs 36/03	34.000	21%	0,46	3.298,68	
	Totale annuo				5.904,36	7.155,75
2022	Lotti 1-4 ovest cop finale DLgs 36/03	57.095	6%	0,55	1.868,38	
	Est ripristino cop finale DLgs 36/03	18.566	6%	0,55	607,55	
	Fase 1 raccordo in gestione	15.774	50%	0,55	4.301,57	
	Est no ripristino, cop. finale ante DLgs 36/03	36.565	21%	0,55	4.187,94	
	Totale annuo				10.965,44	6.346,22
2023	Lotti 1-4 ovest cop finale DLgs 36/03	50.000	6%	0,61	1.842,00	
	Est ripristino cop finale DLgs 36/03	17.600	6%	0,61	648,38	
	Fase 2 raccordo in gestione	17.234	50%	0,61	5.290,84	
	Fase 1 raccordo cop. provvisoria	15.774	21%	0,61	2.033,90	
	Est no ripristino, cop. finale ante DLgs 36/03	27.392	21%	0,61	3.531,92	
	Totale annuo				13.347,05	12.754,22

BILANCIO IDROLOGICO ANNUALE 2017÷2024		Sp (m ²)	Ci	pioggia (m/anno)	Percolato da modello (m ³)	Percolato smaltito (m ³)
2024	Lotti 1-4 ovest cop finale DLgs 36/03	50.000	6%	0,91	2.718,00	
	Est ripristino cop finale DLgs 36/03	17.600	6%	0,91	956,74	
	Fase 3 raccordo in gestione	11.132	50%	0,91	5.042,80	
	Fase 1 e 2 raccordo cop. provvisoria	33.008	21%	0,91	6.280,10	
	Est no ripristino, cop. finale ante DLgs 36/03	16.260	21%	0,91	3.093,63	
Totale annuo					18.091,26	17.007,67



Come si può notare dal grafico, il modello di stima restituisce una curva con andamento simile ai dati reali forniti da Aimag, con alcuni scostamenti che possono dipendere innanzitutto dalle semplificazioni di questo modello che trascurano i fattori legati a evapotraspirazione e umidità dei rifiuti, oltre che da fattori legati alla coltivazione dei singoli lotti (il modello semplifica il valore delle superfici esposte, rispetto all'areale effettivamente scoperto) e dalla frequenza di svuotamento delle vasche di accumulo del percolato (al termine di ogni anno, in aggiunta al percolato smaltito e indicato nella tabella precedente, sono presenti residui stoccati nelle vasche il cui contributo confluisce nell'anno successivo).

Ad ogni modo il modello, come detto, segue un andamento coerente con i dati reali, con valori spesso più alti di questi ultimi, che in un'ottica di previsione per gli anni futuri risulta maggiormente cautelativa e quindi si ritiene di poter adottare gli stessi coefficienti Ci anche per le elaborazioni che seguono.

L'ampliamento si sviluppa per fasi gestionali riepilogate graficamente nella **Tavola n. 3.4 - Planimetrie con indicazione delle fasi evolutive dell'impianto e dei movimenti terra funzionali al conferimento dei rifiuti**: la prima, in sopraelevazione su parte del raccordo morfologico, è potenzialmente attivabile in continuità alla gestione attuale, appena ottenuto il rilascio del provvedimento autorizzativo. Si ipotizza quindi che entro l'ultimo trimestre del 2026 termini lo smaltimento delle tonnellate autorizzate con DET-AMB-2020-4925 del 16/10/2020 e inizi la coltivazione dell'ampliamento in progetto.

L'ampliamento si svilupperà per step successivi fino all'ultimo anno di gestione previsto per il 2036. Dal termine dei conferimenti si considera l'area in copertura provvisoria e a partire da due

anni dal termine dei conferimenti si considera l'area in copertura finale, coerentemente a quanto prevede il D.lgs. 36/2003.

Da ultimo si segnala che il contributo di piogge per il futuro viene assunto pari a **640,4 mm**, valore medio delle piogge annuali dal 2017 al 2024 nel Comune di Medolla indicate nei Rapporti idrometeorologia di ARPAE e già utilizzato in passato nella progettazione degli ampliamenti precedenti.

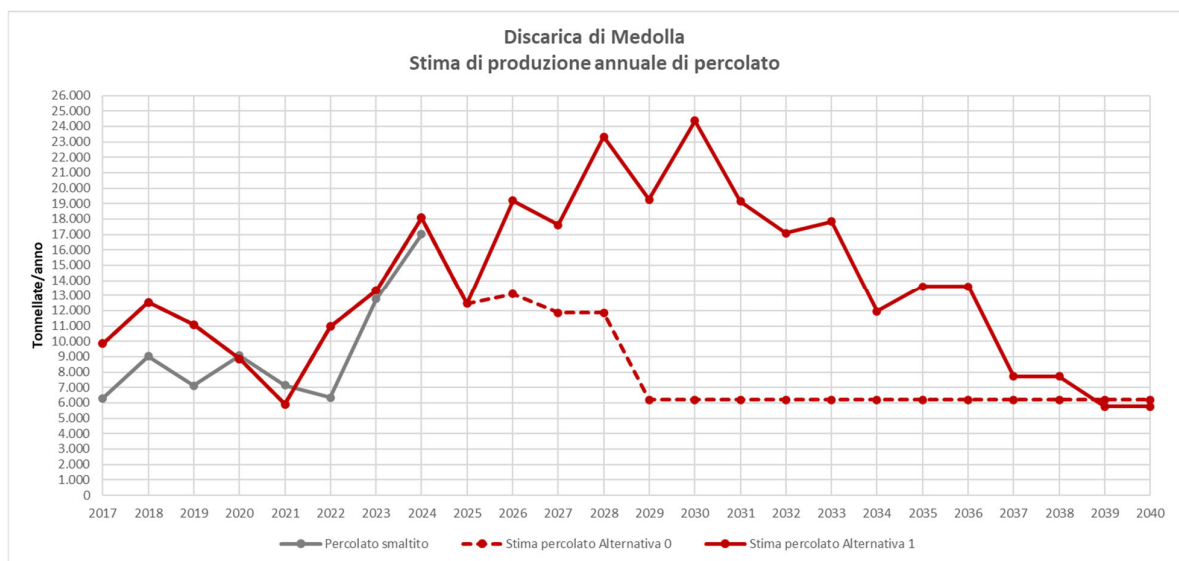
STIMA DI PRODUZIONE ANNUALE DEL PERCOLATO ALTERNATIVA 1		Sp (m ²)	Ci	pioggia (m/anno)	Percolato da modello (m ³)
2025	Est no ripristino, cop. finale ante DLgs 36/03	10.000	21%	0,64	1.344,00
	Lotti 1-4 ovest cop finale DLgs 36/03	50.000	6%	0,64	1.920,00
	Est ripristino cop finale DLgs 36/03	17.600	6%	0,64	675,84
	Raccordo copertura provvisoria	8.106	50%	0,64	2.593,92
	Fase 1,2,3 raccordo in copertura provvisoria	44.140	21%	0,64	5.932,42
	Totale annuo				12.466,18
2026	Est no ripristino, cop. finale ante DLgs 36/03	10.000	21%	0,64	1.344,00
	Lotti 1-4 ovest cop finale DLgs 36/03	50.000	6%	0,64	1.920,00
	Raccordo copertura provvisoria	19.476	21%	0,64	2.617,57
	Est ripristino cop finale DLgs 36/03	17.600	6%	0,64	675,84
	Fase 5 raccordo in coltivazione	6.694	50%	0,64	2.142,08
	Ampliamento in coltivazione	32.770	50%	0,64	10.486,40
	Totale annuo				19.185,89
2027	Est no ripristino, cop. finale ante DLgs 36/03	10.000	21%	0,64	1.344,00
	Lotti 1-4 ovest cop finale DLgs 36/03	50.000	6%	0,64	1.920,00
	Raccordo morfologico	23.795	21%	0,64	3.198,05
	Est ripristino cop finale DLgs 36/03	17.600	6%	0,64	675,84
	Ampliamento in coltivazione	32.770	50%	0,64	10.486,40
	Totale annuo				17.624,29
2028	Est no ripristino, cop. finale ante DLgs 36/03	10.000	21%	0,64	1.344,00
	Lotti 1-4 ovest cop finale DLgs 36/03	39.660	6%	0,64	1.522,94
	Raccordo morfologico	23.795	21%	0,64	3.198,05
	Est ripristino cop finale DLgs 36/03	7.710	6%	0,64	296,06
	Ampliamento in coltivazione	53.000	50%	0,64	16.960,00
	Totale annuo				23.321,06
2029	Est no ripristino, cop. finale ante DLgs 36/03	10.000	21%	0,64	1.344,00
	Lotti 1-4 ovest cop finale DLgs 36/03	39.660	6%	0,64	1.522,94
	Raccordo morfologico	7.195	21%	0,64	967,01
	Est ripristino cop finale DLgs 36/03	7.710	6%	0,64	296,06
	Ampliamento copertura provvisoria	38.430	21%	0,64	5.164,99
	Ampliamento in coltivazione	31.170	50%	0,64	9.974,40
	Totale annuo				19.269,41
2030	Est no ripristino, cop. finale ante DLgs 36/03	10.000	21%	0,64	1.344,00
	Lotti 1-4 ovest cop finale DLgs 36/03	28.530	6%	0,64	1.095,55
	Raccordo morfologico	7.195	21%	0,64	967,01
	Est ripristino cop finale DLgs 36/03	690	6%	0,64	26,50
	Ampliamento copertura provvisoria	38.430	21%	0,64	5.164,99
	Ampliamento in coltivazione	49.320	50%	0,64	15.782,40
	Totale annuo				24.380,45
2031	Est no ripristino, cop. finale ante DLgs 36/03	8.750	21%	0,64	1.176,00
	Lotti 1-4 ovest cop finale DLgs 36/03	22.765	6%	0,64	874,18
	Raccordo morfologico	1.600	21%	0,64	215,04
	Est ripristino cop finale DLgs 36/03	0	6%	0,64	0,00
	Ampliamento copertura provvisoria	24.985	21%	0,64	3.357,98

STIMA DI PRODUZIONE ANNUALE DEL PERCOLATO ALTERNATIVA 1		Sp (m ²)	Ci	pioggia (m/anno)	Percolato da modello (m ³)
	Ampliamento copertura finale DLgs 36/03	38.430	6%	0,64	1.475,71
	Ampliamento in coltivazione	37.635	50%	0,64	12.043,20
	Totale annuo				19.142,11
2032	Est no ripristino, cop. finale ante DLgs 36/03	8.750	21%	0,64	1.176,00
	Lotti 1-4 ovest cop finale DLgs 36/03	8.945	6%	0,64	343,49
	Raccordo morfologico	0	21%	0,64	0,00
	Ampliamento copertura provvisoria	58.560	21%	0,64	7.870,46
	Ampliamento copertura finale DLgs 36/03	38.430	6%	0,64	1.475,71
	Ampliamento in coltivazione	19.480	50%	0,64	6.233,60
	Totale annuo				17.099,26
2033	Est no ripristino, cop. finale ante DLgs 36/03	8.750	21%	0,64	1.176,00
	Lotti 1-4 ovest cop finale DLgs 36/03	0	6%	0,64	0,00
	Ampliamento copertura provvisoria	33.565	21%	0,64	4.511,14
	Ampliamento copertura finale DLgs 36/03	63.415	6%	0,64	2.435,14
	Ampliamento in coltivazione	30.370	50%	0,64	9.718,40
	Totale annuo				17.840,67
2034	Est no ripristino, cop. finale ante DLgs 36/03	3.150	21%	0,64	423,36
	Ampliamento copertura provvisoria	21.395	21%	0,64	2.875,49
	Ampliamento copertura finale DLgs 36/03	97.050	6%	0,64	3.726,72
	Ampliamento in coltivazione	15.455	50%	0,64	4.945,60
	Totale annuo				11.971,17
2035	Est no ripristino, cop. finale ante DLgs 36/03	3.150	21%	0,64	423,36
	Ampliamento copertura provvisoria	21.365	21%	0,64	2.871,46
	Ampliamento copertura finale DLgs 36/03	97.050	6%	0,64	3.726,72
	Ampliamento in coltivazione	20.585	50%	0,64	6.587,20
	Totale annuo				13.608,74
2036	Est no ripristino, cop. finale ante DLgs 36/03	3.150	21%	0,64	423,36
	Ampliamento copertura provvisoria	21.365	21%	0,64	2.871,46
	Ampliamento copertura finale DLgs 36/03	97.050	6%	0,64	3.726,72
	Ampliamento in coltivazione	20.585	50%	0,64	6.587,20
	Totale annuo				13.608,74
2037- 2038	Est no ripristino, cop. finale ante DLgs 36/03	3.150	21%	0,64	423,36
	Ampliamento copertura provvisoria	20.585	21%	0,64	2.766,62
	Ampliamento copertura finale DLgs 36/03	118.415	6%	0,64	4.547,14
	Totale annuo				7.737,12
Dal 2039	Est no ripristino, cop. finale ante DLgs 36/03	3.150	21%	0,64	423,36
	Ampliamento copertura finale DLgs 36/03	139.000	6%	0,64	5.337,60
	Totale annuo				5.760,96

Nota: in rosso le superfici interessate dall'ampliamento in progetto

La curva di produzione del percolato nell'alternativa di progetto (Alternativa 1) viene raffrontata con la produzione di percolato nell'Alternativa 0, ovvero nell'ipotesi di non realizzare l'ampliamento.

STIMA DI PRODUZIONE ANNUALE DEL PERCOLATO ALTERNATIVA 0		Sp (m ²)	Ci	pioggia (m/anno)	Percolato da modello (m ³)
2025	Est no ripristino, cop. finale ante DLgs 36/03	10.000	21%	0,64	1.344,00
	Lotti 1-4 ovest cop finale DLgs 36/03	50.000	6%	0,64	1.920,00
	Est ripristino cop finale DLgs 36/03	17.600	6%	0,64	675,84
	Raccordo copertura provvisoria	8.106	50%	0,64	2.593,92
	Fase 1,2,3 raccordo in copertura provvisoria	44.140	21%	0,64	5.932,42
Totale annuo					12.466,18
2026	Lotti 1-4 ovest cop finale DLgs 36/03	50.000	6%	0,64	1.920,00
	Est ripristino cop finale DLgs 36/03	17.600	6%	0,64	675,84
	Fase 5 racordo in coltivazione	6.694	50%	0,64	2.142,08
	Fase 1,2,3,4 copertura provvisoria	52.246	21%	0,64	7.021,86
	Est no ripristino, cop. finale ante DLgs 36/03	10.000	21%	0,64	1.344,00
Totale annuo					13.103,78
2027- 2028	Lotti 1-4 ovest cop finale DLgs 36/03	50.000	6%	0,64	1.920,00
	Est ripristino cop finale DLgs 36/03	17.600	6%	0,64	675,84
	Raccordo morfologico cop provvisoria	58.940	21%	0,64	7.921,54
	Est no ripristino, cop. finale ante DLgs 36/03	10.000	21%	0,64	1.344,00
Totale annuo					11.861,38
Dal 2029	Lotti 1-4 ovest cop finale DLgs 36/03	50.000	6%	0,64	1.920,00
	Est ripristino cop finale DLgs 36/03	17.600	6%	0,64	675,84
	Raccordo morfologico cop finale DLgs 36/03	58.940	6%	0,64	2.263,30
	Est no ripristino, cop. finale ante DLgs 36/03	10.000	21%	0,64	1.344,00
Totale annuo					6.203,14



Anno	Stima di produzione percolato (m ³ /anno)	
	Alternativa 0	Alternativa 1
2025	12.466,18	12.466,18
2026	13.103,78	19.185,89
2027	11.861,38	17.624,29
2028	11.861,38	23.321,06
2029	6.203,14	19.269,41
2030	6.203,14	24.380,45
2031	6.203,14	19.142,11
2032	6.203,14	17.099,26
2033	6.203,14	17.840,67
2034	6.203,14	11.971,17
2035	6.203,14	13.608,74
2036	6.203,14	13.608,74
2037	6.203,14	7.737,12
2038	6.203,14	7.737,12
2039	6.203,14	5.760,96
2040	6.203,14	5.760,96

La tabella a fianco riepiloga i dati nelle due ipotesi alternative nel periodo che va dal 2025 al 2040, con gestione operativa² dell'ampliamento progettato che termina nel 2038.

E' facile intuire che il proseguimento della gestione operativa determina un incremento della produzione di percolato da trattare, mentre la esecuzione di una copertura superficiale finale nel pieno rispetto dei più recenti criteri determina, a far data dal 2038 ed anche in presenza di un incremento della superficie della discarica, una riduzione della produzione attesa in gestione post-operativa (5.760,96 m³/anno a fronte di una stima nella Alternativa 0 pari a 6.203,14 m³/anno).

Per valutare il contributo indotto dallo smaltimento del percolato sul traffico veicolare, si riporta di seguito una tabella di confronto tra le due alternative, con indicazione del numero dei viaggi necessari per lo smaltimento del percolato verso impianti esterni, tramite cisterne da 30 m³ di cui 28 m³ utili.

Si noti che nell'Alternativa 1, a partire dal 2028 si considera a regime l'impianto di trattamento del percolato interno all'area di discarica. Nel calcolo che segue si considera cautelativamente che il 60% del percolato trattato nell'impianto sia permeato e il 40% concentrato da inviare a impianti terzi per lo smaltimento finale.

	Alternativa 0	Alternativa 1	n. viaggi/anno Alternativa 0	n. viaggi/anno Alternativa 1	n. viaggi/giorno Alternativa 0	n. viaggi/giorno Alternativa 1
2025	12.466,18	12.466,18	446	446	1,7	1,7
2026	13.103,78	19.185,89	468	686	1,8	2,6
2027	11.861,38	17.624,29	424	630	1,6	2,4
2028	11.861,38	23.321,06	424	334	1,6	1,3
2029	6.203,14	19.269,41	222	276	0,9	1,1
2030	6.203,14	24.380,45	222	349	0,9	1,3
2031	6.203,14	19.142,11	222	274	0,9	1,1
2032	6.203,14	17.099,26	222	245	0,9	0,9
2033	6.203,14	17.840,67	222	255	0,9	1,0
2034	6.203,14	11.971,17	222	172	0,9	0,7
2035	6.203,14	13.608,74	222	195	0,9	0,7
2036	6.203,14	13.608,74	222	195	0,9	0,7
2037	6.203,14	7.737,12	222	111	0,9	0,4
2038	6.203,14	7.737,12	222	111	0,9	0,4
2039	6.203,14	5.760,96	222	83	0,9	0,3
2040	6.203,14	5.760,96	222	83	0,9	0,3

² Per gestione operativa si intende il periodo dall'attivazione dei conferimenti fino alla chiusura definitiva ai sensi dell'art. 12 del D.lgs. 36/2003

La condizione più critica si registra dunque nel 2026, anno in cui termina la capacità volumetrica già autorizzata e si attiva l'uso della capacità volumetrica di progetto e l'impianto di trattamento del percolato non risulta ancora attivo.

Solo dal 2028, quando si prevede la messa a regime dell'impianto di trattamento, si evidenzia una netta riduzione del traffico veicolare indotto.

7.3. Criteri idraulici utilizzati per il dimensionamento degli elementi che compongono il sistema di gestione del percolato.

Nel paragrafo precedente si è evidenziato come la produzione di percolato sia sostanzialmente da ricondurre, oltre alla dimensione areale della discarica ed alle caratteristiche di efficienza idraulica delle coperture realizzate, ai fenomeni meteorici che interessano l'impianto.

Nel capitolo in cui sono state specificamente trattate le acque meteoriche si è fatto riferimento a linee segnalatrici di possibilità pluviometrica (LSPP) che, con una formulazione del tipo $h=a*t^n$, descrivono gli eventi critici attesi con predeterminato tempo di ritorno nell'area esaminata. Questi fenomeni, la cui frequenza (tempo di ritorno) viene indicata sia nella normativa di settore che in quella emanata dai vari Enti nell'ambito della riduzione del rischio idraulico, si caratterizzano solitamente per una elevata intensità e breve durata, nell'ordine delle ore, tali da mettere in crisi la capacità di invaso disponibile nel reticolo esterno. Questi eventi, brevi ma assolutamente intensi, determinano l'innalzamento dei tiranti e la formazione di rigurgiti che limitano le portate conferibili, con dimensionamento di appositi sistemi di laminazione, ma talvolta non raggiungono le maggiori altezze cumulate misurate in eventi meno intensi ma temporalmente più lunghi, con maggiori effetti sulla quantità complessivamente infiltrata nel cumulo di discarica.

Per il dimensionamento degli elementi utili alla gestione del percolato di discarica risulta quindi opportuno esaminare anche quegli eventi che, solitamente caratterizzati da una lunga durata, assunta nel presente progetto pari ad almeno 1 giorno, massimizzano l'altezza cumulata dell'evento piovoso, determinando poi il volume generato in funzione della protezione presente sulla singola porzione areale.

I criteri adottati nel seguito per i singoli elementi sono così riassunti:

- volume delle vasche di stoccaggio del percolato tale da assicurare una capacità paragonabile alla quantità rilanciata durante l'evento critico con durata pari a 24 ore;
- tubazione di trasporto del percolato da installare lungo il perimetro della discarica con configurazione ad anello, assicurando il trasporto dell'intera portata giornaliera anche nell'ipotesi della chiusura di una delle due uscite disponibili;
- singola pompa di rilancio di nuova installazione in grado di estrarre e rilanciare un volume di percolato pari a non meno di 1/3 della quantità complessiva giornaliera.

7.4. Dimensionamento vasca di stoccaggio del percolato

Per il dimensionamento della vasca di stoccaggio del percolato in progetto, si ritiene opportuno determinare la **produzione massima giornaliera di percolato** che si può verificare a seguito di eventi meteorici estremi "di lunga durata".

Dalla consultazione dei dati contenuti negli Annali idrologici ARPAE, per la Stazione di San Felice sul Panaro (stazione più vicina all'impianto in esame), si ricava che la precipitazione di massima intensità registrata negli ultimi anni è quella del 21/11/2022, pari a **82,2 mm** piovuti nell'arco di 24 ore.

Tabella III - Precipitazioni di massima intensità registrate ai pluviografi

Anno 2022

BACINO E STAZIONE	INTERVALLO DI ORE														
	1			3			6			12			24		
	Inizio		mm.	Inizio		mm.	Inizio		mm.	Inizio		mm.	Inizio		mm.
	giorno	mese		giorno	mese		giorno	mese		giorno	mese		giorno	mese	
Polinago (Rossenna) *	41.8	7	Giu.	60.8	7	Giu.	60.8	7	Giu.	60.8	7	Giu.	61.6	21	Nov.
Pavullo (Rossenna)	26.0	30	Ago.	29.0	31	Ago.	29.4	31	Ago.	45.0	31	Ago.	47.8	31	Ago.
Baiso (Tresinaro) *	22.2	15	Set.	38.8	15	Set.	39.0	15	Set.	45.0	15	Set.	53.4	21	Nov.
Ca' de Caroli (Tresinaro)	18.2	19	Ago.	31.0	19	Ago.	42.8	19	Ago.	53.0	22	Nov.	69.6	21	Nov.
Carpineti - Carezza	34.6	15	Set.	54.0	15	Set.	54.2	15	Set.	66.0	15	Set.	67.0	15	Set.
Pianura fra Secchia a Panaro															
Marzaglia	16.2	30	Ago.	19.8	19	Ago.	28.4	22	Nov.	50.8	22	Nov.	65.0	21	Nov.
Ponte Bacchello	40.4	19	Ago.	46.6	19	Ago.	46.8	19	Ago.	48.8	18	Ago.	60.0	18	Ago.
Mirandola	21.4	17	Ago.	25.0	22	Nov.	39.0	22	Nov.	60.8	22	Nov.	71.8	21	Nov.
San Felice sul Panaro	20.6	27	Lug.	30.2	22	Nov.	45.4	22	Nov.	67.8	22	Nov.	82.2	21	Nov.
Finale Emilia	34.2	19	Ago.	45.4	19	Ago.	48.0	19	Ago.	67.2	18	Ago.	73.2	18	Ago.

Questo dato viene utilizzato nei calcoli per determinare la massima produzione giornaliera di percolato nei vari anni di gestione, applicando il modello già utilizzato per la stima annuale e considerate unicamente le superfici direttamente interessate da questo evento, ovvero le superfici in coltivazione.

STIMA DI PRODUZIONE ANNUALE DEL PERCOLATO ALTERNATIVA 1		Sp (m ²)	Ci	pioggia (m/anno)	Percolato (m ³)
2026	Fase 5 raccordo in coltivazione	6.694	50%	0,082	275,12
	Ampliamento in coltivazione	32.770	50%	0,082	1.346,85
	Totale giornaliero				1.621,97
2027	Ampliamento in coltivazione	32.770	50%	0,082	1.346,85
	Totale giornaliero				1.346,85
2028	Ampliamento in coltivazione	53.000	50%	0,082	2.178,30
	Totale giornaliero				2.178,30
2029	Ampliamento in coltivazione	31.170	50%	0,082	1.281,09
	Totale giornaliero				1.281,09
2030	Ampliamento in coltivazione	49.320	50%	0,082	2.027,05
	Totale giornaliero				2.027,05
2031	Ampliamento in coltivazione	37.635	50%	0,082	1.546,80
	Totale giornaliero				1.546,80
2032	Ampliamento in coltivazione	19.480	50%	0,082	800,63
	Totale giornaliero				800,63
2033	Ampliamento in coltivazione	30.370	50%	0,082	1.248,21
	Totale giornaliero				1.248,21
2034	Ampliamento in coltivazione	15.455	50%	0,082	635,20
	Totale giornaliero				635,20
2035	Ampliamento in coltivazione	20.585	50%	0,082	846,04
	Totale giornaliero				846,04
2036	Ampliamento in coltivazione	20.585	50%	0,082	846,04
	Totale giornaliero				846,04

Dall'esame dei valori annuali si ricava che il picco di produzione giornaliero si verifica nell'anno 2028, anno a cui corrisponde la maggiore superficie esposta agli agenti atmosferici.

Peraltro la dismissione delle attuali vasche di stoccaggio è prevista a far data dal 2032, così che nel 2028 la capacità di stoccaggio è determinata quale somma tra le vasche attuali (3.200 m³) e quella di nuova costruzione, collaudata entro il 2027, pari a 4.480 m³.

Il progetto prevede infatti la realizzazione di una **nuova vasca in cemento armato con capacità utile pari a 1.280 m³** che, come chiaramente visibile dal grafico sotto riportato, risulterà sufficientemente adeguata per lo stoccaggio del percolato prodotto anche in caso di eventi eccezionali.



Dal termine della coltivazione dell'ampliamento, l'intera area di discarica risulterà coperta in modo provvisorio/definitivo, con produzione del percolato che sarà destinata a scendere rispetto ai picchi previsti negli anni di gestione. Volendo comunque fare una stima altamente cautelativa di un evento critico durante la fase di post-coltivazione dei rifiuti (considerando dunque che la pioggia si infiltre istantaneamente anche nelle superfici coperte), la nuova vasca da 1.280 m³ garantirà la gestione del percolato prodotto dall'intera superficie di discarica.

STIMA DI PRODUZIONE DEL PERCOLATO NELL'EVENTO CRITICO		Sp (m ²)	Infiltrazione Ci	Pioggia (m)	Percolato da modello (m ³)
2037- 2038	Est no ripristino, cop. finale ante DLgs 36/03	3.150	21%	0,082	54,38
	Ampliamento copertura provvisoria	20.585	21%	0,082	355,34
	Ampliamento copertura finale DLgs 36/03	118.415	6%	0,082	584,02
	Totale giornaliero				993,74
Dal 2039	Est no ripristino, cop. def. ante DLgs 36/03	3.150	21%	0,082	54,38
	Ampliamento copertura finale DLgs 36/03	139.000	6%	0,082	685,55
	Totale giornaliero				739,92

7.5. Dimensionamento della condotta di rilancio del percolato alle nuove vasche e delle pompe di nuova installazione.

Per il dimensionamento di questi due elementi si fa riferimento alla portata massima che si può conferire giornalmente alla vasca di stoccaggio del percolato di nuova costruzione, quindi 1'280 m³, volume a cui corrispondono:

- una portata di circa 15,0 l/s con cui dimensionare la condotta di collettamento del percolato dall'area di discarica alla nuova vasca di stoccaggio del percolato;
- una portata di circa 18 m³/h con cui dimensionare la singola pompa elettrosommersibile da collocare, a seconda dei casi, o nei pozzi inclinati o in quelli verticali di nuova installazione.

La tubazione con cui realizzare la condotta di collettamento del percolato, da installare sulla sommità della struttura arginale progettata perimetralmente della sopraelevazione, è prevista in polietilene ad alta densità con resine PE100 ad elevatissima resistenza alla crescita lenta della frattura, per condotte di adduzione fluidi in pressione. I requisiti prestazionali delle resine RC sono molto più elevati rispetto a quelli di sicurezza richiesti dalle norme tradizionali, consentendo di raggiungere prestazioni meccaniche e di durabilità che soddisfano le esigenze connesse alla durata della gestione post-operativa.

La scelta del diametro della tubazione è sviluppata, e verificata, in funzione di criteri che limitano la sua pressione di esercizio e le corrispondenti perdite di carico, così da permettere l'installazione di pompe sommerse con valori di prevalenza non superiori ai 50 metri.

Nel caso dell'uso di una tubazione con diametro esterno di 125 mm (interno di 110,2 mm) e nell'ipotesi di una sola sezione di scarico attiva, delle due progettate in ingresso nella vasca di stoccaggio, si considerano i seguenti valori:

- diametro interno tubazione di 110,2 mm;
- portata pari a 53,3 m³/h (pari a 1.280 m³/giorno);
- lunghezza collettore pari a 900 m;

si ottiene una perdita di carico sulla linea di circa 36 metri, a cui aggiungere il dislivello piezometrico determinato dalla posizione della pompa rispetto alla quota di ingresso nella vasca.

La velocità del flusso è nell'ordine di 1 m/s, valore del tutto compatibile con il materiale utilizzato e la esigenza di trascinare eventuali parti solide presenti nel percolato.

7.6. Impianto di trattamento del percolato

Come detto in precedenza il progetto prevede l'installazione, presso l'area tecnologica di Medolla, di un **impianto di trattamento del percolato**, rispondendo così alla specifica BAT di settore per le discariche introdotta dal D.lgs. 121/2020: *"Il percolato prodotto dalla discarica e le acque raccolte devono essere preferibilmente trattati in loco in impianti tecnicamente idonei. Qualora particolari condizioni tecniche impediscano o non rendano ottimale tale soluzione, il percolato potrà essere conferito ad idonei impianti di trattamento autorizzati ai sensi della vigente disciplina sui rifiuti [...]".*

La tecnologia scelta per la depurazione del percolato è quella dell'**osmosi inversa**, una tecnica a membrana che consente di separare sali e molecole organiche solubili dall'acqua, mediante

l'applicazione di una differenza di pressione ai due lati della membrana stessa. Grazie alla differenza di pressione, l'acqua è infatti costretta ad attraversare la membrana, barriera che risulta invece impermeabile al soluto.

Il processo di filtrazione determina la produzione di due flussi:

- il permeato, cioè l'acqua generata dalla filtrazione del percolato, solitamente atteso con una quantità compresa tra il 60-70% del percolato in ingresso e la cui composizione è tale da risultare conforme ai limiti della Tabella 3 Allegato 5 alla Parte III del D.lgs. 152/2006, con utilizzo in sito quale acqua industriale per operazioni sulla superficie della discarica scarico in fognatura o, ancor meglio, quando le caratteristiche del percolato permettono risultati più ambiziosi, essere utilizzato direttamente sul suolo, anche per irrigazione delle specie arboree;
- il concentrato, cioè la parte di liquido che non attraversa le membrane e considerato scarto del processo e da trasportare, tramite autobotti, presso impianti esterni per il trattamento e smaltimento finale.

L'impianto avrà una **capacità di trattamento giornaliero di 50 m³** di percolato.

Come detto la tecnologia scelta è quella dell'osmosi inversa: solo mediante questo processo tutte le sostanze contaminanti vengono rimosse dal refluo in ingresso, ottenendo i prodotti già su descritti, con significativa riduzione del traffico veicolare indotto dal trattamento del percolato e recupero di materia riutilizzabile per la gestione della discarica o da gestire in fognatura, con notevoli vantaggi ambientali.

Le opportunità/vantaggi di questa tecnologia di depurazione si riassumono in:

- × efficacia su acque complesse;
- × basso consumo energetico;
- × altissima qualità del refluo in uscita dal trattamento;
- × semplicità di conduzione;
- × automazione del processo;
- × piccoli spazi richiesti (container).

L'impianto viene installato già in configurazione finale, quindi prefabbricato in officine specializzate e fornito all'interno di un container realizzato con pannelli sandwich in acciaio e coibentati. Il fondo del container è sollevato da terra e la pavimentazione interna è realizzata con grigliato, così da permettere la presenza di un sottostante cassone, sempre in acciaio, per la raccolta di possibili sversamenti. Per un impianto con la potenzialità giornaliera progettata le possibili dimensioni sono di circa 12 x 2,5 metri, con altezza inferiore ai 3 metri.

Questi impianti sono normalmente automatizzati e dotati di controllo in remoto, con processo concepito in batch e scarico del permeato solo dopo un controllo di alcuni parametri, con gestione che prevede attivazione o interruzione del processo senza necessità di particolari sequenze operative o specifiche procedure iterative.

L'impianto di trattamento sarà normalmente costituito dalle seguenti sezioni:

Sezione di regolazione del pH

Dalla vasca di stoccaggio, il percolato viene trasferito al serbatoio di ingresso dove si provvede alla misurazione ed alla regolazione del pH del liquido: il processo prevede infatti la acidificazione del liquido mediante l'uso di acido solforico, così da ionizzazione l'ammoniaca, che potrà essere

trattenuta dalle membrane senza contaminare il permeato in uscita, ed evitare precipitazioni di ioni che possono causare o favorire la formazione di incrostazione sulla superficie delle membrane. Questa correzione/regolazione richiede quindi l'uso di un reagente, stoccato in apposito serbatoio solitamente realizzato in PRFV, con liner interno in PVC, ed una capacità nell'ordine di 6 m³, idoneo al contenimento di acido solforico al 96 – 98 % di concentrazione.

Pre-filtrazione e dosaggio antincrostante

Dopo la regolazione del pH, il rifiuto liquido viene avviato ad una filtrazione multistadio in cui si provvede alla rimozione delle particelle sospese, così da minimizzare l'intasamento delle membrane della sezione ad osmosi inversa. I filtri utilizzati potranno essere puliti automaticamente mediante contro lavaggio dopo un allarme di pressione differenziale, dunque completamente automatizzato. Le acque di controlavaggio del filtro verranno reimmesse in testa al trattamento.

In questa fase si avrà anche il dosaggio di anti-incrostante per proteggere le membrane.

Sezione ad osmosi inversa

La sezione ad osmosi inversa è costituita da più stadi, mai inferiori a 3.

La scelta della tipologia di membrana da montare su ogni stadio di trattamento risulta fondamentale per l'ottima conduzione dell'impianto.

Le membrane per osmosi si distinguono essenzialmente in due categorie, piane e a spirale avvolta, con tabella di raffronto che riporta caratteristiche che verranno esaminate nella fase di progettazione esecutiva e test su impianto pilota.

Caratteristica	Membrane Piane	Moduli a Spirale Avvolta
Resistenza al fouling	Alta resistenza, migliore gestione del flusso tangenziale	Tende a soffrire di fouling più facilmente
Facilità di pulizia	Facile accesso per pulizia, migliore efficacia, completa rigenerazione	Più difficile da pulire, zone di accumulo fouling persistenti
Efficienza di spazio	Meno compatto rispetto ai moduli a spirale	Design compatto, massima superficie per unità di volume
Costi	Maggior investimento iniziale ma riduzione dei costi di gestione	Investimento iniziale più basso ma maggiori costi di gestione
Durata	Lunga durata operativa prima di manutenzione	Maggiore usura e necessità di sostituzione frequente
Applicabilità	Ideale per liquidi con alte concentrazioni di contaminanti	Migliore efficienza per fluidi meno concentrati

Dal primo stadio del processo di Osmosi Inversa si produce concentrato, da inviare alla vasca esterna in cemento armato da 100 m³ dedicata al suo stoccaggio, ed un permeato che proseguirà negli ulteriori stadi di depurazione.

Anche dal secondo stadio si ottiene una separazione del fluido di processo che si dividerà nelle due correnti:

- una prima, chiamata permeato secondo stadio, che rappresenta il liquido depurato e che verrà inviato al terzo stadio per un ulteriore affinamento;

- una seconda, chiamata concentrato di secondo stadio, che ha caratteristiche tali da poter essere re-inviato in testa al primo stadio osmosi per essere trattato nuovamente.

Allo stesso modo, dal terzo stadio si otterranno due correnti:

- una prima, chiamata permeato terzo stadio o meglio Permeato Finale, che rappresenta il liquido depurato e che potrà essere scaricato in fognatura,
- una seconda, chiamata concentrato terzo stadio, che ha caratteristiche tali da poter essere re-inviato in testa al primo stadio osmosi per essere trattato nuovamente.

L'impianto sarà completo di un sistema di lavaggio automatico delle membrane osmotiche, costituito da cassa di lavaggio, serbatoi dei reagenti e pompe dosatrici. I lavaggi saranno svolti completamente in automatico; anche la partenza dei lavaggi potrà essere impostata automaticamente dopo un numero di ore predefinite di lavoro oppure tramite predefiniti differenziali di pressione.

Per il lavaggio si prevede di riutilizzare le acque trattate dall'impianto stesso ('permeato') previo dosaggio di appositi prodotti chimici (cleaner):

- detergente alcalino per la rimozione di depositi organici sulle membrane.
- detergente acido a base di acido citrico per la rimozione di incrostazioni sulle membrane.

I detergenti verranno stoccati all'interno del container in appositi contenitori.

Serbatoio del permeato finale

Il permeato finale che si ottiene dal ciclo completo di depurazione verrà trasferito al serbatoio di accumulo del permeato finale presente all'interno del container, costituito da un serbatoio da circa 3 m³, realizzato in hdpe e dotato di una torre di ossigenazione con cui ridurre la CO₂ e normalizzare il pH prima di essere scaricato, senza l'utilizzo di prodotti chimici aggiuntivi. Lo scarico è condizionato al controllo di alcuni parametri, quali pH e conducibilità, che verificano la qualità del permeato in uscita.

Qualora uno di questi parametri fosse al di fuori dei limiti consentiti, si attiva una procedura per il ricircolo del permeato in testa a tutto il ciclo di trattamento, garantendo quindi il trasferimento al serbatoio del permeato solo di un prodotto conforme ai limiti imposti dal gestore.

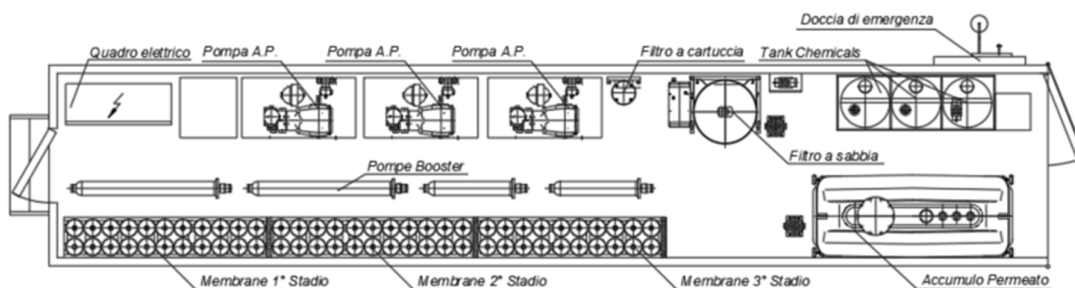


Figura 6 – Layout indicativo di un impianto a osmosi inversa a tre stadi



Figura 7 – Esempio di installazione di un impianto a osmosi inversa

8. BIOGAS.

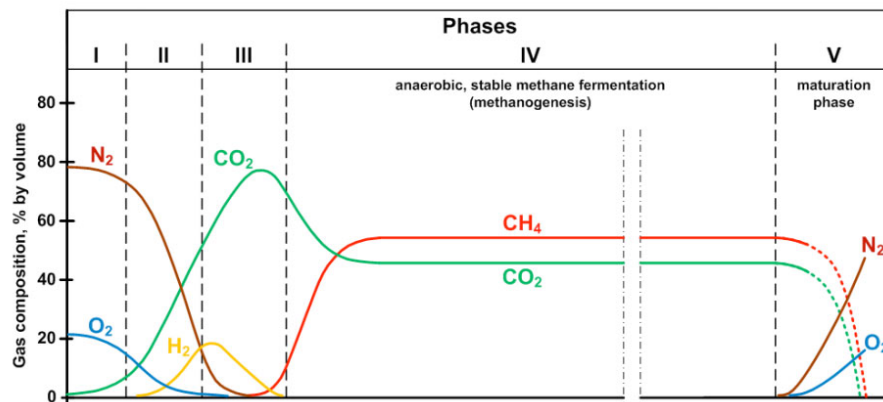
8.1. Trasformazioni biochimiche in una discarica

I processi di decomposizione biochimica che avvengono all'interno di un ammasso di rifiuti caratterizzato da materie organiche, quali una discarica di rifiuti domestici, sono chiaramente sintomo delle condizioni degradative raggiunte all'interno dell'ammasso stesso e ne permettono di monitorare in modo adeguato l'evoluzione.

Il principio basilare di ogni possibile relazione numerica per la determinazione delle potenzialità di produzione di biogas da parte di una discarica è fondato sul contenuto di materia organica che, chiaramente, deve essere congruente tra quantità collocata e quantità estratta sotto forma di gas. In particolare esiste uno stretto legame tra COD della materia organica e COD del metano prodotto.

In breve si può affermare che le trasformazioni biochimiche complesse che avvengono in teoria in una discarica sono schematizzabili in due processi distinti, operati da diversi ceppi batterici: la *fermentazione acetica* (aerobica ed anaerobica) e la *fermentazione metanigena*. Il passaggio da una fermentazione all'altra coincide con il viraggio del pH delle emissioni liquide e la diminuzione del dilavamento di metalli pesanti contenuti nei rifiuti (manganese, cromo, zinco, magnesio, etc...).

La *fermentazione acetica* contraddistingue le prime due fasi evolutive dell'ammasso, in cui la decomposizione avviene in presenza di ossigeno (mancano le coperture definitive ed il rifiuto ha ancora l'opportunità di attingere ossigeno dall'atmosfera) ed in assenza di ossigeno, con pH acido.



Generalized phases in the generation of landfill gases (I = initial adjustment, II = transition phase, III = acid phase, IV = methane fermentation, and V = maturation phase). (Adapted from Refs. 13, 34, 37, and 38.)

Processo di decomposizione dei rifiuti e fase caratteristiche (rielaborazione del grafico tratto da: INTEGRATED SOLID WASTE MANAGEMENT – Engineering Principles and Management Issues; Tchobanoglous ed AA., 1993, McGraw-Hill.)

In sintesi le due fasi si possono così descrivere:

A) FASE 1 (corrisponde alla fase I delle figure allegate).

Decomposizione aerobica di scarsa durata (giorni, al limite settimane) se il rifiuto viene compattato e ricoperto giornalmente. Il periodo può essere prolungato se il rifiuto è lasciato “soffice”, aerato o comunque smosso. In al caso si producono elevate quantità di idrogeno, soprattutto se il sito è umido.

B) FASE 2 (corrisponde alle fasi II e III delle figure allegate).

Gli organismi aerobici facoltativi utilizzano accettori di elettroni diversi dall'ossigeno, ormai assente, con sviluppo di batteri anaerobici ed emissione di semplici, solubili composti quali acidi volatili ed ammoniaca. Si evidenzia un elevato carico organico, sintomo della decomposizione di materia putrescibile, con elevati valori di BOD e valori del pH prossimi a 5÷6 (alto rapporto BOD/COD). Le emissioni gassose sono fondamentalmente quelle di anidride carbonica, con basse quantità di metano ed idrogeno. La durata della fase 2 può variare da mesi ad anni. La transizione tra la fase 2 e la fase 3 (che corrisponde alla fermentazione metanigena) può durare molto tempo e talvolta non è mai completa.

Riguardo la *fermentazione metanigena*:

C) FASE 3 - FASE METANIGENA (fase 4 delle figure; da notare che in queste compare anche la fase 5 che risulta meno significativa ai fini della determinazione delle emissioni).

Quando si attiva la fermentazione metanigena i batteri diventano comunque gradualmente più stabili e diventano capaci di rimuovere i composti organici solubili che sono largamente responsabili della fase 2. Questi batteri, in assenza di ossigeno, convertono gli elementi presenti in metano ed anidride carbonica, emessi come gas di discarica.

Si è così in presenza di pH basico, con produzione limitata di materia inorganica (sali che precipitano), valori ridotti di COD e basso rapporto BOD/COD.

Questa fase rappresenta l'equilibrio tra batteri acetici e metanigeni, con decomposizione continua dei rifiuti. La produzione di gas può durare diversi anni, con buone quantità e qualità delle emissioni, fino a quando la diminuita pressione interna consente l'ingresso di quantità consistenti di ossigeno dall'atmosfera esterna.

Quanto descritto riassume in termini schematici processi assai complessi, funzioni di diversi e numerosi fattori fisici, ambientali e gestionali in parte già descritti quali:

- composizione dei rifiuti;
- pezzatura dei rifiuti;
- deposizione dei rifiuti;
- grado di saturazione dei rifiuti (umidità);
- temperatura dei rifiuti;
- valori del carico organico ed inorganico (BOD e COD);

- condizioni meteorologiche;
- valori del pH delle emissioni;
- tipo di raccolta delle emissioni liquide e gassose.

8.2. Valutazione teorica del biogas prodotto.

La valutazione della produzione di biogas, intesa come cinetica di gassificazione del rifiuto o, meglio, del carbonio organico in esso contenuto, richiede la conoscenza di diversi dati relativi alle caratteristiche chimico-fisiche dei rifiuti, alle loro modalità di deposito e copertura, alle condizioni climatiche ed idrologiche locali.

Esistono ormai vari modelli utili alla descrizione della formazione del gas da discarica (*biogas* o *landfill gas*, *LFG*).

In linea di principio i modelli teorici di generazione del biogas possono essere basati su considerazioni microbiologiche o biochimiche: la loro evoluzione e cinetica viene correlata a fattori principali quali:

- disponibilità di nutrienti contenuti nell'ammasso;
- temperatura;
- umidità;
- livello del substrato;
- condizioni ambientali dell'ammasso dei rifiuti;
- condizioni ambientali del sito di discarica.

Il rapporto esistente tra velocità e fattori di generazione è di vario tipo, indipendente o correlato.

E' altrettanto vero che le condizioni reali che caratterizzano l'evoluzione di una discarica sono assai varie, al limite dell'indeterminazione, e che allo stato attuale le variabili presenti nelle modellazioni sono tante e tali da confondere l'applicazione delle correlazioni sopraindicate.

In funzione di quanto osservato, spesso si adottano semplici descrizioni del fenomeno, basati principalmente su osservazioni in laboratori o in impianti in vera grandezza, con modellazioni delle equazioni di decadimento della produzione con sviluppo del primo ordine. La formazione del biogas è, in breve, il risultato della biodegradazione del carbonio organico contenuto nel rifiuto: per ogni kg di carbonio organico che si degrada si formano approssimativamente 1,87 Nm³ di biogas (COOPS ed altri, *Validation of landfill gas formation models* - SARDINIA '95 - Volume 1, pagg.635÷647). La cinetica di formazione, al tempo α_t , è proporzionale al decadimento della sostanza organica:

$$\alpha_t = -1,87 \ A \ \frac{dC}{dt} \quad (1)$$

La degradazione della materia organica può essere descritta come una reazione-equazione all'n esima potenza del tipo:

$$\frac{dC}{dt} = c \times C^n \quad (2)$$

dove con C si indica la concentrazione di carbonio organico gassificabile e con n l'ordine della cinetica del processo.

Tale relazione è usualmente applicata ad una massa di rifiuti depositata in uno stesso strato o in un determinato periodo (mese o semestre).

Particolare attenzione va rivolta all'esponente n che rappresenta l'ordine del modello.

Una cinetica di ordine zero (n=0) implica che variazioni non eccessive di C non influenzano la velocità di massificazione della frazione organica del rifiuto, che risulta evidentemente costante nel tempo, eventualmente influenzata solo da altre condizioni al contorno, quali il contenuto di acqua e la disponibilità di nutrienti. Alcuni processi dovuti ad un certo numero di reazioni, vengono descritti da cinetiche del secondo ordine (n=2) (ad esempio massificazione anaerobica della sostanza organica). Tuttavia la maggior parte dei modelli attualmente in uso fa riferimento a cinetiche del primo ordine, in cui il fattore limitante del processo è rappresentato dalla concentrazione di carbonio gassificabile residuo.

La soluzione di (2) in funzione di condizioni iniziali e di una quantità di rifiuto trasformato in biogas (quantità definita quale fattore di generazione ζ) porta alla formazione di modelli funzione dell'ordine della cinetica di reazione, in cui la quantità di materia organica C è funzione della quantità iniziale C_0 .

Ulteriore metodologia per la valutazione della cinetica di biogassificazione è quella pratica, basata su raccolta di serie di dati da campagne estrattive e relative verifiche. Questo metodo, peraltro estremamente utile, ha un grosso limite: necessita dell'impianto stesso per cui vengono effettuate le campagne di indagine. In altri termini questo metodo è applicabile solo in presenza di una discarica in evoluzione per lotti, con conferimento e tipo di gestione costanti nel tempo. Altri ricercatori hanno condotto sperimentazioni in ambienti controllati (lisimetri) con risultati però non estendibili a grossi ammassi eterogenei.

Riassumendo si può affermare che:

- la corretta progettazione di un impianto di captazione e trattamento di biogas richiede la modellazione della produzione di biogas;
- i fattori che influenzano la produzione di biogas possono riassumersi nella seguente tabella:

caratteristiche ambientali	precipitazioni
	temperatura
caratteristiche dei rifiuti	composizione
	umidità
	granulometria
	densità
modalità di gestione dell'impianto	pretrattamenti
	spessore dei rifiuti
	gestione del collocamento
	materiale di copertura
	ricircolo del percolato

- c) le maggiori problematiche riscontrate nella produzione del biogas, inteso come gas sviluppato dalla fermentazione metanigena, pare risiedano nella estensione della interfaccia solido-liquido e perciò sono collegate alla densità del rifiuto, alla sua pezzatura ed al basso contenuto di umidità e di riflesso alla temperatura dell'ammasso.
- d) studi condotti su discariche di rifiuti domestici mostrano una scarsa fermentazione metanigena quando il contenuto d'acqua è inferiore al 50% di quello saturo. Questo accade non solo nel caso di discariche situate in area secche ma anche in zone della stessa discarica, a causa di differenziati contenuti d'acqua ed è dovuto al fatto che i microrganismi metanigeni non sono in grado di emigrare in zone distanti (alcuni centimetri) dal luogo di origine. Anche a causa di notevoli eterogeneità del rifiuto conferito, un elevato numero di parti della stessa discarica possono mostrare perciò piccole e non appropriate attività microorganiche;
- e) i gas che si sviluppano in discariche di rifiuti non pericolosi sono solitamente metano, anidride carbonica, composti azotati, idrogeno solforato e composti sulfurei, idrogeno ed ossido di carbonio in percentuali volumetriche assai diverse, con netta predominanza di metano ed anidride carbonica.
- f) in pratica si stima che da una tonnellata di rifiuti urbani di un paese industrializzato, nelle attuali condizioni di gestione della raccolta, possano svilupparsi dai 30 ai 70 Nm³ di biogas, in un arco temporale compreso tra 10 e 50 anni, concentrati maggiormente nei primi 5÷10 anni di fermentazione metanigena, a seconda delle diverse velocità di decomposizione del rifiuto.
- g) tutte le schematizzazioni attualmente disponibili non possono comunque dare informazioni su valori assoluti ma descrivono la probabilità delle emissioni, in un certo intervallo piuttosto che su un singolo valore, caratterizzando in modo omogeneo un reattore biochimico che omogeneo non è, uniformando così le variazioni puntuali ed intermittenti che possono verificarsi nello stesso.

8.3. Applicazione dei modelli di stima alla discarica in esame

Al fine di elaborare la curva di produttività del biogas dell'ampliamento in progetto si è ritenuto di utilizzare il **modello probabilistico "BIO-7" prodotto dalla società Emendo s.r.l.**, con sede in Sarezzano (AL) e che sfrutta ed applica l'esperienza più che decennale che Enrico Magnano ha acquisito seguendo e gestendo il tema "biogas da discarica" in più di cento impianti in scala reale.

Nel caso specifico il modello applicato è quello denominato BIO7, aggiornamento più specialistico dei modelli "BIO" precedenti e basato su un metodo misto teorico-pratico ottenuto dalla ottimizzazione di casi reali che ne hanno permesso il perfezionamento con classiche metodiche di back-analysis.

Il modello utilizza un algoritmo derivato da un modello biochimico che, ottimizzando sperimentalmente i parametri applicati al modello base, consente di costruire una curva "standard" di produzione unitaria.

I parametri "corretti", introdotti nell'elaborazione biochimica, dipendono principalmente dalla caratterizzazione dell'ambiente di decomposizione.

La prima fase della valutazione è quindi orientata alla definizione della produttività specifica media di una singola tonnellata di rifiuto smaltito. Per ottenere tale dato si valuta

merceologicamente la composizione del rifiuto smaltito suddividendolo in due frazioni differenziabili per la cinetica di fermentazione:

- Frazione velocemente biodegradabile (definita RVP);
- Frazione lentamente biodegradabile (definita RLP).

Ottenuta la valutazione di produttività specifica delle due frazioni RVP e RLP si procede all'applicazione di un coefficiente di produttività (K_p) che definisce le condizioni tipiche di fermentazione dell'impianto osservato.

Di particolare importanza ed influenza è l'umidità interna alla discarica (K_{ud}).

Definite le produttività totali di gas per singola frazione di rifiuto si passa alla determinazione della cinetica di decomposizione.

Il modello di calcolo definisce il tempo di semitrasformazione (T_s) della sostanza organica inteso come il tempo necessario al dimezzamento della porzione biogassificabile iniziale.

Anche in questo caso il T_s viene valutato separatamente per le due frazioni RVP e RLP.

Essendo noto il tempo di semitrasformazione vengono di conseguenza calcolate le massime produzioni annuali ed infine le produzioni specifiche anno per anno.

L'ultima fase dell'elaborazione consiste nella sovrapposizione degli effetti legati alle quantità di rifiuti smaltiti con la cronologia di deposizione in discarica e conseguentemente con la valutazione della produzione teorica annua.

Ai valori ottenuti di produzione teorica annua si applica infine il fattore di efficienza di captazione inteso come il rapporto tra il biogas effettivamente captabile ed il biogas prodotto (K_c).

Poiché il modello BIO-7 prevede un elevato numero di variabili in ingresso, vengono sviluppate due elaborazioni:

- La prima elaborazione, definibile **“best case”** (BC), considera tutti i fattori variabili nella loro “migliore probabilità” intesa come la probabilità di maggiore produzione di biogas; in questa ipotesi i fattori K_p (coefficiente di produzione) e K_c (coefficiente di captabilità) sono più elevati.
- La seconda elaborazione, definibile **“worst case”** (WC), contempla invece le variabili pessimistiche, intese come le probabilità minori di produzione del biogas, con valori di K_p e K_c ovviamente più contenuti.

Come dati di input sono state prese a riferimento le tonnellate smaltite nell'impianto dal 2001 al 2024, quelle previste a smaltimento nel 2025 e 2026 ad esaurimento delle capacità autorizzate e quelle previste a smaltimento nei nuovi volumi di progetto tra il 2026 e il 2036. Questi dati sono riepilogati nella tabella successiva, in cui sono indicate anche le quantità di biostabilizzato (EER 190503) utilizzato per le coperture giornaliere, quale contributo per la formazione del biogas. Per quanto riguarda le caratteristiche merceologiche dei rifiuti conferiti, fino al 2017 sono stati conferiti sia rifiuti urbani che speciali, successivamente solo speciali.

Anche i volumi di progetto saranno dedicati esclusivamente a rifiuti speciali non pericolosi, con la possibilità di utilizzare il biostabilizzato nelle modalità in essere. A questo proposito si specifica che per gli anni futuri è indicato in via cautelativa il quantitativo massimo utilizzabile a recupero R11 del EER 190503, pari al 20% delle quantità smaltite in D1.

	discarica esistente			ampliamento 26-36		
	rifiuti in D1	190503 in R11	totale	rifiuti in D1	190503 in R11	totale
	t	t	t	t	t	t
2001	92.529,39	17.385,94	109.915,33			
2002	90.211,62	18.042,32	108.253,94			
2003	3.703,94	740,79	4.444,73			
2004	0,00	0,00	0,00			
2005	31.177,57	6.235,51	37.413,08			
2006	73.814,18	14.762,84	88.577,01			
2007	68.847,75	13.769,55	82.617,30			
2008	89.925,75	17.284,48	107.210,23			
2009	77.188,58	10.905,26	88.093,84			
2010	0,00	0,00	0,00			
2011	0,00	0,00	0,00			
2012	30.541,40	2.090,06	32.631,46			
2013	16.369,73	0,00	16.369,73			
2014	0,00	0,00	0,00			
2015	0,00	0,00	0,00			
2016	56.412,13	9.176,22	65.588,35			
2017	30.586,11	5.854,39	36.440,50			
2018	309,37	0,00	309,37			
2019	0,00	0,00	0,00			
2020	0,00	0,00	0,00			
2021	0,00	0,00	0,00			
2022	58.891,91	11.464,87	70.356,78			
2023	52.063,19	10.198,25	62.261,44			
2024	52.246,26	9.699,67	61.945,93			
<i>previsioni</i>						
2025	48.000,00	9.500,00	57.500,00			
2026	33.798,64	6.759,73	40.558,37	12.500,00	2.500,00	15.000,00
2027				50.000,00	10.000,00	60.000,00
2028				50.000,00	10.000,00	60.000,00
2029				50.000,00	10.000,00	60.000,00
2030				50.000,00	10.000,00	60.000,00
2031				50.000,00	10.000,00	60.000,00
2032				50.000,00	10.000,00	60.000,00
2033				50.000,00	10.000,00	60.000,00
2034				50.000,00	10.000,00	60.000,00
2035				50.000,00	10.000,00	60.000,00
2036				12.500,00	2.500,00	15.000,00

Tab. 1 Tonnellate smaltite in discarica fino al 31.12.2024 e previsioni future

ANNI	PRODUZIONE TEORICA (Nm ³ /h)					
	discarica esistente		ampliamento 26-36		TOTALE	
	BC	WC	BC	WC	BC	WC
2001	171,19	121,20			171,19	121,20
2002	431,97	305,84			431,97	305,84
2003	485,52	346,26			485,52	346,26
2004	409,95	296,77			409,95	296,77
2005	402,05	293,66			402,05	293,66
2006	517,51	376,72			517,51	376,72
2007	661,41	479,96			661,41	479,96
2008	813,78	590,38			813,78	590,38
2009	939,19	682,24			939,19	682,24
2010	886,92	649,11			886,92	649,11
2011	748,49	554,96			748,49	554,96
2012	651,40	487,83			651,40	487,83
2013	575,27	434,08			575,27	434,08
2014	499,44	379,65			499,44	379,65
2015	431,21	330,06			431,21	330,06
2016	406,79	310,97			406,79	310,97
2017	394,70	300,48			394,70	300,48
2018	357,32	272,12			357,32	272,12
2019	313,54	239,33			313,54	239,33
2020	276,39	211,39			276,39	211,39
2021	244,80	187,54			244,80	187,54
2022	252,48	191,43			252,48	191,43
2023	278,64	208,46			278,64	208,46
2024	297,82	220,57			297,82	220,57
2025	311,74	229,03	0	0	311,74	229,03
2026	313,69	229,14	14,79	9,90	328,49	239,04
2027	289,61	211,06	52,35	35,02	341,96	246,08
2028	255,36	185,97	94,53	63,22	349,89	249,19
2029	226,13	164,61	130,59	87,29	356,73	251,90
2030	201,08	146,34	161,56	107,93	362,64	254,26
2031	179,51	130,64	188,28	125,68	367,79	256,33
2032	160,85	117,11	211,43	141,03	372,28	258,14
2033	144,63	105,37	231,59	154,35	376,23	259,72
2034	130,48	95,16	249,23	165,96	379,71	261,11
2035	118,08	86,22	264,72	176,12	382,80	262,34
2036	107,15	78,36	248,82	165,27	355,97	243,63
2037	97,49	71,42	215,43	142,71	312,92	214,14
2038	88,90	65,27	187,40	123,76	276,30	189,04
2039	81,25	59,79	163,78	107,80	245,03	167,59
2040	74,40	54,89	143,80	94,31	218,20	149,20
2041	68,25	50,49	126,84	82,87	195,09	133,36
2042	62,70	46,52	112,39	73,14	175,09	119,66
2043	57,69	42,93	100,02	64,83	157,71	107,76
2044	53,14	39,67	89,38	57,71	142,52	97,38
2045	49,01	36,71	80,20	51,57	129,20	88,28
2046	45,24	34,00	72,22	46,27	117,47	80,28
2047	41,80	31,53	65,28	41,67	107,08	73,20
2048	38,65	29,26	59,19	37,66	97,84	66,92
2049	35,77	27,17	53,83	34,15	89,60	61,32

ANNI	PRODUZIONE TEORICA (Nm ³ /h)					
	discarica esistente		ampliamento 26-36		TOTALE	
	BC	WC	BC	WC	BC	WC
2050	33,12	25,25	49,10	31,06	82,22	56,31
2051	30,60	23,30	44,90	28,33	75,50	51,63
2052	28,28	21,51	41,15	25,91	69,43	47,42
2053	26,16	19,86	37,79	23,75	63,95	43,61
2054	24,20	18,34	34,78	21,82	58,97	40,17
2055	22,39	16,95	32,06	20,09	54,45	37,04
2056	20,73	15,67	29,59	18,53	50,32	34,19
2057	19,19	14,48	27,36	17,12	46,55	31,60
2058	17,77	13,39	25,32	15,83	43,09	29,23
2059	16,47	12,39	23,46	14,67	39,93	27,06
2060	15,26	11,46	21,76	13,60	37,01	25,07
2061	14,14	10,61	20,19	12,63	34,33	23,24
2062	5,71	5,29	18,76	11,74	24,47	17,02
2063	5,25	4,87	17,44	10,91	22,69	15,78
2064	4,83	4,48	16,22	10,16	21,05	14,63
2065	4,45	4,12	15,09	9,46	19,54	13,58
2066	4,09	3,79	14,05	8,81	18,14	12,60
2067	3,76	3,49	13,08	8,22	16,85	11,70
2068	3,46	3,21	12,19	7,67	15,65	10,87

Tab. 2 Stima di produzione del biogas distinta per l'ampliamento in progetto e complessiva per l'intera discarica nei due scenari best case e worst case

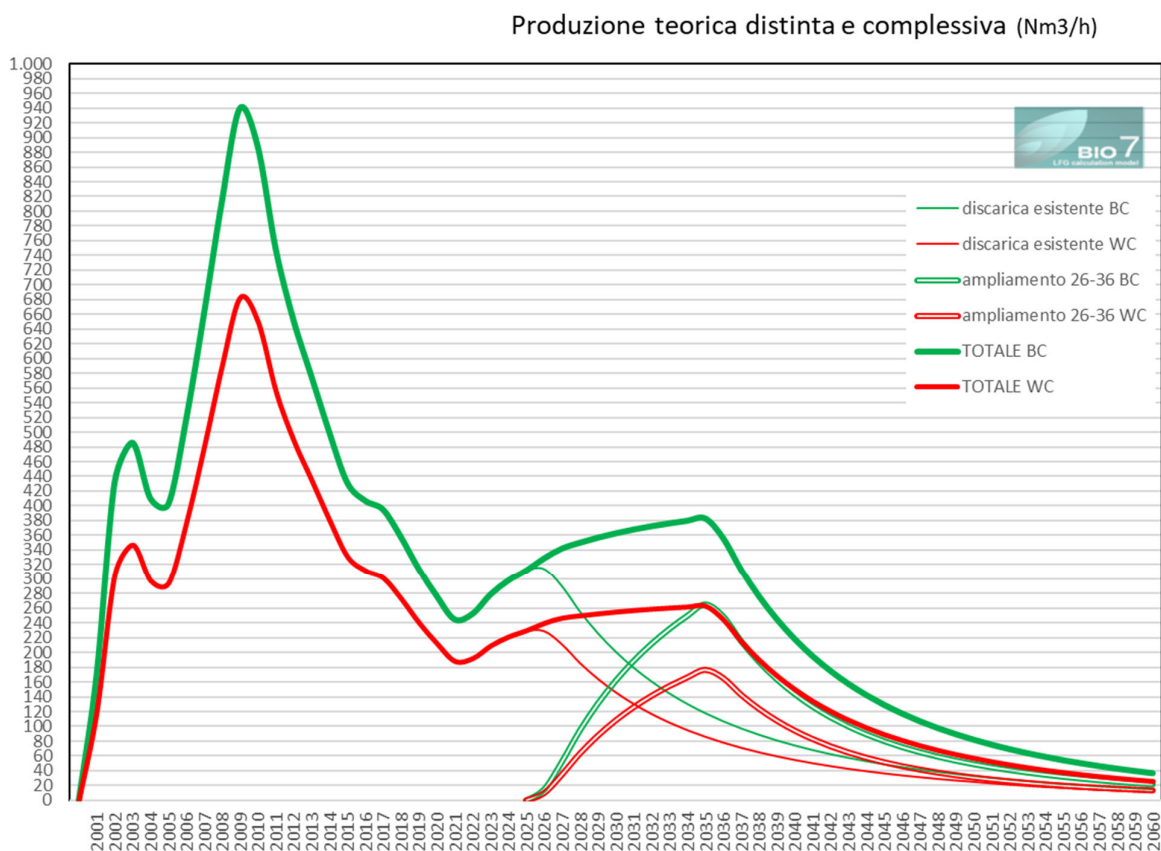


Figura 8 – Stima di produzione del biogas distinta per l’ampliamento in progetto e complessiva per l’intera discarica nei due scenari best case e worst case

Il modello restituisce valori di produzione teorica in linea con le produzioni attuali, con un picco pari a 382,8 Nm³/h nel best case e 262,34 nel worst case, picchi decisamente inferiori a quelli registrati in passato tra il 2002 e il 2016.

Si procede ora a stimare la produzione di biogas captabile per valutare l’adeguatezza o l’eventuale integrazione della centrale di aspirazione e del sistema di recupero energetico presenti in discarica.

In funzione dei sistemi progettuali e gestionali previsti per la captazione del biogas, il modello applica un coefficiente di **captazione costante pari all’80% nel best case e al 75% nel worst case** sia per la discarica esistente, sia per l’ampliamento in progetto.

ANNI	PRODUZIONE CAPTABILE (Nm³/h)						CAPTAZIONE EFFETTIVA Nm³/h
	discarica esistente		ampliamento 26-36		TOTALE		
	BC	WC	BC	WC	BC	WC	
2001	136,95	90,90			136,95	90,90	
2002	345,58	229,38			345,58	229,38	
2003	388,42	259,69			388,42	259,69	
2004	327,96	222,57			327,96	222,57	
2005	321,64	220,25			321,64	220,25	
2006	414,01	282,54			414,01	282,54	
2007	529,13	359,97			529,13	359,97	
2008	651,02	442,78			651,02	442,78	559,32
2009	751,35	511,68			751,35	511,68	602,98
2010	709,54	486,83			709,54	486,83	618,77
2011	598,79	416,22			598,79	416,22	638,48
2012	521,12	365,87			521,12	365,87	244,89
2013	460,22	325,56			460,22	325,56	411,03
2014	399,55	284,74			399,55	284,74	514,93
2015	344,97	247,55			344,97	247,55	576,31
2016	325,43	233,23			325,43	233,23	492,42
2017	315,76	225,36			315,76	225,36	363,53
2018	285,86	204,09			285,86	204,09	209,75
2019	250,83	179,50			250,83	179,50	183,99
2020	221,11	158,54			221,11	158,54	168,00
2021	195,84	140,66			195,84	140,66	151,27
2022	201,98	143,57			201,98	143,57	105,71
2023	222,91	156,34			222,91	156,34	110,27
2024	238,26	165,43			238,26	165,43	115,27
2025	249,40	171,78	0,00	0	249,40	171,78	
2026	250,96	171,86	11,84	7,42	262,79	179,28	
2027	231,69	158,30	41,88	26,26	273,57	184,56	
2028	204,29	139,48	75,62	47,41	279,91	186,89	
2029	180,91	123,45	104,48	65,47	285,38	188,92	
2030	160,86	109,75	129,25	80,95	290,11	190,70	
2031	143,60	97,98	150,62	94,26	294,23	192,25	
2032	128,68	87,83	169,15	105,77	297,82	193,60	
2033	115,71	79,03	185,27	115,76	300,98	194,79	
2034	104,39	71,37	199,38	124,47	303,77	195,84	
2035	94,46	64,66	211,78	132,08	306,24	196,75	
2036	85,72	58,77	199,05	123,94	284,77	182,72	
2037	77,99	53,57	172,35	107,03	250,33	160,60	
2038	71,12	48,95	149,92	92,82	221,04	141,78	
2039	65,00	44,84	131,02	80,85	196,02	125,69	
2040	59,52	41,17	115,04	70,73	174,56	111,90	
2041	54,60	37,86	101,48	62,15	156,07	100,02	
2042	50,16	34,89	89,91	54,85	140,07	89,74	
2043	46,15	32,20	80,02	48,62	126,16	80,82	
2044	42,51	29,75	71,51	43,28	114,02	73,03	
2045	39,21	27,53	64,16	38,68	103,36	66,21	
2046	36,19	25,50	57,78	34,71	93,97	60,21	
2047	33,44	23,65	52,22	31,25	85,66	54,90	
2048	30,92	21,94	47,35	28,25	78,28	50,19	
2049	28,62	20,38	43,07	25,61	71,68	45,99	
2050	26,50	18,94	39,28	23,30	65,78	42,24	

ANNI	PRODUZIONE CAPTABILE (Nm³/h)						CAPTAZIONE EFFETTIVA
	discarica esistente		ampliamento 26-36		TOTALE		Nm³/h
	BC	WC	BC	WC	BC	WC	
2051	24,48	17,47	35,92	21,25	60,40	38,72	
2052	22,63	16,13	32,92	19,43	55,55	35,56	
2053	20,92	14,89	30,23	17,81	51,16	32,71	
2054	19,36	13,76	27,82	16,37	47,18	30,12	
2055	17,91	12,71	25,64	15,07	43,56	27,78	
2056	16,58	11,75	23,67	13,90	40,26	25,65	
2057	15,35	10,86	21,89	12,84	37,24	23,70	
2058	14,22	10,05	20,26	11,88	34,48	21,92	
2059	13,17	9,29	18,77	11,00	31,94	20,29	
2060	12,21	8,60	17,41	10,20	29,61	18,80	
2061	11,31	7,96	16,16	9,47	27,47	17,43	
2062	4,57	3,97	15,01	8,80	19,58	12,77	
2063	4,20	3,65	13,95	8,19	18,15	11,83	
2064	3,87	3,36	12,97	7,62	16,84	10,98	
2065	3,56	3,09	12,07	7,09	15,63	10,18	
2066	3,27	2,84	11,24	6,61	14,51	9,45	
2067	3,01	2,61	10,47	6,16	13,48	8,78	
2068	2,77	2,41	9,75	5,75	12,52	8,15	

Tab. 3 Stima del biogas captabile distinta per l'ampliamento in progetto e complessiva per l'intera discarica nei due scenari best case e worst case, raffrontata ai dati reali di captazione

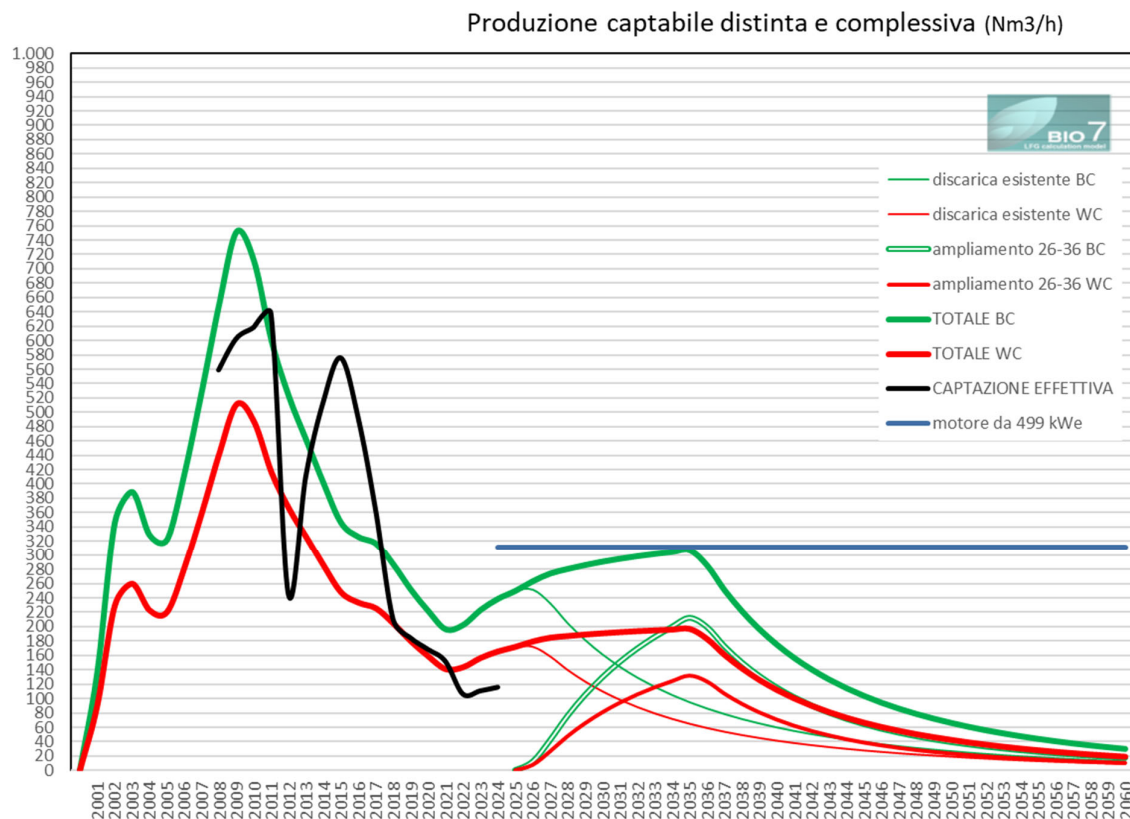


Figura 9 – Stima del biogas captabile distinta per l'ampliamento in progetto e complessiva per l'intera discarica nei due scenari best case e worst case, raffrontata ai dati reali di captazione e alla potenzialità del motore

Dalla stima di biogas captabile, si può concludere che:

- la centrale di aspirazione e combustione esistente da **750 Nm³/h** è sufficientemente dimensionata anche per il progetto in esame,
- il sistema attualmente installato per il recupero energetico, motore con potenzialità nominale da **499 kWe**, a cui corrispondono circa 312 Nm³/h di biogas consumato (se si considera un rapporto di conversione di 1,6 kWe per ogni Nm³/h), è sufficiente per poter avviare tutto il biogas estratto al recupero energetico, così come previsto dal D.lgs. 36/2003.

Le produzioni massime attese sono state prese in considerazione per la progettazione dei sistemi di captazione descritti nel seguito.

Per completezza, si riportano di seguito i tabulati restituiti dal modello BIO7 per l'ampliamento in esame, riepilogati per comodità di lettura nelle tabelle sopra riportate.

Dati di calcolo	incidenza Rifiuti velocemente putrescibili (% RVP)			13,75%	Tempo di semitraformazione RVP (T _{RVP}) - anni			3,37	Coefficiente di produzione (K _p)			99,52%				
	incidenza Rifiuti lentamente putrescibili (% RLP)			12,43%	Tempo di semitraformazione RLP (T _{RLP}) - anni			10,12	Prod. specifica corretta - Nm ³ /t			60,05				
	Totale rifiuti putrescibili (% RP)			26,18%	Produzione specifica biogas da RVP - Nm ³ /t			27,16	Anno inizio conferimenti rifiuti			2,026				
	Umidità del rifiuto al conferimento			10,48%	Produzione specifica biogas da RLP - Nm ³ /t			33,18	Durata dei conferimenti rifiuti - anni			11				
	Porzione rifiuto soggetta a degradazione			100,00%	Produzione specifica biogas Totale - Nm ³ /t			60,34	Percentuale CH ₄ calcolata			57,51%				
	Fattore di umidità discarica (K _u)			46,00%	Produzione specifica biogas Totale - Kg _{CH₄} /kg _{RS}			0,082	Percentuale CO ₂ calcolata			42,49%				
anni	produzione specifica			Produzione Specifica Totale corretta da K _u		Cronologia	Scarico	Produzione calcolata (teorica) biogas		Efficienza	Produzione captabile biogas					
	RVP	RLP	Totale	P _{tot}	P _{tot} *K _u	progressiva	Scario	annua	progressiva	oraria	K _p	CH ₄ 100%	CH ₄ 50%	CH ₄ 57,51%	CH ₄ 40%	CH ₄ 30%
	P _{tot}	P _{tot}	P _{tot}	P _{tot}	P _{tot}	Rifiuti	Rifiuti	P _{tot}	progressiva	P _{tot}		metano	UG50	UG57	UG40	UG30
	Nm ³ /anno	Nm ³ /anno	Nm ³ /anno	Nm ³ /anno	Nm ³ /anno	Nm ³ /t	anni	t/anno	Nm ³ /anno	Nm ³	Nm ³ /ora	Nm ³ /anno	Nm ³ /anno	Nm ³ /anno	Nm ³ /anno	Nm ³ /anno
1	2,92	1,42	4,34	4,32	4,32	2026	15.000	129.596	1,30E+05	14,79	80,00%	6,81	13,61	11,84	17,02	22,69
2	4,50	2,18	6,68	6,65	10,97	2027	60.000	458.569	5,88E+05	52,35	80,00%	24,08	48,17	41,88	60,21	80,28
3	3,66	2,03	5,70	5,67	16,64	2028	60.000	828.077	1,42E+06	94,53	80,00%	43,49	86,98	75,62	108,73	144,97
4	2,98	1,90	4,88	4,86	21,50	2029	60.000	1.144.006	2,56E+06	130,59	80,00%	60,08	120,17	104,47	150,21	200,28
5	2,43	1,77	4,20	4,18	25,68	2030	60.000	1.415.309	3,98E+06	161,56	80,00%	74,33	148,66	129,25	185,83	247,77
6	1,98	1,66	3,63	3,62	29,30	2031	60.000	1.649.343	5,62E+06	188,28	80,00%	86,62	173,25	150,62	216,56	288,75
7	1,61	1,55	3,16	3,14	32,40	2032	60.000	1.852.161	7,48E+06	211,43	80,00%	97,28	194,55	169,15	243,19	324,25
8	1,31	1,44	2,76	2,74	35,18	2033	60.000	2.028.750	9,51E+06	231,59	80,00%	106,55	213,01	185,27	266,38	355,17
9	1,07	1,35	2,42	2,41	37,59	2034	60.000	2.183.223	1,17E+07	249,23	80,00%	114,66	229,33	199,38	286,66	382,21
10	0,87	1,26	2,13	2,12	39,71	2035	60.000	2.318.980	1,40E+07	264,72	80,00%	121,79	243,59	211,78	304,48	405,98
11	0,71	1,18	1,88	1,88	41,59	2036	15.000	2.179.646	1,62E+07	248,82	80,00%	114,48	228,95	199,05	286,19	381,58
12	0,58	1,10	1,68	1,67	43,25	2037	0	1.887.183	1,81E+07	215,43	80,00%	99,12	198,23	172,34	247,79	330,38
13	0,47	1,03	1,50	1,49	44,74	2038	0	1.641.596	1,97E+07	187,40	80,00%	86,22	172,43	149,92	215,54	287,39
14	0,38	0,96	1,34	1,33	46,07	2039	0	1.434.672	2,12E+07	163,78	80,00%	75,35	150,70	131,02	188,37	251,16
15	0,31	0,89	1,21	1,20	47,28	2040	0	1.259.692	2,24E+07	143,80	80,00%	66,16	132,32	115,04	165,40	220,53
16	0,25	0,84	1,09	1,08	48,36	2041	0	1.111.153	2,35E+07	126,84	80,00%	58,36	116,72	101,47	145,89	194,53
17	0,21	0,78	0,99	0,98	49,34	2042	0	984.545	2,45E+07	112,39	80,00%	51,71	103,42	89,91	129,27	172,36
18	0,17	0,73	0,90	0,89	50,23	2043	0	876.171	2,54E+07	100,02	80,00%	46,02	92,03	80,01	115,04	153,39
19	0,14	0,68	0,82	0,81	51,05	2044	0	782.994	2,62E+07	89,38	80,00%	41,12	82,25	71,51	102,81	137,08
20	0,11	0,64	0,75	0,74	51,79	2045	0	702.518	2,69E+07	80,20	80,00%	36,90	73,79	64,16	92,24	122,99
21	0,09	0,59	0,68	0,68	52,47	2046	0	632.689	2,75E+07	72,22	80,00%	33,23	66,46	57,78	83,07	110,76
22	0,07	0,55	0,63	0,62	53,10	2047	0	571.815	2,81E+07	65,28	80,00%	30,03	60,06	52,22	75,08	100,11
23	0,06	0,52	0,58	0,57	53,67	2048	0	518.498	2,86E+07	59,19	80,00%	27,23	54,46	47,35	68,08	90,77
24	0,05	0,48	0,53	0,53	54,20	2049	0	471.583	2,91E+07	53,83	80,00%	24,77	49,54	43,07	61,92	82,56
25	0,04	0,45	0,49	0,49	54,69	2050	0	430.113	2,95E+07	49,10	80,00%	22,59	45,18	39,28	56,47	75,30
26	0,03	0,42	0,45	0,45	55,14	2051	0	393.293	2,99E+07	44,90	80,00%	20,66	41,31	35,92	51,64	68,85
27	0,03	0,39	0,42	0,42	55,56	2052	0	360.461	3,02E+07	41,15	80,00%	18,93	37,86	32,92	47,33	63,10
28	0,02	0,37	0,39	0,39	55,94	2053	0	331.065	3,06E+07	37,79	80,00%	17,39	34,78	30,23	43,47	57,96
29	0,02	0,34	0,36	0,36	56,30	2054	0	304.644	3,09E+07	34,78	80,00%	16,00	32,00	27,82	40,00	53,33
30	0,01	0,32	0,33	0,33	56,64	2055	0	280.809	3,12E+07	32,06	80,00%	14,75	29,50	25,64	36,87	49,16
31	0,01	0,30	0,31	0,31	56,95	2056	0	259.234	3,14E+07	29,59	80,00%	13,62	27,23	23,67	34,04	45,38
32	0,01	0,28	0,29	0,29	57,23	2057	0	239.643	3,17E+07	27,36	80,00%	12,59	25,17	21,88	31,47	41,95
33	0,01	0,26	0,27	0,27	57,50	2058	0	221.800	3,19E+07	25,32	80,00%	11,65	23,30	20,26	29,12	38,83
34	0,01	0,24	0,25	0,25	57,75	2059	0	205.506	3,21E+07	23,46	80,00%	10,79	21,59	18,77	26,98	35,98
35	0,01	0,23	0,23	0,23	57,98	2060	0	190.591	3,23E+07	21,76	80,00%	10,01	20,02	17,41	25,02	33,37
36	0,00	0,21	0,22	0,22	58,20	2061	0	176.907	3,25E+07	20,19	80,00%	9,29	18,58	16,16	23,23	30,97
37	0,00	0,20	0,20	0,20	58,40	2062	0	164.328	3,26E+07	18,76	80,00%	8,63	17,26	15,01	21,58	28,77
38	0,00	0,19	0,19	0,19	58,58	2063	0	152.743	3,28E+07	17,44	80,00%	8,02	16,04	13,95	20,06	26,74
39	0,00	0,17	0,18	0,17	58,76	2064	0	142.057	3,29E+07	16,22	80,00%	7,46	14,92	12,87	18,65	24,87
40	0,00	0,16	0,16	0,16	58,92	2065	0	132.185	3,30E+07	15,09	80,00%	6,94	13,88	12,07	17,36	23,14
41	0,00	0,15	0,15	0,15	59,07	2066	0	123.054	3,32E+07	14,05	80,00%	6,46	12,93	11,24	16,16	21,54
42	0,00	0,14	0,14	0,14	59,21	2067	0	114.588	3,33E+07	13,08	80,00%	6,02	12,04	10,47	15,05	20,06
43	0,00	0,13	0,13	0,13	59,35	2068	0	106.761	3,34E+07	12,19	80,00%	5,61	11,21	9,75	14,02	18,69
44	0,00	0,12	0,12	0,12	59,47	2069	0	99.489	3,35E+07	11,36	80,00%	5,23	10,45	9,09	13,06	17,42
45	0,00	0,11	0,12	0,11	59,58	2070	0	92.736	3,36E+07	10,59	80,00%	4,87	9,74	8,47	12,18	16,24
46	0,00	0,11	0,11	0,11	59,69	2071	0	86.462	3,37E+07	9,87	80,00%	4,54	9,08	7,90	11,35	15,14
47	0,00	0,10	0,10	0,10	59,79	2072	0	80.629	3,38E+07	9,20	80,00%	4,23	8,47	7,36	10,59	14,12
48	0,00	0,09	0,09	0,09	59,88	2073	0	75.202	3,38E+07	8,58	80,00%	3,95	7,90	6,87	9,87	13,17
49	0,00	0,09	0,09	0,09	59,97	2074	0	70.151	3,39E+07	8,01	80,00%	3,68	7,37	6,41	9,21	12,28
50	0,00	0,08	0,08	0,08	60,05	2075	0	65.449	3,40E+07	7,47	80,00%	3,44	6,87	5,98	8,59	11,46
P ₅₁₉	27,16	33,18				Tot. rifiuti conferiti	570.000									
	Prod. specifica P ₅₀		60,34			Totale produzione calcolata (teorica) Nm ³		33.962.679				metano	CH ₄ 50%	CH ₄ 57,51%	CH ₄ 40%	CH ₄ 30%
	Prod.specifica corretta P ₅ * Kp		60,05						produzione captabile Nm ³			3,13E+07	2,72E+07	3,91E+07	5,21E+07	

Dati di calcolo	incidenza Rifiuti velocemente putrescibili (% RVP)					Tempo di semitrasformazione RVP (T _{1,RVP}) - anni					Coefficiente di produzione (K _p)					99,52%							
	incidenza Rifiuti lentamente putrescibili (%RLP)					Tempo di semitrasformazione RLP (T _{1,RLP}) - anni					Prod. specifica corretta - Nm ³ /t					39,36							
	Totale rifiuti putrescibili (% RP)					Produzione specifica biogas da RVP - Nm ³ /t					Anno inizio conferimenti rifiuti					2,026							
	Umidità del rifiuto al conferimento					Produzione specifica biogas da RLP - Nm ³ /t					Durata dei conferimenti rifiuti - anni					11							
anni	Porzione rifiuto soggetta a degradazione					Produzione specifica biogas Totale - Nm ³ /t					Percentuale CH ₄ calcolata					60,03%							
	Fattore di umidità discarica (K _u)					Produzione specifica biogas Totale - Kg _{gas} /Kg _{sc}					Percentuale CO ₂ calcolata					39,97%							
	10,00%					3,48					99,52%												
	8,77%					10,43					39,36												
anni	18,77%					19,80					2,026												
	8,24%					19,75					11												
	100,00%					39,55					60,03%												
	45,00%					0,054					39,97%												
anni	Produzione Specifica Totale corretta da K _p					Cronologia Scarico Rifiuti	Scarico Annuo Rifiuti	Produzione calcolata (teorica) biogas				Efficienza captazione K _c	Produzione captabile biogas										
	P _{sc}			P _{sc}				P _{sc}		P _{sc}			CH ₄ 100%		CH ₄ 60%		CH ₄ 50%		CH ₄ 40%		CH ₄ 30%		
	P _{sc}			P _{sc}				P _{sc}		P _{sc}			LFG60		LFG50		LFG40		LFG30				
	P _{sc}			P _{sc}				P _{sc}		P _{sc}			LFG60		LFG50		LFG40		LFG30				
anni	P _{sc}					anni	t/anno	P _{sc}		P _{sc}		P _{sc}	P _{sc}		P _{sc}		P _{sc}		P _{sc}		P _{sc}		
	P _{sc}							P _{sc}		P _{sc}			P _{sc}		P _{sc}		P _{sc}		P _{sc}		P _{sc}		
	P _{sc}							P _{sc}		P _{sc}			P _{sc}		P _{sc}		P _{sc}		P _{sc}		P _{sc}		
	P _{sc}							P _{sc}		P _{sc}			P _{sc}		P _{sc}		P _{sc}		P _{sc}		P _{sc}		
1	2,08	0,82	2,90	2,89	2,89	2026	15.000	86.686	8,67E+04	9,90	75,00%	4,46	7,42	8,91	11,14	14,85							
2	2,02	1,27	4,47	4,45	7,33	2027	60.000	306.735	3,93E+05	35,02	75,00%	17,66	26,26	31,53	39,41	52,55							
3	2,62	1,18	3,81	3,79	11,12	2028	60.000	553.764	9,47E+05	63,22	75,00%	28,46	47,41	56,92	71,15	94,86							
4	2,15	1,11	3,26	3,24	14,37	2029	60.000	764.671	1,71E+06	87,29	75,00%	39,30	65,45	78,60	98,25	131,00							
5	1,76	1,04	2,80	2,78	17,15	2030	60.000	945.438	2,66E+06	107,93	75,00%	48,59	80,94	97,18	121,47	161,96							
6	1,14	0,97	2,41	2,40	19,55	2031	60.000	1.100.998	3,76E+06	125,68	75,00%	56,58	94,26	113,17	141,46	188,61							
7	1,18	0,91	2,09	2,08	21,63	2032	60.000	1.235.426	4,99E+06	141,03	75,00%	63,49	105,77	126,98	158,73	211,64							
8	0,97	0,85	1,82	1,81	23,44	2033	60.000	1.352.092	6,35E+06	154,35	75,00%	69,49	115,76	138,98	173,72	231,63							
9	0,79	0,79	1,59	1,58	25,02	2034	60.000	1.453.786	7,86E+06	165,96	75,00%	74,71	124,46	149,43	186,79	249,05							
10	0,65	0,74	1,39	1,39	26,41	2035	60.000	1.542.820	9,34E+06	176,12	75,00%	79,29	132,08	158,58	198,22	264,30							
11	0,53	0,70	1,23	1,22	27,63	2036	15.000	1.447.742	1,08E+07	165,27	75,00%	74,40	123,94	148,81	186,01	248,01							
12	0,44	0,65	1,09	1,08	28,71	2037	0	1.250.168	1,20E+07	142,71	75,00%	64,25	107,03	128,50	160,62	214,17							
13	0,36	0,61	0,97	0,96	29,67	2038	0	1.084.178	1,31E+07	123,76	75,00%	55,72	92,82	111,44	139,30	185,73							
14	0,29	0,57	0,86	0,86	30,53	2039	0	944.329	1,41E+07	107,80	75,00%	48,53	80,85	97,06	121,33	161,77							
15	0,24	0,53	0,77	0,77	31,30	2040	0	826.147	1,49E+07	94,31	75,00%	42,46	70,73	84,92	106,15	141,53							
16	0,20	0,50	0,70	0,69	32,00	2041	0	725.948	1,56E+07	82,87	75,00%	37,31	62,15	74,62	93,27	124,36							
17	0,16	0,47	0,63	0,63	32,62	2042	0	640.699	1,63E+07	73,14	75,00%	32,93	54,85	65,85	82,32	109,76							
18	0,13	0,44	0,57	0,57	33,19	2043	0	567.902	1,68E+07	64,83	75,00%	29,18	48,62	58,37	72,97	97,29							
19	0,11	0,41	0,52	0,51	33,70	2044	0	505.497	1,73E+07	57,71	75,00%	25,99	43,28	51,96	64,95	86,60							
20	0,09	0,38	0,47	0,47	34,17	2045	0	451.783	1,78E+07	51,57	75,00%	23,22	38,68	46,44	58,05	77,39							
21	0,07	0,36	0,43	0,43	34,60	2046	0	405.356	1,82E+07	46,27	75,00%	20,83	34,70	41,66	52,08	69,44							
22	0,06	0,34	0,39	0,39	34,99	2047	0	365.056	1,86E+07	41,67	75,00%	18,76	31,25	37,52	46,90	62,54							
23	0,05	0,31	0,36	0,36	35,35	2048	0	329.920	1,89E+07	37,66	75,00%	16,96	28,25	33,91	42,39	56,52							
24	0,04	0,29	0,33	0,33	35,69	2049	0	299.151	1,92E+07	34,15	75,00%	15,37	25,61	30,75	38,44	51,25							
25	0,03	0,27	0,31	0,31	35,99	2050	0	272.088	1,95E+07	31,06	75,00%	13,98	23,29	27,97	34,96	46,61							
26	0,03	0,26	0,28	0,28	36,27	2051	0	248.181	1,97E+07	28,33	75,00%	12,75	21,25	25,51	31,89	42,52							
27	0,02	0,24	0,26	0,26	36,53	2052	0	226.970	1,99E+07	25,91	75,00%	11,66	19,43	23,33	29,16	38,88							
28	0,02	0,22	0,24	0,24	36,78	2053	0	208.072	2,01E+07	23,75	75,00%	10,69	17,81	21,39	26,73	35,64							
29	0,01	0,21	0,23	0,22	37,00	2054	0	191.168	2,03E+07	21,82	75,00%	9,82	16,37	19,65	24,56	32,75							
30	0,01	0,20	0,21	0,21	37,21	2055	0	175.989	2,05E+07	20,09	75,00%	9,04	15,07	18,09	22,61	30,15							
31	0,01	0,18	0,19	0,19	37,40	2056	0	162.308	2,07E+07	18,53	75,00%	8,34	13,90	16,68	20,85	27,80							
32	0,01	0,17	0,18	0,18	37,58	2057	0	149.434	2,08E+07	17,17	75,00%	7,71	12,84	15,41	19,76	25,69							
33	0,01	0,16	0,17	0,17	37,75	2058	0	138.707	2,10E+07	15,83	75,00%	7,13	11,87	14,26	17,82	23,76							
34	0,01	0,15	0,16	0,16	37,90	2059	0	128.488	2,11E+07	14,67	75,00%	6,60	11,00	13,21	16,51	22,01							
35	0,00	0,14	0,15	0,15	38,05	2060	0	119.162	2,12E+07	13,60	75,00%	6,12	10,20	12,25	15,31	20,41							
36	0,00	0,13	0,14	0,14	38,18	2061	0	110.629	2,13E+07	12,63	75,00%	5,69	9,47	11,37	14,21	18,95							
37	0,00	0,12	0,13	0,13	38,31	2062	0	102.802	2,14E+07	11,74	75,00%	5,28	8,80	10,57	13,21	17,61							
38	0,00	0,12	0,12	0,12	38,43	2063	0	95.607	2,15E+07	10,91	75,00%	4,91	8,19	9,83	12,28	16,38							
39	0,00	0,11	0,11	0,11	38,54	2064	0	88.981	2,16E+07	10,16	75,00%	4,57	7,62	9,15	11,43	15,24							
40	0,00	0,10	0,10	0,10	38,64	2065	0	82.868	2,17E+07	9,46	75,00%	4,26	7,09	8,52	10,65	14,20							
41	0,00	0,09	0,10	0,10	38,74	2066	0	77.219	2,18E+07	8,81	75,00%	3,97	6,61	7,94	9,92	13,23							
42	0,00	0,09	0,09	0,09	38,83	2067	0	71.992	2,18E+07	8,22	75,00%	3,70	6,16	7,40	9,25	12,33							
43	0,00	0,08	0,08	0,08	38,91	2068	0	67.148	2,19E+07	7,67	75,00%	3,45	5,75	6,90	8,63	11,50							
44	0,00	0,08	0,08	0,08	38,99	2069	0	62.655	2,20E+07	7,15	75,00%	3,22	5,36	6,44	8,05	10,73							
45	0,00	0,07	0,07	0,07	39,06	2070	0	58.483	2,20E+07	6,68	75,00%	3,01	5,01	6,01	7,51	10,02							
46	0,00	0,07	0,07	0,07	39,13	2071	0	54.605	2,21E+07	6,23	75,00%	2,81	4,67	5,61	7,02	9,35							
47	0,00	0,06	0,06	0,06	39,19	2072	0	50.998	2,21E+07	5,82	75,00%	2,62	4,37	5,24	6,55	8,74							
48	0,00	0,06	0,06	0,06	39,25	2073	0	47.640	2,22E+07	5,44	75,00%	2,45	4,08	4,90	6,12	8,16							
49	0,00	0,06	0,06	0,06	39,31	2074	0	44.513	2,22E+07	5,08	75,00%	2,29	3,81	4,58	5,72	7,63							
50	0,00	0,05	0,05	0,05	39,36	2075	0	41.598	2,23E+07	4,75	75,00%	2,14	3,56	4,28	5,34	7,13							
P _{sc0}		19,80	19,75	39,55	Tot. rifiuti conferiti			570.000															
Prod. specifica P _{sc0}		39,55			Totale produzione calcolata (teorica) Nm ³			22.265.098						metano									
Prod. specifica corretta P _{sc} * K _p		39,36												CH ₄ 60%									
														CH ₄ 50%									
														CH ₄ 40%									
														CH ₄ 30%									

flusso che si genera al contatto con la discontinuità geologica rappresentata dal telo in hdpe posto alla base dello strato drenante.

La configurazione finale approvata con il raccordo morfologico viene riassunta nella figura successiva:

- a. pozzi verticali realizzati in corso d'opera o trivellati;
- b. drenaggi sub-orizzontali da posizionare ad intervalli regolari nello strato 4 della copertura superficiale finale;
- c. drenaggio posto al contatto tra cumuli esistenti sui lati est ed ovest e nuovo strato drenante approntato per la gestione del biogas, anch'esso da posizionare nello strato 4 della copertura.

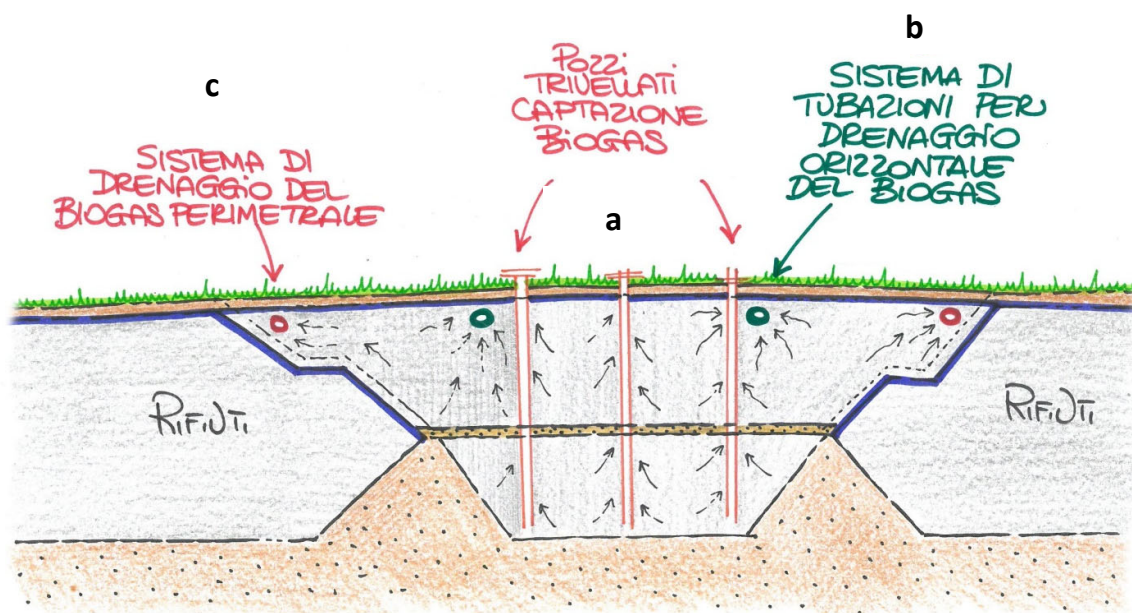


Figura 10 – Sezione tipologica dei vari sistemi previsti per la captazione del biogas approvati con il raccordo morfologico

Il presente progetto prevede di estendere il criterio su descritto all'intera area sopraelevata, provvedendo all'innalzamento delle sezioni terminali dei pozzi esistenti (operazione già descritta per i pozzi del percolato) e alla trivellazione di nuovi pozzi verticali, così da ottenere un reticolo di aspirazione distribuito in modo omogeneo sull'intera superficie di discarica.

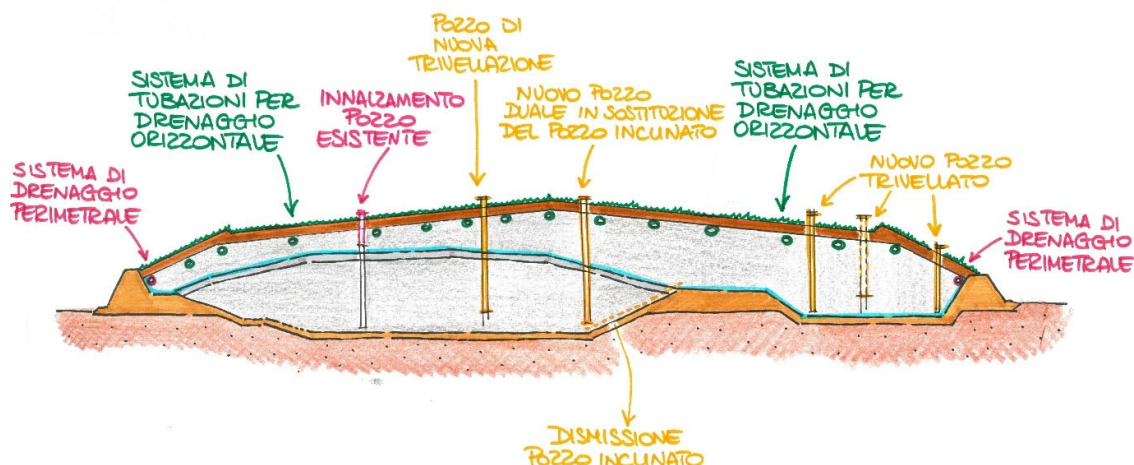


Figura 11 – Sezione tipologica dei vari sistemi previsti per la captazione del biogas previsti in progetto

Il biogas aspirato verrà convogliato tramite tubazioni in hdpe $\varnothing 90$ (dorsali secondarie) verso gli 8 presidi di gestione e, da qui, tramite tubazioni in hdpe $\varnothing 160$ (dorsali principali) a 2 skid di raccordo da installare al fine di ottimizzare il trasporto del biogas, così che in arrivo alla stazione di aspirazione vi saranno solo due linee principali in hdpe $\varnothing 200$. Tutto il reticolo verrà mantenuto in aspirazione con compressori multistadio che assicurano che tutto il flusso sia aspirato e trattato, limitando le perdite in atmosfera alle sole inefficienze potenzialmente presenti nella copertura.

Tutte le stazioni di regolazione, così come avviene attualmente, sono dotate di un sistema per la separazione della condensa: i barilotti di accumulo della condensa sono collegati ad un pozzetto di raccolta da dove, per gravità, la condensa viene conferita alla rete di raccolta del percolato.

Si rimanda alla *Tavola n. 5.1 - Planimetria generale del sistema di captazione del biogas* per la disposizione planimetrica di tutti i sistemi di aspirazione sopra descritti.

Per quanto riguarda il trattamento richiesto dalla norma, si conferma che lo stesso è condotto per combustione, assicurato con un impianto dotato di generatore elettrico alimentato a biogas ed una torcia a camera aperta, con caratteristiche così riassunte:

- Portata totale aspirazione $750 \text{ Nm}^3/\text{h}$;
- Portata totale combustione $750 \text{ Nm}^3/\text{h}$;
- Depressione di aspirazione da -10 a -150 mbar;
- Pressione di mandata da -20 a -150 mbar;
- Temperatura di combustione nella torcia a camera aperta compresa tra 850 e 1000 °C.

Rispetto alla sezione di **valorizzazione energetica del biogas**, gestito da Sinergas Impianti s.r.l., società del Gruppo AIMAG, si evidenzia che è stata autorizzata dalla Provincia di Modena ai sensi dell'art. 12 del D.lgs. 387/2003 con determinazione n. 44 del 30/01/2012, poi integrata dall'Autorizzazione Integrata Ambientale di ARPAE n. DET-AMB-2016-4652 del 23/11/2016, che regola la gestione operativa dell'impianto.

L'impianto autorizzato si componeva originariamente di 2 gruppi elettrogeni: uno di marca Jenbacher con potenza elettrica di 800 kWe e uno di marca Iveco Aifo con potenza elettrica di 199 kWe.

Con DET-AMB-2018-5968 del 16/11/2018 è stata approvata da ARPAE una proposta di modifica impiantistica, che prevedeva la sostituzione del motore Jenbacher con depotenziamento complessivo dell'impianto di cogenerazione e l'installazione di un termoreattore (post combustore) per il trattamento dei fumi emessi dal nuovo cogeneratore.

L'impianto di cogenerazione approvato era così costituito:

- M1: motore Jenbacher JGS 312 con potenza elettrica di 499 kWe,
- M2: motore Iveco Aifo con potenza elettrica di 199 kWe.

Con ultima modifica non sostanziale di AIA, con atto n. DET-AMB-2025-4217 del 22/07/2025, è avvenuta la dismissione del gruppo elettrogeno M2, allo stato attuale rimane attivo il solo motore M1 da 499 kWe.

Come già anticipato al paragrafo precedente, stante la produzione attesa di biogas dai nuovi volumi di progetto, non è richiesto un adeguamento delle sezioni di aspirazione e trattamento in essere.

9. OPERAZIONI DI COPERTURA.

Nella normale gestione delle discariche uno degli aspetti di più difficile soluzione è quello relativo alle **coperture giornaliere e finali dei rifiuti**.

In generale la copertura ha lo scopo di:

- separare i rifiuti dall'ambiente superficiale;
- impedire o limitare l'infiltrazione di acqua nell'ammasso;
- impedire o limitare la fuoriuscita di liquidi dal corpo di discarica;
- controllare il rilascio di biogas dallo stesso;
- consentire il ripristino dell'area ed il suo recupero all'uso.

Per soddisfare queste esigenze la copertura deve essere in grado di affrontare ogni situazione meteorologica della zona in cui è realizzata la discarica e garantire adeguati presidi gestionali anche nella fase operativa, dove la copertura ha scopi temporanei riconducibili essenzialmente alla mitigazione degli aspetti visivi ed eolici.

Il progetto della copertura finale della discarica è realizzato in funzione:

- della merceologia e del trattamento a cui sono stati sottoposti i rifiuti;
- del tipo di manutenzione e controllo dell'efficienza della copertura nel tempo;
- degli eventuali riutilizzi futuri della superficie di copertura.

E' il caso di sottolineare che la copertura finale interessa un ammasso di rifiuti ancora in fase di assestamento e, quindi, una superficie soggetta a deformazioni e cedimenti differenziali, che possono pregiudicare l'integrità e l'efficienza della copertura stessa.

A questo proposito è auspicabile ricorrere inizialmente all'esecuzione di una **copertura provvisoria** tale da proteggere il cumulo durante la maggior parte dell'assestamento dopo di che, trascorso un tempo ragionevole, si provvederà a realizzare una copertura finale.

In fase di progetto occorre comunque considerare anche altri fattori che possono mettere in crisi l'efficienza della barriera:

- variazioni atmosferiche di temperatura, che possono dare origine sia a fenomeni di gelo-disgelo fino a profondità significative, sia a cicli di bagnature e essiccamenti dovuti alle condizioni atmosferiche;
- penetrazione di radici e di animali negli strati sotterranei;
- problemi di stabilità delle scarpate;
- traffico veicolare sulle strade di trasporto che attraversano la copertura;
- erosione ad opera del vento e dell'acqua.

La copertura di progetto tiene conto di quanto sopra descritto e delle tecnologie attualmente presenti sul mercato per la costruzione del capping definitivo delle discariche. Inoltre garantisce ottimi risultati relativamente alla produzione del percolato e delle esigenze connesse alla produzione e captazione del biogas e si pone obiettivi ragionevoli, per quanto attiene l'uso delle materie prime, anche in termini di impatto ambientale, così riassumibili:

- migliorare la captazione del biogas ed estenderla su gran parte dell'area di discarica;
- evitare la formazione di acquiferi sospesi o la loro alimentazione dalla copertura finale, anche in funzione di fenomeni di assestamento dei rifiuti, peraltro sempre presenti in discariche come quella in esame;

- garantire il corretto smaltimento delle acque meteoriche dell'intera copertura;
- accelerare il processo di inerbimento delle coperture e garantire un adeguato ripristino ambientale dell'area.

Il punto 2.4.3, Allegato 1 del D.lgs. 36/2003, così come integrato dal recente D.lgs. 121/2020, prevede che la copertura finale debba essere realizzata “ ..mediante una struttura multistrato costituita, dall'alto verso il basso, almeno dai seguenti strati:

1. *strato superficiale di copertura con spessore maggiore o uguale a 1 m che favorisca lo sviluppo delle specie vegetali di copertura ai fini del piano di ripristino ambientale e fornisca una protezione adeguata contro l'erosione e di proteggere le barriere sottostanti dalle escursioni termiche;*
2. *strato drenante di materiale granulare con spessore $s \geq 0,5$ m di idonea trasmissività e permeabilità ($K > 10^{-5}$ m/s). Tale strato può essere sostituito da un geocomposito di drenaggio di caratteristiche prestazionali equivalenti, ovvero in grado di drenare nel suo piano la portata meteorica di progetto, valutata con un tempo di ritorno pari ad almeno 30 anni. In ogni caso lo strato drenante va protetto con un idoneo filtro naturale o di geotessile per prevenire eventuali intasamenti connessi al trascinamento del materiale fine dello strato superficiale di copertura;*
3. *strato minerale compattato dello spessore $s \geq 0,5$ m e di conducibilità idraulica $k \leq 1 \times 10^{-8}$ m/s integrato da un rivestimento impermeabile superficiale...(omissis) protetto con un opportuno strato costituito da idoneo materiale naturale o artificiale, per evitare il danneggiamento connesso agli agenti atmosferici ed ai carichi agenti durante la fase costruttiva. Lo strato minerale compattato di spessore inferiore può essere completato con materiali geosintetici di impermeabilizzazione, garantendo che nell'insieme la prestazione in termini di tempo di attraversamento della barriera sia equivalente. Particolari soluzioni progettuali nella realizzazione dello strato minerale compattato delle parti con pendenza superiore a 30°, che garantiscano comunque una protezione equivalente, potranno eccezionalmente essere adottate e realizzate anche con spessori inferiori a 0,5 m, a condizione che vengano approvate dall'ente territoriale competente;*
4. *strato di drenaggio del gas e di rottura capillare, con spessore maggiore o uguale a 0,5 m di idonea trasmissività e permeabilità al gas in grado di drenare nel suo piano la portata di gas prodotta dai rifiuti. In ogni caso lo strato drenante va protetto con un idoneo materiale naturale o sintetico.*
5. *strato di regolarizzazione con la funzione di permettere la corretta messa in opera degli strati sovrastanti*

... In ogni caso dovranno essere esaminate e garantite le verifiche di stabilità della copertura in condizioni statiche e sismiche, con verifiche condotte in corrispondenza di tutte le possibili superfici di scorrimento che comprendano tutte le interfacce dei materiali utilizzati in accordo con le Norme Tecniche per le Costruzioni vigenti. A tal fine il pacchetto prima descritto può essere completato con idonei con geosintetici di rinforzo ...”.

Nel rispetto di quanto indicato dalla norma, al termine delle attività di conferimento rifiuti all'interno della discarica si prevede la predisposizione nelle aree sub-pianeggianti sommitali di un'adeguata copertura provvisoria, finalizzata ad isolare la massa dei rifiuti in corso di

assestamento in attesa della realizzazione della copertura finale.

La **copertura provvisoria** sarà realizzata con i primi strati del capping finale (strato di regolarizzazione, strato di drenaggio del gas e soprastante geomembrana in ldp di sacrificio) così da anticipare ed ottimizzare le operazioni di sigillatura finale della discarica, e sarà oggetto di continua manutenzione al fine di consentire il regolare deflusso delle acque superficiali e di minimizzarne l'infiltrazione nella discarica.

Dopo due anni, periodo in cui ci si attende sia terminato il primo assestamento dei rifiuti, si provvederà al completamento del pacchetto di **copertura finale** della discarica che, nel rispetto dei criteri di cui al punto 2.4.3 dell'allegato 1 del D.lgs. 36/2003 e s.m.i., sarà composto da:

- . strato di regolarizzazione (strato 5) con spessore variabile,
- . strato di drenaggio del gas (strato 4) composto da uno strato di almeno 50 cm di materiale drenante, integrato nella parte superiore da un geocomposito drenante;
- . strato impermeabile (strato 3) composto da uno strato di almeno 50 cm con $k \leq 1 \times 10^{-8}$ m/s integrato nella parte superiore da un rivestimento impermeabile superficiale;
- . strato di drenaggio delle acque meteoriche (strato 2) da realizzare mediante la stesa di un geocomposito drenante;
- . strato superficiale (strato 1) con spessore minimo previsto in almeno 100 cm.

Nel contempo si procederà alla realizzazione della **rete di captazione del biogas** prevista in copertura.

Nel seguito si esaminano gli aspetti costruttivi della copertura finale ed i risultati attesi in termini di gestione/controllo delle emissioni dalla copertura stessa (si procede all'approfondimento di detti strati procedendo dal basso verso l'alto per meglio indicarne le fasi operative).

◆ Strato di regolarizzazione (5)

Si propone di realizzare lo strato con impiego di terra e/o di sottoprodotti e/o tramite recupero di end of waste previo nulla osta di ARPAE di Modena e/o tramite recupero R5 dei seguenti rifiuti:

- EER 01 05 07 (fanghi di prospezione geologica trattati a base acquosa);
- EER 17 01 03 (mattonelle e ceramiche);
- EER 17 01 07 (miscugli o scorie di cemento, mattoni, mattonelle e ceramiche);
- EER 17 05 04, 17 05 06 e 20 02 02 (terra e rocce);
- EER 17 09 04 (rifiuti misti dell'attività di costruzione e demolizione);
- EER 19 05 03 (biostabilizzato - compost fuori specifica).

◆ Strato di drenaggio del gas (4)

Va detto che il D.lgs. 36/2003 e s.m.i. specifica, al punto 2.5 dell'allegato 1, diversi aspetti connessi al sistema di captazione e combustione del gas di discarica, senza introdurre criteri restrittivi o vincolanti rispetto al sistema di estrazione.

Gli unici aspetti che la norma si preoccupa di evidenziare sono quelli connessi alla durata nel tempo dei sistemi di aspirazione, che devono essere compatibili con gli assestamenti attesi e la gestione del percolato.

Lo strato drenante previsto nella copertura finale rappresenta uno dei vari elementi che occorre prevedere per la corretta gestione delle emissioni gassose dal corpo di discarica, che non può essere trascurato o sostituito con soluzioni alternative. In effetti alcune zone dell'impianto possono essere messe efficacemente in depressione solo attraverso lo strato drenante di copertura, evitando così la possibile formazione di ristagni all'interno della discarica o, ancor peggio, l'eventuale diffusione di gas nell'atmosfera attraverso la copertura finale.

Come già sottolineato, la norma è molto attenta nella definizione dei principi ma non indica sistemi vincolanti o procedure standardizzate di progettazione. Per la valutazione delle prestazioni connesse allo strato drenante si fa perciò riferimento all'impianto di discarica in esame, ed alle dotazioni già realizzate e/o da realizzare.

La discarica per rifiuti non pericolosi in oggetto è già caratterizzata da un articolato sistema di aspirazione del biogas che verrà adeguato con l'intervento in progetto.

Per quanto attiene la composizione dello strato drenante di copertura, si propone uno strato di almeno 50 cm di materiale inerte naturale e/o end of waste e/o sottoprodotti e/o tramite recupero R5 di rifiuti idonei autorizzati per la realizzazione di coperture giornaliere ed intermedie

- EER 17 09 04 (rifiuti misti dell'attività di costruzione e demolizione);
- EER 17 01 07 (miscugli o scorie di cemento, mattoni, mattonelle e ceramiche);

integrato nella parte superiore da un geocomposito drenante.

◆ Strato di impermeabilizzazione (3)

Nell'ambito della costruzione della copertura della discarica, la separazione fisica tra i due strati drenanti viene prevista con uno strato di impermeabilizzazione da realizzare mediante la stesa di uno strato di 50 cm con $k \leq 1 \times 10^{-8}$ m/s integrato nella parte superiore con la posa di una geomembrana in polietilene ad alta densità (hdpe) da 1,5 mm. Lo strato di 50 cm sarà realizzato con terreno e/o sottoprodotti e/o end of waste e/o rifiuti a codice EER previsto per tale scopo (operazione di recupero R5 ai sensi dell'allegato C alla parte IV del D.lgs. 152/2006):

- EER 01 04 09 (scarti di sabbia e argilla),
- EER 01 04 13 (rifiuti prodotti dalla lavorazione della pietra, diversi da quelli di cui alla voce 01 04 07),
- EER 01 05 07 (fanghi di prospezione geologica trattati a base acquosa),
- EER 17 05 04 (terra e rocce, diverse da quelle di cui alla voce 17 05 03),
- EER 19 12 09 Minerali (ad esempio sabbia, rocce).

La geomembrana verrà protetta inferiormente da un geotessile da 500 g/m².

◆ Strato drenante (2)

Lo strato in esame è quello indicato con il numero 2 al punto 2.4.3. dell'allegato 1 al D.lgs.

36/2003: “.. 2. strato drenante di materiale granulare con spessore $s \geq 0,5$ m di idonea trasmissività e permeabilità ($K > 10^{-5}$ m/s). Tale strato può essere sostituito da un geocomposito di drenaggio di caratteristiche prestazionali equivalenti, ovvero in grado di drenare nel suo piano la portata meteorica di progetto, valutata con un tempo di ritorno pari ad almeno 30 anni..”.

Al fine di realizzare un pacchetto di copertura altamente preformante, con ridotti interventi di manutenzione ed efficacia garantita nel tempo e al contempo evitare l'utilizzo di risorse naturali, si propone, come esplicitamente ammesso dalla norma, una soluzione che prevede la sostituzione dello strato in materiale granulare con un geocomposito drenante artificiale, capace di garantire le stesse proprietà drenanti.

Considerando uno strato di materiale granulare delle seguenti caratteristiche:

- spessore: $s = 0.5$ m (spessore);
- permeabilità $k = 10^{-4}$ m/s

e un'inclinazione del profilo di discarica nelle parti sub-pianeggianti nell'ordine del 10% e nelle scarpate nell'ordine del 50%, applicando la legge di Darcy si ottiene una portata idraulica (ai liquidi) specifica su lunghezza unitaria pari a:

$q_{ghiaia} = k_{ghiaia} * s * i = 1 * 10^{-4} * 0.5 * 0.5 = 0.025 * 10^{-3} \text{ m}^3 / \text{s} / \text{m} = 0.025 \text{ l/m/s}$ per le parti sommitali,

$q_{ghiaia} = k_{ghiaia} * s * i = 1 * 10^{-4} * 0.5 * 0.1 = 0.005 * 10^{-3} \text{ m}^3 / \text{s} / \text{m} = 0.005 \text{ l/m/s}$ per le scarpate.

Trovata la portata in ingresso ad uno strato in ghiaia, in fase esecutiva dovrà essere individuato un geocomposito che soddisfi l'equivalenza nelle condizioni di pioggia specifiche dell'area e lunghezze assunte in progetto.

◆ Strato superficiale (1)

Il pacchetto di copertura definitiva termina con uno “*strato superficiale di copertura con spessore maggiore o uguale a 1 m che favorisca lo sviluppo delle specie vegetali di copertura ai fini del piano di ripristino ambientale e fornisca una protezione adeguata contro l'erosione e di proteggere le barriere sottostanti dalle escursioni termiche*”.

Questo strato ha lo scopo di rimodellare la copertura della discarica, soggetta a cedimenti differenziali dovuti all'assestamento del rifiuto, attribuendo la forma “baulata”, peraltro imposta anche agli strati sottostanti, per garantire il deflusso delle acque di scorrimento superficiale.

Lo strato superficiale fornisce adeguata protezione contro l'erosione, protegge le barriere sottostanti dalle escursioni termiche e favorisce lo sviluppo delle specie vegetali di copertura, ai fini del piano di ripristino ambientale.

Lo strato verrà realizzato con uno spessore di almeno 100 cm di terreno naturale, con possibilità di utilizzare per uno spessore di 50 cm nella parte inferiore, biostabilizzato miscelato a terreno nella proporzione del 50%.

Come richiesto dalla norma, sono state elaborate specifiche **verifiche di stabilità della copertura finale**, riportate nell'*Elaborato n. 6 - "Verifiche di stabilità della copertura definitiva e del pacchetto dei teli in sponda"*.

La verifica della copertura finale è stata condotta individuando l'interfaccia critica, quindi quella che governa la stabilità del pacchetto multistrato, che nel nostro caso risulta essere quella al contatto tra la geomembrana in HDPE ed il geocomposito drenante che corredera lo strato drenante delle acque meteoriche di infiltrazione e tra il geocomposito drenante dello strato dei gas e lo strato impermeabile soprastante.

Dalle verifiche effettuate, condotte ai sensi delle NTC 2018, per la copertura finale in corrispondenza delle scarpate con inclinazione di circa 26,5° risulta necessario inserire una geogriglia di rinforzo che assicuri la stabilità degli strati posti al di sopra dell'interfaccia critica, opportunamente ancorata.

Sulle scarpate il progetto prevede pertanto l'inserimento di una **geogriglia di rinforzo** con resistenza a trazione a breve termine **da 400 kN/m tra geotessile del geocomposito drenante e terreno vegetale**, ancorata in sommità mediante trincea di ancoraggio rettangolare ad L e di **geogriglie di rinforzo** con resistenza a trazione a breve termine di almeno **100 kN/m tra geocomposito drenante e strato impermeabile**, ancorata in sommità mediante ancoraggio lineare, quindi senza realizzazione di una trincea di ancoraggio e con zavorramento assicurato dagli strati collocati al di sopra della geogriglia.

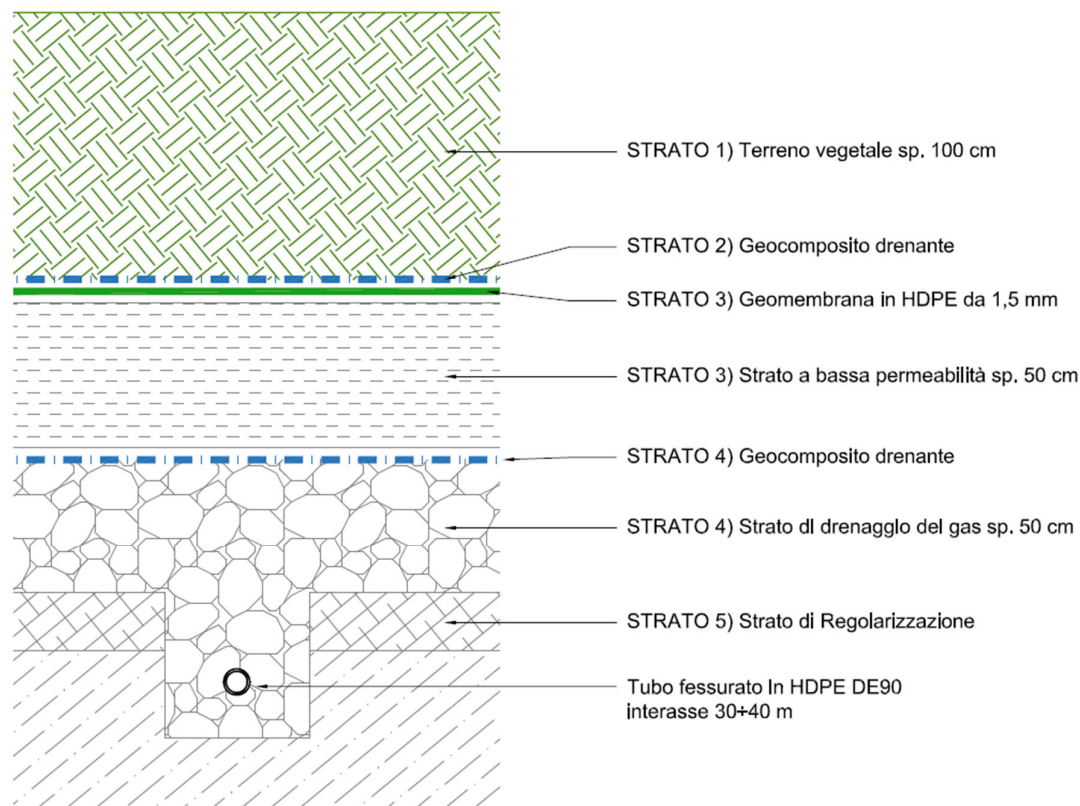


Figura 12 – Pacchetto di copertura previsto nelle parti pianeggianti

10. STABILITÀ.

A seguito dell'applicazione del D.lgs. 121/2020, il D.lgs. 36/2003 prevede che:

“ .. Nella fase di caratterizzazione geologica del sito è necessario accertare, a mezzo di specifiche indagini e prove geotecniche, che il substrato geologico, in considerazione della morfologia della discarica e dei carichi previsti nonché delle condizioni operative, non vada soggetto a cedimenti tali da danneggiare i sistemi di protezione ambientale della discarica.

.....

Deve essere, altresì, verificata in fase di progetto, in corso d'opera e per tutte le diverse fasi di vita della discarica, la stabilità del fronte dei rifiuti abbancati, delle sponde dell'invaso laddove esistenti e la stabilità dell'insieme terreno di fondazione-discardica nonché la stabilità delle coperture.

Le verifiche di stabilità che interessano il corpo dei rifiuti, il fronte dei rifiuti abbancati e l'insieme terreno di fondazione-discardica, devono essere eseguite considerando quanto stabilito nelle Norme Tecniche per le Costruzioni vigenti con riferimento alle opere di materiali sciolti e fronti di scavo, sia in condizioni statiche che in presenza di azioni sismiche.

...

Inoltre, devono essere condotte le verifiche di stabilità del manufatto, dei terreni di fondazione e lungo le superfici di scorrimento che comprendano anche le interfacce tra i diversi materiali utilizzati, sia in condizioni statiche sia in condizioni sismiche così come previsto dalle Norme Tecniche per le Costruzioni vigenti..”.

I temi relativi alla stabilità del cumulo rifiuti e dei cedimenti sono ampiamente trattati sia nell'*Elaborato 4 – “Relazione geologica”* che nell'*Elaborato n. 5 - Verifiche geotecniche sulla stabilità del corpo arginale della discarica.*

Per quanto riguarda le valutazioni nei confronti della copertura finale e del pacchetto di teli in sponda del fondo invasato, si rimanda all'*Elaborato 6 – “Verifiche di stabilità della copertura definitiva e del pacchetto dei teli in sponda”*, di cui si è già parlato al capitolo precedente per i rinforzi previsti in copertura. In tale documento sono state altresì elaborate verifiche per il dimensionamento della trincea di ancoraggio dei teli artificiali posati in sponda per l'impermeabilizzazione del fondo invasato.

11. DISTURBI ED IMPATTI

Come indica il punto 2.6 del D.lgs. 36/2003 e s.m.i., il gestore degli impianti di discarica per rifiuti non pericolosi e pericolosi deve adottare misure idonee a ridurre al minimo i disturbi ed i rischi provenienti dalla discarica causati da:

Emissioni di odori

Le emissioni di odori sono essenzialmente riconducibili alla dispersione in atmosfera del gas di discarica; in funzione della tipologia di rifiuti speciali che si intende conferire nei volumi di progetto, ci si attende una modesta produzione di biogas e quindi di emissioni odorogene. Ad ogni modo il progetto prevede la copertura giornaliera dei rifiuti con le modalità riportate nel capitolo 12 e prevede la coltivazione per fasi, riducendo le aree scoperte in conferimento e chiudendo man mano le porzioni di discarica esaurite.

Produzione di polvere

La produzione di polvere deriva principalmente dalle attività di movimentazione di terre e inerti, messe in atto ad esempio per la sopraelevazione delle arginature, la copertura giornaliera, provvisoria e definitiva, la creazione di viabilità interne di conferimento, etc.

La stessa attività di scarico dei rifiuti contribuisce inoltre alla produzione di tale impatto, così come la temporanea permanenza di superfici di conferimento aperte o coperte con terre caratterizzate da un basso contenuto di umidità.

Per evitare, o perlomeno limitare il più possibile l'emissione di polveri in atmosfera durante la fase di gestione dell'impianto, verranno adottate le seguenti precauzioni:

- limitare la superficie dei rifiuti esposta agli agenti atmosferici;
- procedere giornalmente alla copertura del cumulo di rifiuti;
- innaffiare i piazzali e la viabilità interna;
- in prossimità del fronte della discarica potranno, se reputato necessario, posizionare schermi mobili in rete metallica plastificata, secondo la direzione del vento dominante, di altezza utile a trattenere i materiali leggeri sollevati dal vento;
- coltivare la discarica in modo che la superficie sia realizzata e mantenuta con forme regolari, per evitare la formazione di ristagni o pozzanghere, che favoriscono la proliferazione degli insetti;
- le ruote dei mezzi in uscita dalle aree di conferimento e di stoccaggio saranno lavate tramite apposito lavaruote già presente e funzionante presso l'impianto.

Per limitare le emissioni di polveri derivanti dalla movimentazione dei materiali terrigeni e dal transito dei mezzi sulle piste di cantiere, è necessario applicare le seguenti misure:

- prevedere l'umidificazione delle vie di transito e, se necessario, dei depositi temporanei di terre e di inerti;
- prevedere, per il trasporto degli inerti, un sistema di copertura dei cassoni con teloni.

Materiali trasportati dal vento

Caso particolare del precedente, quello del trasporto di materiali dal vento riguarda principalmente le parti leggere contenute nei rifiuti (plastica e carta).

Come già indicato si provvederà, in presenza di aree di scarico poste al di sopra del piano campagna, all'eventuale integrazione delle barriere in terra con schermi mobili in rete metallica plastificata, collocati in funzione della direzione dominante del vento.

Rumore

Per quanto riguarda i disturbi causati dal rumore indotto dall'attività di smaltimento, si fa presente che la quantità di rifiuto conferito giornalmente è assai limitata. In ogni caso l'operatore addetto alla movimentazione dei rifiuti all'interno della discarica dovrà utilizzare gli idonei dispositivi di protezione individuale (tappi, cuffie).

Inoltre, per regolamentare il traffico diretto all'impianto generato dai mezzi pesanti in ingresso o in uscita, ed attenuare il conseguente livello di rumore, dovrà essere predisposta una zona a limitazione della velocità sulle strade di accesso alla discarica. Saranno inoltre adottate altre misure di mitigazione attiva quali: la manutenzione periodica del manto delle strade di servizio dell'impianto, la regolare manutenzione dei mezzi d'opera, il rispetto degli orari di attività.

Traffico

I contributi che incidono maggiormente sul traffico indotto nella fase gestionale del progetto sono legati al conferimento dei rifiuti in discarica e allo smaltimento del percolato presso impianti esterni, quest'ultimo, come già visto in precedenza, tenderà a calare in modo significativo a partire dal 2028 in cui si prevede la messa a regime dell'impianto di trattamento in loco del percolato prodotto.

Il trasporto dei rifiuti in discarica verrà effettuato con automezzi certificati ed autorizzati allo scopo, ipotizzando un 80% di trasporto rifiuti con bilici (carico medio di 25 tonnellate) e il restante 20% con cassoni (carico medio di 15 tonnellate).

Il trasporto dei materiali da utilizzare nei volumi tecnici (EoW, inerti a recupero R5, biostabilizzato in R11) avviene di norma con cassoni (carico medio di 15 tonnellate).

Il trasporto del percolato/concentrato continuerà ad essere prelevato e smaltito esternamente con cisterne da 30 m³ (carico utile di 28 tonnellate).

Assumendo uno smaltimento annuo di 50.000 tonnellate di rifiuti in D1, 10.000 di biostabilizzato e 5.145 di altre tonnellate di rifiuti che occupano i volumi tecnici (considerando il totale di 48.874 su 9,5 anni), si ottiene un traffico giornaliero di pezzi pesanti in ingresso all'impianto di circa 13 mezzi.

Rifiuti a smaltimento (D1) (t)	EoW, rifiuti a recupero R5 e FOS in R11, nei volumi tecnici (t)	Conferimenti medi giornalieri dei rifiuti in D1 con bilici	Conferimenti medi giornalieri dei rifiuti in D1 con cassoni	Conferimenti medi giornalieri di EoW, rifiuti a recupero R5 e FOS in R11	Totale mezzi / giorno
50.000	15.145	6,2	2,6	3,9	12,6

A questi si aggiungono le autocisterne in uscita per il trasporto del percolato o concentrato ad impianti esterni che, come visto al paragrafo 5.1, sono stimate al massimo 3 al giorno finché non

verrà attivato l'impianto di trattamento del percolato.

Si stimano dunque circa 16 mezzi pesanti al giorno per la conduzione ordinaria dell'impianto.

Uccelli, parassiti ed insetti

Al fine di evitare l'accesso a volatili e roditori al cumulo di rifiuti, e quindi evitare possibili dispersioni dei rifiuti in aree prossime alla discarica, si provvede a ricoprire giornalmente i rifiuti utilizzando i materiali elencati nel capitolo dedicato alle modalità ed ai criteri di coltivazione.

Al fine di prevenire la proliferazione di insetti e roditori, vengono inoltre adottate le seguenti modalità operative:

- la gestione della discarica avviene per lotti di limitata ampiezza;
- una volta conferiti i rifiuti nei lotti abbancamento, si procede all'immediata stesura e compattazione dei rifiuti e a fine giornata alla copertura giornaliera;
- particolare attenzione viene dedicata ai rifiuti scoperti ed alle zone dove si manifestano crepe nel materiale di copertura;
- è necessario che la superficie della discarica sia creata regolare e mantenuta tale, per non consentire la formazione di ristagni o pozzanghere, che favoriscono la moltiplicazione degli insetti.

Periodicamente vengono svolti interventi di demuscazione e derattizzazione; i trattamenti di demuscazione e derattizzazione vengono svolti dal personale di Ditte specializzate.

Formazione di aerosol

Nella discarica non vengono, di norma, smaltiti rifiuti provenienti da trattamenti che sviluppino fenomeni esotermici, con emissione di vapori pertanto è da escludere il verificarsi della formazione di aerosol.

Incendi

Le attrezzature più idonee per l'efficace adozione di misure antincendio sono da ricondurre a cumuli di terra, disposti in posizione strategica rispetto alla zona di conferimento (sopraelevata o comunque nelle vicinanze) con cui procedere all'eliminazione della fornitura di comburente (aria) all'incendio.

Le misure da adottarsi in casi del genere sono da ricondurre all'attuazione del Piano relativo alla gestione delle emergenze compilata dalla Proprietà, anche in funzione del tipo di gestione adottata, in cui sono specificati:

- gli obiettivi da raggiungere;
- il personale coinvolto;
- le attrezzature e le macchine operatrici per l'emergenza;
- le operazioni da svolgere.

Per la sorveglianza, il controllo e la manutenzione delle attrezzature adottate occorrerà attenersi alle seguenti norme:

ATTREZZATURE E IMPIANTI ANTINCENDIO	NORMA DI RIFERIMENTO	CONTROLLO	PERIODICITÀ
ESTINTORI	UNI 1866-1:2008 UNI 9994 UNI EN 3/1	posizione carica stato segnaletica pressione funzionamento e manutenzione ricarica	mensile mensile semestrale

12. ACCESSO AL SITO

L'accesso alla discarica per rifiuti non pericolosi sarà quello attualmente utilizzato per l'impianto esistente, ovvero la viabilità secondaria di via Campana. Non si determinano comunque condizioni di traffico congestionato, in quanto la viabilità secondaria riveste ruolo di accesso per pochi nuclei abitativi locali.

L'area impiantistica è dotata di recinzione metallica con altezza di 2 m fuori terra. L'accesso alla discarica avviene attraverso un unico cancello che rimane aperto solo in presenza del personale addetto alla gestione.

La recinzione e le barriere realizzate impediscono l'accesso a persone non autorizzate ed agli animali e soddisfano le indicazioni di cui al punto 2.8. dell'allegato 1 del D.lgs. 36/2003.

Con periodicità settimanale l'addetto competente effettua controlli visivi di detta recinzione per verificare eventuali manomissioni e/o accertare la necessità di riparazioni.

All'entrata dell'impianto di discarica è inoltre collocato un cartello che, oltre ad indicare la precisa denominazione dell'impianto e della conduzione dello stesso, evidenzia alcune informazioni ritenute fondamentali:

- giorni e orari di apertura e chiusura;
- tipologie dei rifiuti conferibili;
- altre informazioni utili ed importanti.

La ditta ha inoltre predisposto, nei punti interessati dal traffico degli automezzi, un'adeguata segnaletica di sicurezza in base alle leggi vigenti in materia, ed in particolare:

- a) segnali di divieto;
- b) segnali di prescrizione;
- c) segnali di avvertimento.

Nei tratti di viabilità consolidata tali segnali sono già installati e ben evidenti, mentre si procederà alla loro predisposizione nelle zone di ampliamento man mano che le nuove aree di discarica saranno predisposte. In particolare le zone di manovra e di scarico dei rifiuti verranno individuate a mezzo di idonea segnaletica.

Come riportato nella procedura di gestione impianto, la discarica è dotata di un sistema di sorveglianza ad impianto chiuso organizzato come segue:

- ronda dell'Istituto di vigilanza,
- servizio di reperibilità per emergenze discariche,
- telecamera a circuito chiuso,
- presidio di accesso,
- controlli settimanali alla recinzione perimetrale da parte dell'addetto.

Ogni intrusione o anomalia del relativo impianto deve essere comunicata al responsabile dell'impianto. La copertura giornaliera contribuisce inoltre a minimizzare l'avvicinamento di eventuali piccoli animali e volatili.

13. DOTAZIONE DI ATTREZZATURE E PERSONALE.

La gestione della discarica è affidata a personale esperto dell'impresa al quale viene assicurata la formazione professionale e tecnica secondo le disposizioni dettate dal D.lgs. 81/2008 e s.m.i.. Anche per le possibili emergenze viene garantito un periodico addestramento sulle tecniche di pronto intervento.

I presidi e le dotazioni presenti presso l'area sono rappresentati da:

- Pesa, spogliatoi e magazzino
- Stazione Meteo climatica
- Reti fognarie
- Sistemi di captazione e combustione biogas
- Piazzali e viabilità
- Sistemi di sicurezza, quali piano di emergenza, antincendio, etc
- Reti di monitoraggio della qualità dell'aria, delle acque sotterranee e superficiali.

14. MODALITÀ E CRITERI DI COLTIVAZIONE.

Il conferimento dei rifiuti viene eseguito nel rispetto delle indicazioni fornite, ad ogni singolo automezzo in ingresso, dal responsabile di impianto o dai suoi assistenti.

La Procedura di gestione impianto prevede procedure e comportamenti standardizzati per il conferimento dei rifiuti, che qui si riportano:

Procedure generali per il conferimento dei rifiuti nell'area di discarica

- I rifiuti in entrata devono essere scaricati esclusivamente nei punti indicati dal Responsabile dell'impianto o suo assistente;
- All'arrivo dei mezzi che conferiscono i rifiuti, il Responsabile dell'impianto, oppure il tecnico, verifica la disponibilità volumetrica all'interno della discarica ed organizza le zone di smaltimento in funzione delle capacità della discarica.
- L'addetto identifica i mezzi in ingresso ed effettua le verifiche del formulario e l'ammissibilità dei rifiuti mediante confronto con codice EER.
- L'addetto effettua il controllo visivo dei rifiuti prima dello scarico per verificare la rispondenza tra quanto trasportato e quanto dichiarato nel formulario controllo della compilazione del formulario e peso del carico.
- Il trasportatore effettua lo scarico dei rifiuti nel punto indicatogli dal personale della discarica, che si attiene a quanto indicato dal responsabile/assistente.
- Quando ogni singolo settore raggiunge la quota di progetto, il responsabile dispone in merito ai lavori di predisposizione del capping definitivo come da programma delle fasi di coltivazione.

Il personale addetto provvede successivamente alla stesura dei rifiuti scaricati ed alla successiva compattazione mediante passaggi successivi ed utilizzando mezzi adeguati.

- L'area di scarico verrà suddivisa in settori, in modo da concentrare in zone il più possibile limitate lo smaltimento dei rifiuti giornalieri;
- Ogni specifico settore dovrà essere completato, prima di dare inizio ai lavori di interrimento in un altro settore, in base ad un piano di conferimento che sarà prestabilito e valutato in tutti i dettagli dal Responsabile dell'impianto, preposto alla gestione, durante la fase di esecuzione dei lavori;
- I rifiuti dovranno essere sistemati prima della copertura giornaliera in strati di altezza non superiore a 2 m;
- Con l'avanzamento dello scarico, i fianchi ed il fronte del deposito dovranno essere consolidati dal passaggio della lama meccanica e dovranno avere una pendenza non superiore al 30%;
- La dimensione dei settori e delle piste delle aree di manovra dovranno essere tali da non creare interferenze o ritardi nelle operazioni di smaltimento.

Procedura di gestione della copertura

La copertura ha lo scopo di:

- separare i rifiuti dall'ambiente superficiale;
- impedire o limitare l'infiltrazione di acqua nell'ammasso;
- impedire o limitare la fuoriuscita di emissioni gassose dal corpo di discarica;
- consentire il ripristino dell'area ed il suo recupero all'uso.

Per soddisfare queste esigenze la copertura deve essere in grado di affrontare ogni situazione meteorologica della zona in cui è realizzata la discarica e garantire adeguati presidi gestionali anche nella fase operativa, dove la copertura ha scopi temporanei riconducibili essenzialmente alla mitigazione degli aspetti visivi ed eolici.

La copertura giornaliera dei rifiuti avverrà mediante l'utilizzo di terreno, end of waste o di rifiuti già autorizzati allo scopo e di seguito elencati:

- CER 01 05 07 (fanghi di prospezione geologica trattati a base acquosa);
- CER 17 09 04 (rifiuti misti dell'attività di costruzione e demolizione);
- EER 17 01 07 (miscugli o scorie di cemento, mattoni, mattonelle e ceramiche);
- CER 17 05 04, 17 05 06 e 20 02 02 (terra e rocce);
- CER 19 05 03 ("biostabilizzato - compost fuori specifica).

La copertura definitiva verrà realizzata secondo quanto descritto al capitolo 9.