

COMUNE DI PECCIOLI - Provincia di Pisa

POLO DI GESTIONE INTEGRATA DEI RIFIUTI DI LEGOLI

**RAZIONALIZZAZIONE FUNZIONALE DELLE INFRASTRUTTURE
E DEGLI IMPIANTI DI SERVIZIO DELLA DISCARICA
E CONTESTUALE RECUPERO DI NUOVE VOLUMETRIE**

PROGETTO DEFINITIVO

da sottoporre a Valutazione di Impatto Ambientale

GESTORE

Belvedere  S.p.A.
innovazione • progetti • sviluppo

VIA MARCONI, 5 - 56037 PECCIOLI (PI)

PROGETTAZIONE DEFINITIVA - STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

COORDINAMENTO

Geol. Carlo Meoni

GRUPPO DI LAVORO

Ing. Matteo Pierami

Geol. Tiziana Pugliesi

Ing. Lorenzo Mancini

Geom. Enrico Magnano

Geom. Samuele Tolomei

Dott.Agr. Elisabetta Norci

Geol. Carlo Meoni

Ing. Cristiano Nicoletta

Geom. Simone Macchi

Ing. Carlo Grassi

Geom. Sauro Salvadori

| | |
|---------------------------------|---|
| Elaborato: AIA-RT-011 | Titolo: Relazione Tecnica di AIA - Rev. 01 (integra e sostituisce AIA-RT-010) |
| Data: Agosto 2023 | Redatto da: Ing. Matteo Pierami |

PROGETTO DEFINITIVO
da sottoporre a Valutazione di Impatto Ambientale
Giugno 2023

Elaborato AIA-RT-011
RELAZIONE TECNICA AIA
Rev. 01 – Agosto 2023
(integra e sostituisce AIA-RT-010)

INDICE

| | |
|--|-----------|
| 1. PREMESSA | 4 |
| 1.1. MOTIVAZIONI DEL PROGETTO | 4 |
| 1.2. ILLUSTRAZIONE SINTETICA DEL PROGETTO | 5 |
| 1.3. ORGANIZZAZIONE E NUMERAZIONE DEGLI ELABORATI | 8 |
| 2. DESCRIZIONE SCHEMATICA DELL'IMPIANTO ATTUALE..... | 10 |
| 2.1. AUTORIZZAZIONI PREGRESSE | 10 |
| 2.2. ATTIVITA' GIA' AUTORIZZATE | 11 |
| 2.3. SITUAZIONE ATTUALE | 13 |
| 3. DESCRIZIONE DELLE ATTIVITA' DI PROGETTO | 14 |
| 3.1. SITUAZIONE A DICEMBRE 2021..... | 14 |
| 3.2. DESCRIZIONE SINTETICA DEI LAVORI DI APPRONTAMENTO | 14 |
| 3.3. SBARRAMENTO DI VALLE DEL CORPO DEI RIFIUTI | 15 |
| 3.4. PREPARAZIONE ED IMPERMEABILIZZAZIONE DEL FONDO DISCARICA | 16 |
| 3.4.1. VERIFICA DEL LIVELLO 1 – BARRIERA GEOLOGICA NATURALE..... | 17 |
| 3.4.2. REALIZZAZIONE DEL LIVELLO 2A | 17 |
| 3.4.2.1. MATERIALI DA IMPIEGARE | 18 |
| 3.4.2.2. ACCORGIMENTI IN CORSO D'OPERA | 18 |
| 3.4.2.3. PROTOCOLLO DI CONTROLLO QUALITA' | 19 |
| 3.5. ARGINE DI PROTEZIONE DELLA PARATIA | 19 |
| 3.6. PREPARAZIONE ED IMPERMEABILIZZAZIONE ARTIFICIALE DELLE SPONDE DELLA DISCARICA | 21 |
| 3.7. CALCOLI DI EQUIVALENZA DEI GEOSINTETICI | 22 |
| 3.8. STRATO DRENANTE SUL FONDO | 26 |
| 3.9. STRATO DRENANTE POSTO A RIDOSSO DEI MURI DI SBARRAMENTO DI LEGOLI 1 E LEGOLI 2 | 27 |
| 3.10. STRATO DRENANTE SULLE SPONDE | 29 |
| 3.11. COLLEGAMENTO IDRAULICO DELLE VECCHIE DISCARICHE AL NUOVO SISTEMA DI RACCOLTA DEL PERCOLATO | 29 |
| 3.12. SORMONTO SULLE DISCARICHE ESISTENTI | 36 |
| 3.12.1. MODALITA' REALIZZATIVE DEL FONDO DEI LOTTI ESISTENTI..... | 36 |
| 3.12.2. MODALITA' REALIZZATIVE DELLE COPERTURE DEI LOTTI ESISTENTI E DI SORMONTO DI LEGOLI 3 SOPRA LE DISCARICHE ESISTENTI..... | 37 |
| 3.12.2.1. SORMONTO IN CORRISPONDENZA DEGLI SBARRAMENTI | 38 |
| 3.12.2.2. SORMONTO SOPRA LE COPERTURE REALIZZATE | 40 |
| 3.13. NUOVO PIAZZALE IMPIANTI | 48 |
| 3.13.1. DEMOLIZIONE VECCHI IMPIANTI E SERVIZI..... | 48 |
| 3.14. SISTEMA DI GESTIONE DEL PERCOLATO | 49 |

| | | |
|------------|--|-----|
| 3.14.1. | <i>POMPAGGIO DEL PERCOLATO</i> | 50 |
| 3.14.1.1. | POZZI DI CAPTAZIONE | 50 |
| 3.14.1.2. | GESTIONE STRAORDINARIA..... | 54 |
| 3.14.1.3. | POMPE DI SOLLEVAMENTO..... | 55 |
| 3.14.2. | <i>STIMA DELLA PRODUZIONE DI PERCOLATO DURANTE LA FASE DI COLTIVAZIONE</i> | 58 |
| 3.14.2.1. | Dati pluviometrici..... | 61 |
| 3.14.2.2. | Determinazione coefficiente di deflusso..... | 63 |
| 3.14.2.3. | Risultati numerici | 64 |
| 3.14.2.3.1 | Fase di coltivazione n° 1..... | 65 |
| 3.14.2.3.2 | Fase di coltivazione n° 2..... | 66 |
| 3.14.2.3.3 | Fase di coltivazione n° 3..... | 67 |
| 3.14.2.3.4 | Fase di coltivazione n° 4..... | 68 |
| 3.14.2.3.5 | Fase di coltivazione n° 5..... | 69 |
| 3.14.2.3.6 | Riepilogo dei risultati | 70 |
| 3.14.3. | <i>VALIDAZIONE DEI DATI DI PRODUZIONE DEL PERCOLATO</i> | 72 |
| 3.14.3.1. | VALIDAZIONE SU LEGOLI 1 | 73 |
| 3.14.3.2. | VALIDAZIONE SU LEGOLI 2 | 74 |
| 3.14.4. | <i>STIMA DELLA PRODUZIONE DI PERCOLATO NELLA FASE CRITICA INIZIALE</i> | 75 |
| 3.14.4.1. | DATI PLUVIOMETRICI | 75 |
| 3.14.4.1. | STIMA DELLA PORTATA | 77 |
| 3.14.5. | <i>ULTERIORE VERIFICA DEI SILOS</i> | 78 |
| 3.14.6. | <i>SILOS DI ACCUMULO DEL PERCOLATO E LINEA DI CARICAMENTO</i> | 79 |
| 3.14.6.1. | GESTIONE DELLA PIAZZOLA DI CARICAMENTO DEL PERCOLATO | 79 |
| 3.14.7. | <i>IMPIANTO DI TRATTAMENTO IN SITO DEL PERCOLATO</i> | 80 |
| 3.15. | <i>SISTEMA DI GESTIONE DEL BIOGAS</i> | 82 |
| 3.15.1. | <i>CONFIGURAZIONE ATTUALE</i> | 82 |
| 3.15.2. | <i>CONFIGURAZIONE DI PROGETTO</i> | 82 |
| 3.15.3. | <i>TRATTAMENTO DEL BIOGAS (IN ESUBERO) NELLA FASE TRANSITORIA</i> | 84 |
| 3.16. | <i>IMPIANTO ANTINCENDIO</i> | 85 |
| 3.17. | <i>IMPIANTO ELETTRICO</i> | 85 |
| 3.18. | <i>VIABILITA' E AREE SERVIZI</i> | 86 |
| 3.18.1. | <i>ACCETTAZIONE ALTA</i> | 86 |
| 3.18.2. | <i>ACCETTAZIONE BASSA – NUOVO CENTRO SERVIZI CENTRALIZZATO</i> | 86 |
| 3.18.3. | <i>ACQUE REFLUE DOMESTICHE</i> | 88 |
| 3.19. | <i>MESSA IN POSTO DEI RIFIUTI – PIANO DI COLTIVAZIONE</i> | 88 |
| 3.19.1. | <i>COPERTURA FINALE</i> | 89 |
| 3.19.2. | <i>VERIFICHE DI STABILITA'</i> | 89 |
| 3.19.2.1. | VERIFICA DI STABILITA' DEL SISTEMA GEOSINTETICO DI COPERTURA | 90 |
| 3.19.2.1.1 | Risultati di calcolo in combinazione statica | 90 |
| 3.19.2.1.2 | Risultati di calcolo in combinazione sismica | 94 |
| 3.19.2.2. | PARAMETRI GEOTECNICI DEI RIFIUTI | 97 |
| 3.19.3. | <i>VERIFICHE DEGLI ASSESTAMENTI</i> | 103 |
| 3.19.3.1. | COMPRESSIBILITA' DEI RIFIUTI SOLIDI..... | 103 |
| 3.19.3.2. | MODELLO PER IL CALCOLO DEI CEDIMENTI | 105 |
| 3.19.3.3. | APPLICAZIONE DEL MODELLO ALLA DISCARICA LEGOLI 2 | 107 |
| 3.19.3.4. | VARIAZIONE DELLO SFORZO VERTICALE | 108 |
| 3.19.3.5. | VERIFICA ASSESTAMENTI SOPRA LEGOLI 1 | 109 |
| 3.19.3.6. | VERIFICA ASSESTAMENTI SOPRA LEGOLI 2 | 112 |
| 3.19.4. | <i>REGIMAZIONE E CONTROLLO DELLE ACQUE METEORICHE DI RUSCELLAMENTO</i> | 114 |
| 3.20. | <i>TIPOLOGIA E FLUSSI DI RIFIUTI AUTORIZZATI E DA AUTORIZZARE</i> | 116 |
| 3.20.1. | <i>PERIODO TRANSITORIO – COMPLETAMENTO VOLUMI AUTORIZZATI</i> | 116 |
| 3.20.2. | <i>PERIODO A REGIME</i> | 117 |
| 3.20.3. | <i>VERIFICHE DI CONFORMITA' E IN LOCO</i> | 119 |
| 3.20.3.1. | CONTROLLO ACCESSO CONFERITORI | 119 |
| 3.20.3.2. | GESTIONE DELLA DOCUMENTAZIONE..... | 119 |
| 3.20.3.3. | SCARICO E MODALITA' DI GESTIONE DEL RIFIUTO DA COMPATTARE..... | 119 |
| 3.20.3.4. | VERIFICHE DI CONFORMITA' | 120 |
| 3.20.3.5. | VERIFICHE IN LOCO | 120 |

| | | |
|------------|---|------------|
| 3.21. | SUPERFICI OCCUPATE | 125 |
| 3.22. | VOLUMETRIA COMPLESSIVA E DURATA DELL'IMPIANTO | 128 |
| 3.23. | GESTIONE DELLA FASE TRANSITORIA..... | 130 |
| 3.24. | MOVIMENTI TERRA | 130 |
| 3.25. | MEZZI E PERSONALE | 131 |
| 3.26. | RECINZIONE E SISTEMAZIONE A VERDE | 132 |
| 3.27. | FASE DI DISMISSIONE..... | 132 |
| 4. | PIANI DI GESTIONE | 133 |
| 4.1. | PIANI DI GESTIONE OPERATIVA E POST-OPERATIVA..... | 133 |
| 4.2. | PIANO DI SORVEGLIANZA E CONTROLLO | 133 |
| 4.3. | PIANO DI RIPRISTINO PAESAGGISTICO E AMBIENTALE | 134 |
| 5. | PROCEDIMENTI AMMINISTRATIVI CONNESSI..... | 135 |
| 5.1. | VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE..... | 135 |
| 5.2. | OCCUPAZIONE AREA..... | 135 |
| 5.3. | VARIANTE URBANISTICA..... | 135 |
| 5.4. | AUTORIZZAZIONE INTEGRATA AMBIENTALE | 135 |
| 5.5. | SCARICHI IN ACQUE SUPERFICIALI | 136 |
| 5.6. | PIANO DI EMERGENZA INTERNO | 137 |
| 5.7. | EMISSIONI IN ATMOSFERA | 137 |
| 5.8. | AUTORIZZAZIONE UNICA ENERGETICA..... | 137 |
| 5.9. | AUTORIZZAZIONI RICHIESTE E SOSTITUITE | 137 |
| 6. | MOTIVAZIONI E FINALITA' DELLA SOLUZIONE PRESCELTA | 138 |
| 7. | INTERVENTI ALTERNATIVI IPOTIZZABILI | 141 |
| 7.1. | ALTRO SITO | 141 |
| 7.2. | OPZIONE ZERO..... | 141 |
| 8. | QUADRO TEMPORALE DEGLI INTERVENTI | 142 |
| 8.1. | TEMPI TECNICI PER L'APPRONTAMENTO | 142 |
| 8.2. | TEMPI PER LA MESSA IN ESERCIZIO - 1° FASE | 142 |
| 8.3. | VITA TECNICA DELL'INTERVENTO | 143 |
| 9. | VALUTAZIONI DI COMPATIBILITA' URBANISTICA, TERRITORIALE E AMBIENTALE | 144 |
| 10. | PIANO ECONOMICO-FINANZIARIO..... | 146 |

1. PREMESSA

La **VERIFICA DI ESCLUSIONE DELLA RELAZIONE DI RIFERIMENTO** era contenuta nel Paragrafo 11 della Relazione Tecnica di AIA (elaborato **AIA-RT-010**) già consegnata; facendo seguito al contributo del Settore Autorizzazioni Rifiuti, pervenuto con nota prot. n. 0347910 del 17/07/2023, Belvedere Spa ha ritenuto opportuno **presentare uno specifico elaborato (RDR_RT_010_relazione_riferimento)** redatto come richiesto.

Tenuto conto di quanto sopra, e di quanto illustrato nell'elaborato **INT-RT-010- Paragrafo 6.4**, è stato dunque redatto il presente elaborato **AIA-RT-011-Rev.01-Maggio2023 (che integra e sostituisce l'elaborato AIA-RT-010)** nel quale:

- è stato **eliminato il Paragrafo 11 -VERIFICA DELLA SUSSISTENZA DELL'OBBLIGO DI PRESENTAZIONE DELLA RELAZIONE DI RIFERIMENTO;**
- il **Paragrafo 10 – Piano Economico Finanziario** tiene già conto delle richieste del Settore Valutazione Impatto Ambientale, pervenute con nota prot. n. 0350305 del 18/07/2023, e illustrate nell'elaborato **INT-RT-010- Paragrafo 6.4**.

1.1. MOTIVAZIONI DEL PROGETTO

L'Impianto di Legoli nel Comune di Peccioli è gestito dalla Belvedere Spa; il valore economico prodotto da questa società in oltre venti anni di attività ricade prevalentemente sul territorio circostante e sul Comune di Peccioli, il quale a sua volta è in grado di attivare politiche di promozione sociale e culturale e di valorizzazione dell'intero territorio; l'importanza di queste ricadute è stata evidenziata in modo eloquente in un recente studio di Nomisma e dai bilanci annuali di sostenibilità.

Il progetto presentato da Belvedere Spa, che prende spunto da diversi elementi di valutazione, tra i quali, in primis l'opportunità e l'esigenza al tempo stesso di anticipare investimenti che possano contribuire ad accelerare la ripresa economica in seguito alla grande emergenza da Coronavirus, si regge su quattro argomenti portanti:

- la ripresa economica che dovrà seguire, dopo la grande emergenza che stiamo vivendo a seguito della pandemia da Coronavirus e il vero e proprio disastro economico che ha causato conseguenze del tutto imprevedibili, avrà bisogno di grandi investimenti; è quindi corretta e tempestiva la richiesta della Regione Toscana di predisporre un pacchetto di investimenti sui quali giocare una parte importante della ripresa;
- la Belvedere Spa ha la necessità di spostare gli impianti per procedere alla loro razionalizzazione, anche in rapporto alla collocazione degli investimenti fatti di recente (TMB) e di quelli in via di realizzazione (Impianto di Biometano);
- questo intervento suggerisce un diverso rimodellamento morfologico della discarica che andrà a migliorare sia l'aspetto complessivo dell'impianto sia la gestione ambientale;
- da questo rimodellamento ne potrà derivare il recupero di nuove e importanti volumetrie per mantenere in sicurezza la Toscana e permettere di sopperire anche alle emergenze nella gestione dei rifiuti non pericolosi che si dovessero presentare sul territorio.

Nella presente relazione sarà quindi data evidenza dei benefici derivanti dalla proposta della Belvedere Spa in termini di maggiore autoregolazione ed autonomia territoriale, di minimizzazione dell'impatto paesaggistico e dei benefici sociali ed economici che deriveranno dalla realizzazione dell'intervento.

Si precisa inoltre che, per quanto attiene gli effetti sinergici tra il cantiere delle opere da realizzare, l'impianto di discarica e l'impianto di trattamento meccanico e biologico dei rifiuti (TMB), qualora nel corso del presente Studio Ambientale ne sia stata evidenziata la sovrapposizione, è stato valutato l'effetto cumulativo degli impatti attesi.

1.2. ILLUSTRAZIONE SINTETICA DEL PROGETTO

L'attuale discarica è presente negli strumenti di pianificazione e programmazione regionali e comunali ed è provvista di tutte le autorizzazioni previste dalla legge; si sottolinea, a questo proposito, che sin dal 1995 la discarica è stata individuata come discarica di interesse regionale destinata a sopperire a situazioni di necessità e urgenza con D.P.G.R.Toscana n. 128 del 1995 ai sensi della L.R.Toscana n. 4/1995.

La conformazione attuale della Discarica di Legoli (vedi **Tavola GEN-EG-010**) deriva comunque dalla sovrapposizione di diversi interventi, successivi nel tempo, che risultano localmente sovrapposti tra loro; ci troviamo quindi oggi di fronte ad una situazione che non deriva da un originario progetto organico, ma è il risultato di una serie di interventi parziali che, sebbene collegati funzionalmente tra loro, non risultano inseriti all'interno di una visione generale dell'area nel suo insieme.

La proposta avanzata da Belvedere Spa, partendo da un'analisi complessiva degli interventi già realizzati nell'Impianto di Gestione Integrata dei Rifiuti di Legoli e di quelli in via di realizzazione, consiste in una soluzione progettuale che prevede una razionalizzazione dei sistemi di gestione del percolato e del biogas e una complessiva riorganizzazione funzionale e una nuova collocazione degli impianti di servizio, semplificando la gestione e aumentando, di conseguenza, il livello di sicurezza ambientale, procedendo al contempo ad una diversa conformazione morfologica dell'area di messa in posto dei rifiuti.

Il progetto presentato comporta quindi, come naturale conseguenza, una modesta operazione di rimodellamento planimetrico della discarica, che comunque andrà ad interessare le stesse vallecole ad oggi già impegnate dallo smaltimento dei rifiuti e, mediante una nuova e diversa collocazione del rilevato di sbarramento di valle, in una posizione tale da garantire un perfetto inserimento morfologico della discarica nel paesaggio circostante, potrà consentire un recupero di volumetrie utili per lo smaltimento dei rifiuti, rendendo in tal modo disponibili risorse per la razionalizzazione e la complessiva riorganizzazione degli impianti di servizio.

Preme infine evidenziare che, per le particolari modalità di gestione della discarica e per la configurazione morfologica ad oggi raggiunta con la messa in posto dei rifiuti, risulta opportuno dare immediata attuazione agli interventi proposti, non solo per le ragioni sopra richiamate, ma anche per la possibilità di poter conferire rifiuti nella parte bassa dell'impianto e permettere alla parte sommitale, della quale l'attuale autorizzazione ne prevede la

colmatazione, di poter essere gestita più avanti, permettendo quindi un migliore e più naturale assestamento che andrà a tutto vantaggio della gestione.

Esaminando dunque i lavori relativi al "*Secondo ampliamento della discarica per rifiuti non pericolosi in località Legoli nel Comune di Peccioli*", approvato nel 2012 e ad oggi in corso di realizzazione (vedi **Tavola GEN-EG-010**), si può infatti osservare come il rilevato di sbarramento di fondovalle non sia stato posizionato, da un punto di vista strettamente morfologico, in una posizione tale da garantire il miglior inserimento ambientale dell'impianto.

Si evidenzia infatti che, nel caso di discariche collinari, la collocazione del rilevato di sbarramento e il conseguente rimodellamento di progetto dovrebbero essere condizionati unicamente dall'assetto morfologico del territorio circostante, in modo da garantire il migliore inserimento visivo/paesaggistico/ambientale dello stesso.

In riferimento a tale osservazione vale subito la pena evidenziare che tale posizione del rilevato di sbarramento di fondovalle, pur non risultando ottimale dal punto di vista strettamente morfologico, venne motivata dalla necessità di giungere a una soluzione progettuale che consentisse di coniugare tra loro diverse esigenze, tra le quali si citano, a titolo non esaustivo, il contenimento della volumetria massima di smaltimento dei rifiuti, la separazione del nuovo progetto dalle vecchie aree di conferimento, il mantenimento degli impianti già presenti nella loro collocazione originaria.

In particolare, l'insieme delle diverse esigenze da dover coniugare tra loro condizionò in maniera significativa la posizione del rilevato di sbarramento di fondovalle, che dovette essere collocato in posizione arretrata rispetto alla sua posizione ottimale che sarebbe stata la linea spartiacque che delimitava le due vallecole all'interno delle quali erano ubicate la vecchia discarica ormai ultimata (Legoli 1) e quella di progetto (Legoli 2) (vedi **Tavola GEN-EG-010**).

Tale scelta ha condizionato in maniera significativa la conformazione finale che potrà essere ottenuta con il progetto già approvato (vedi **Allegato APR-AL-020 – ex-Tavola PD-RTI-EGP-090 – Planimetria discarica colmatata – Progetto approvato**), sia per quanto attiene l'evidente dissimmetria della conformazione morfologica tra le diverse aree di progetto, sia per la necessità di dover adottare sistemi complessi di gestione delle acque meteoriche di dilavamento superficiale e sia, soprattutto, per l'anomala collocazione e il notevole impatto visivo degli impianti di servizio.

La soluzione oggi proposta (vedi **Tavola GEN-EG-020**) prevede quindi la messa in posto di una nuova opera di sbarramento in corrispondenza della linea spartiacque che delimita le due vallecole all'interno delle quali sono collocate la vecchia discarica ormai ultimata (Legoli 1) e quella attualmente in esercizio (Legoli 2).

Come anticipato, la nuova configurazione (vedi **Tavola GEN-EG-020**) consiste dunque in una modesta operazione di rimodellamento planimetrico della discarica che andrà ad interessare le stesse vallecole ad oggi già impegnate dallo smaltimento dei rifiuti, ma mediante la nuova e diversa collocazione dell'opera di sbarramento leggermente più a valle, in una posizione tale da garantire un perfetto inserimento della discarica completata nel paesaggio circostante, potrà anche consentire un recupero di volumetrie da rendere disponibili per la messa in posto dei rifiuti.

Tale proposta risulta possibile e attuabile in quanto la nuova area di intervento, come del resto quella fino ad oggi utilizzata, ricade interamente:

- dal punto di vista urbanistico, all'interno della **UTOE-12** del Comune di Peccioli, all'interno della quale sono ammessi interventi connessi all'attività della discarica;
- dal punto di vista geologico, all'interno della formazione delle "**Argille azzurre plioceniche**", che costituiscono la migliore barriera geologica naturale rinvenibile nei terreni presenti in affioramento a Sud dell'Arno e, più in generale, in tutta la Toscana; in tal senso si evidenzia che un recente sondaggio eseguito da Belvedere Spa a valle dell'impianto ha consentito di rilevare uno spessore di almeno 200 metri di argille grigie compatte

Si sottolinea infine che l'intervento proposto, oltre ad interessare le stesse vallecole ad oggi già utilizzate per lo smaltimento dei rifiuti, prevede la modesta modifica planimetrica nell'angolo Sud-Est dell'impianto, cioè nella zona più lontana dal centro abitato di Legoli, e non modifica, nella parte restante, il perimetro delle aree già destinate al conferimento dei rifiuti.

Quanto sopra, come anticipato, potrà inoltre consentire un'ulteriore mitigazione dell'impatto visivo, paesaggistico e ambientale della discarica, come risulta dal confronto tra la conformazione morfologica già approvata (vedi elaborato **APR-AL-020**) e quella della proposta avanzata da Belvedere Spa (vedi elaborati **GEN-EG-020** e **PRA-EG-030/040**).

Da tale confronto risulta infatti evidente che, sebbene vi sia la percezione dell'aumento volumetrico dell'impianto, esso risulta perfettamente mitigato dalla migliore regolarità morfologica del versante di progetto che andrà ad innestarsi in corrispondenza della linea spartiacque che delimita le due vallecole all'interno delle quali è già avvenuto fino ad oggi, e lo sarà anche in futuro, il conferimento dei rifiuti.

Operando in tal modo, oltre al notevole miglioramento che potrà derivare dalla razionalizzazione dei sistemi di gestione del percolato e del biogas e, più in generale, dalla complessiva riorganizzazione funzionale e dalla nuova organizzazione degli impianti di servizio posti a valle della discarica, potranno essere gestite in maniera ancora migliore le acque meteoriche di dilavamento superficiale e, di conseguenza, le infiltrazioni meteoriche in discarica e la relativa produzione di percolato.

La traslazione degli impianti di servizio comporterà lo spostamento della centrale di captazione del biogas e relativo impianto di recupero energetico mediante cogenerazione per il quale si richiede contestualmente una Autorizzazione Unica alla costruzione (rifacimento totale) ai sensi dell'art.12 del D.Lgs 387/2003.

Si evidenzia inoltre che, anche per quanto attiene gli altri principali potenziali fattori di impatto su base annua (consumi di materie prime, di acqua e di energia, streams di rifiuti prodotti, emissioni atmosferiche diffuse, emissioni sonore, etc...), non si avranno impatti aggiuntivi significativi, in quanto essi risultano dipendenti solamente dal conferimento medio annuo di rifiuti che potrà essere mantenuto analogo ai livelli attuali.

Tuttavia, le maggiori volumetrie rese disponibili potranno consentire sia una maggiore autonomia del sistema di gestione dei rifiuti sia la possibilità di sopperire alle emergenze nella gestione dei rifiuti non pericolosi che si dovessero presentare sul territorio, senza incidere in maniera significativa sulla capacità ricettiva dell'impianto.

Infine, avendo dato evidenza dei benefici derivanti dalla proposta della Belvedere Spa in termini di maggiore autoregolazione ed autonomia territoriale e di minimizzazione dell'impatto paesaggistico, vale la pena, soprattutto in questo particolare momento di grave crisi a livello mondiale, evidenziare anche i benefici sociali ed economici che deriveranno dalla realizzazione dell'intervento, ed in particolare il contenimento dei costi di gestione dei rifiuti a scala regionale, il mantenimento ed eventuale incremento dei livelli di produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili (biogas), l'occupazione di personale, gli investimenti della Belvedere Spa con finalità di carattere sociale e la ricaduta sull'indotto locale e regionale.

Si evidenzia inoltre che il Piano di Coltivazione della discarica:

- risulta adeguatamente motivato in relazione ai fabbisogni di mercato, ed in particolare alle esigenze della Regione Toscana in quanto, come risulta dal quadro conoscitivo acquisito per la formazione del nuovo "Piano regionale di gestione dei rifiuti e delle bonifiche", nel periodo 2011-2018 la totalità delle imprese toscane ha conferito fuori dalla Toscana una media di circa 2 milioni di tonnellate/anno di rifiuti speciali totali, dei quali circa 1,7 milioni di tonnellate/anno di rifiuti speciali non pericolosi;
- è adeguatamente dimensionato sulla base della individuazione del bacino di utenza e della conseguente stima dei fabbisogni da soddisfare e dei flussi annuali, in quanto ancorché nella logica di riduzione progressiva del rifiuto avviato a smaltimento, permetterà l'efficiente gestione dei rifiuti del territorio regionale evitando problematiche emergenziali, aderendo alla raccomandazione della DGRT n. 19 del 15/01/2018 di dare priorità allo smaltimento dei rifiuti prodotti sul territorio regionale, rispetto a quelli provenienti da fuori regione;
- prevede una durata di coltivazione basata su una effettiva stima dei fabbisogni annui da soddisfare;
- definisce in maniera chiara il bacino di utenza cui riservare le nuove volumetrie in progetto;
- prevede fasi intermedie per la sistemazione definitiva delle aree già coltivate;
- prevede gli strumenti tecnico/amministrativi/operativi a garanzia della corretta esecuzione delle opere, come risulta dal **Piano Economico e Finanziario** redatto a sostegno della proposta progettuale.

1.3. ORGANIZZAZIONE E NUMERAZIONE DEGLI ELABORATI

Per l'individuazione, la descrizione e la valutazione degli impatti sarà fatto riferimento, tra l'altro, agli elementi ricavati dalla gestione dell'impianto esistente, che saranno integrati sulla base della documentazione progettuale e di altri dati analitici disponibili.

Per quanto sopra, sono stati allegati allo Studio di Impatto Ambientale elaborati già predisposti da Belvedere Spa nel corso della gestione dell'impianto; molti di essi sono già stati forniti all'Autorità Competente nel corso dei procedimenti pregressi che hanno interessato il sito, ma saranno comunque allegati allo Studio di Impatto Ambientale per agevolare il lavoro dell'ufficio di VIA che avrà a disposizione tutto il materiale necessario per sviluppare il procedimento.

Pertanto, al fine di rendere più agevole la consultazione dei numerosi elaborati che sono presentati in allegato a questo **Studio di Impatto Ambientale**, ad ognuno di essi è stata

applicata una **sigla alfa-numerica** che individua con immediatezza il **tema ambientale** a cui l'elaborato si riferisce, come di seguito descritto.

Gli elaborati hanno quindi la seguente composizione della sigla di riconoscimento:

- **XXX-ZZ-NNN**

nella quale:

- le prime lettere (**XXX**) individuano il **TEMA**:
- le seconde lettere (**ZZ**) individuano il **TIPO** di elaborato:
 - **RT** = relazione tecnica
 - **EG** = tavola / elaborato grafico
 - **AL** = allegato
- la prima parte della sigla (alfabetica) viene seguita da 3 numeri (**NNN**) che procedono per decadi, del tipo GBA-RT-**010**, GBA-RT-**020**, cioè con valore dell'unità pari a ZERO; qualora un elaborato sia successivamente revisionato sarà aggiunta una unità per ogni singola revisione; pertanto, un elaborato siglato GBA-RT-**010**, quindi con unità pari a ZERO, costituisce la **prima stesura**, mentre un elaborato siglato GBA-RT-**011** costituisce la **prima revisione**, un elaborato siglato GBA-RT-**012** costituisce la **seconda revisione**, e così via.

Inoltre, dove possibile e/o utile, è stata indicata anche la **numerazione degli elaborati riportata nella modulistica approvata con la DGRT 1227/2015** e riportata anche nella istanza di AIA, come risulta esaminando l'**ELENCO ELABORATI** presentato.

2. DESCRIZIONE SCHEMATICA DELL'IMPIANTO ATTUALE

2.1. AUTORIZZAZIONI PREGRESSE

Con DD n. 2857 del 20/06/2012 la Provincia di Pisa ha approvato il progetto del SECONDO AMPLIAMENTO DELLA DISCARICA PER RIFIUTI URBANI E RIFIUTI NON PERICOLOSI SITA IN LOCALITA' LEGOLI NEL COMUNE DI PECCIOLI, autorizzandone la realizzazione e rinviando l'autorizzazione all'esercizio alla conclusione dei lavori; il progetto approvato riguarda una volumetria utile di 4.490.000 m3.

L'installazione oggetto di valutazione risulta gestita, nell'attuale configurazione, in forza dei seguenti atti e smi (vedi allegati **APR-AL-010/020/030/040/050**):

- DD n. 2857 del 20/06/2012 della Provincia di Pisa con cui è stato rilasciato il provvedimento conclusivo di VIA, relativamente alla morfologia finale approvata riportata nell'allegato **APR-AL-020**;
- DD n. 4702 del 11/11/2014 della Provincia di Pisa con cui è stata rilasciata l'Autorizzazione Integrata Ambientale, ai sensi del Titolo III bis del D.Lgs 152/2006 e s.m.i., per l'esercizio del lotto di ampliamento della discarica e per l'esercizio post chiusura dei lotti esauriti, limitatamente alla volumetria utile di 1.970.000 m3, demandando l'esercizio delle ulteriori volumetrie residue al rilascio di un'ulteriore AIA;
- nota prot. n. 74974 del 19/03/2015 della Provincia di Pisa, di precisazioni e rettifica della DD 4702/2014;
- Decreto n. 449 del 19/01/2019 della Regione Toscana, di aggiornamento dell'AIA 4702/2014, inerente il bacino di provenienza dei rifiuti urbani trattati e degli scarti e sovralli ammessi allo smaltimento e di ridefinizione dell'operazione di recupero pneumatici come materiali ingegneristici;

Infine:

- con DD n. 8360 del 09/06/2020 (vedi allegato **APR-AL-060**) la Regione Toscana ha approvato l'esercizio della volumetria complementare a 1.970.000 m3 di cui alla DD n. 2857 del 20/06/2012 della Provincia di Pisa;
- con DD 610 del 19/01/2021 (vedi allegato **APR-AL-070**) la Regione Toscana ha aggiornato l'AIA.

2.2. ATTIVITA' GIA' AUTORIZZATE

Belvedere Spa deve assicurare lo smaltimento, per tutta la durata dell'esercizio della volumetria complementare a 1.970.000 m³ di cui alla DD n. 2857 del 20/06/2012 della Provincia di Pisa, approvato con DD n. 8360 del 09/06/2020 della Regione Toscana (vedi allegato **APR-AL-060**), dei rifiuti urbani e degli scarti del trattamento degli stessi prodotti nel territorio dell'Ambito Territoriale di appartenenza, secondo le indicazioni contenute negli atti di pianificazione, nonché nel rispetto della programmazione dei flussi effettuata dall'Autorità d'ambito di riferimento in accordo con la Regione.

La discarica deve altresì ricevere i rifiuti urbani e/o di derivazione urbana anche extraregionali, in attuazione agli accordi stipulati a livello regionale. Il gestore deve programmare e monitorare i flussi di rifiuti in ingresso, nel rispetto delle seguenti condizioni:

- deve essere garantita priorità al conferimento dei rifiuti speciali di derivazione urbana di provenienza dell'ambito territoriale di riferimento e dal territorio regionale;
- deve essere garantita priorità di conferimento della FOS proveniente dagli impianti dell'ATO di riferimento e di quella prodotta nel territorio regionale, con priorità per quella prodotta dal TMB presente nel comparto;
- qualora dovessero emergere ulteriori fabbisogni di smaltimento da parte di ATO Toscana Costa e ATO Toscana Centro superiori a quelli programmati, il gestore ne dovrà comunque garantire lo smaltimento a invarianza dei quantitativi annualmente programmati;
- i rifiuti urbani trattati e scarti e sovvalli dal loro trattamento, di provenienza extra-regionale, potranno essere ammessi solo subordinatamente al soddisfacimento dei fabbisogni regionali e nel rispetto della programmazione dei flussi disposta dall'Autorità di Servizio rifiuti (ATO) di riferimento e secondo specifici accordi regionali eventualmente previsti dalle normative settoriali, confermando quanto già stabilito nel proprio decreto 449/2017;
- il gestore deve comunicare mensilmente i dati di gestione dei rifiuti, utilizzando l'applicativo web dell'Osservatorio Rifiuti SOvraregionale (ORSO).

Nel rispetto delle condizioni sopra riportate, possono essere conferiti in discarica, a smaltimento (**D1**) i seguenti rifiuti:

- i rifiuti urbani trattati e scarti e sovvalli dal loro trattamento, individuati dai seguenti codici dell'EER: 190501 (FOS), 190503 (FOS), 191212 prodotti nel territorio della Regione Toscana o anche da fuori regione secondo specifici accordi regionali eventualmente previsti dalle normative settoriali;
- i rifiuti urbani individuati dai codici CER 200203, 200303 e 200399 (rifiuti cimiteriali), prodotti nell'ambito territoriale di riferimento;
- i rifiuti speciali individuati dal codice EER 030105, provenienti da attività ubicate nei comuni di Peccioli e di Terricciola per un quantitativo massimo totale di 100 t/anno;

ed inoltre i seguenti rifiuti speciali individuati dai rispettivi codici CER:

- terre di bonifica e terre di scavo CER 17 05 04;
- fanghi di dragaggio CER 17 05 06;
- il compost fuori specifica CER 190503, purché presenti un IRDP inferiore a 1000 mgO₂/KgVSh;

Dei suddetti rifiuti (operazione D1) possono essere utilizzati per **le coperture giornaliere** per uno spessore massimo di 20 cm:

- compost fuori specifica (CER 190503) che presentano un indice di respirazione dinamico potenziale inferiore a 1000 mgO₂/Kg-1VSh-1;
- terre di bonifica e terre di scavo (CER 170504)
- fanghi di dragaggio (CER 170506)

Possono essere conferiti in operazioni di recupero (**R3/R11**) i seguenti rifiuti ai sensi dell'allegato C alla parte IV del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i.:

- la frazione organica stabilizzata (FOS) proveniente dagli impianti di trattamento meccanico biologico dei RSU, individuata dai CER 190501 e 190503, per la copertura giornaliera della discarica, alle seguenti condizioni:
 - IRDP inferiore a 1.000 mgO₂/KgVSh;
 - spessore massimo di 20 cm;
- gli pneumatici fuori uso (CER 160103) da utilizzare come materiali da costruzione, a protezione della geomembrana.

Considerato che la discarica può ricevere per lo più rifiuti urbani trattati, a seguito dell'autorizzazione alla realizzazione e all'esercizio dell'impianto di trattamento meccanico biologico (**TMB**) presente presso lo stesso comparto impiantistico della discarica, avvenuta con AIA n. 4738 del 13/11/2014 della Provincia di Pisa e s.m.i., i rifiuti urbani tal quali (Codice EER 200301) potranno essere conferiti solo in caso di fermate straordinarie del **TMB**; in caso di fermate per manutenzione programmata il conferimento di rifiuti tal quali potrà essere ammesso solo a seguito di nulla osta da parte dell'Autorità d'ambito territorialmente competente, circa la valutazione di assenza di impianti di trattamento alternativi.

Come previsto dalla DGRT n. 275 del 20.03.2018, fatti salvi eventuali accordi interregionali ai sensi dell'articolo 182 comma 3 del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i., è vietato il conferimento dei rifiuti prodotti fuori dal territorio regionale di seguito elencati:

- frazione secca di sopravaglio prodotta dai processi di selezione meccanica effettuata sui rifiuti urbani non differenziati (CER 200301) in impianti autorizzati per operazioni di recupero o smaltimento e codificata con codice CER 191212;
- scarti e sovralli prodotti dai processi di selezione meccanica effettuata sui rifiuti urbani non differenziati (CER 20.03.01) in impianti autorizzati per operazioni di recupero o smaltimento e codificati con codice CER 191212.

Inoltre, in attuazione a quanto previsto dalla succitata DGRT n. 275 del 20/03/2018, Belvedere Spa deve assicurare prioritariamente il recupero e lo smaltimento della frazione organica stabilizzata (FOS) prodotta sul territorio regionale dal trattamento di rifiuti urbani non differenziati, rispetto a quella di provenienza extra-regionale, ed inoltre, indipendentemente dalla provenienza, la FOS utilizzata a copertura deve sempre avere un IRDP<1.000 mgO₂/kgSVh.

2.3. SITUAZIONE ATTUALE

Coerentemente con il progetto definitivo approvato, i quantitativi massimi autorizzati di rifiuti conferibili, nel rispetto dell'AIA, ammontano a una volumetria complessiva di 4.500.000 m³, comprensivi dei volumi relativi ai ripristini ambientali.

Alla data odierna la conformazione morfologica della discarica e dei relativi impianti è quella riportata nella **Tavola GEN-EG-010 – Situazione a Dicembre 2021**.

Il sistema di captazione del percolato è formato da una batteria di n. 4 pozzi inclinati, appoggiati al paramento interno dell'argine di sbarramento di valle, realizzati in polietilene spiralato rinforzato con diametro interno 1.200 mm e classe di rigidità SN16 e di cui n. 2 dotati di pompe di sollevamento principali, n. 1 pozzo dotato di pompa di sollevamento ausiliaria per basse portate e n. 1 pozzo allestito con misuratore di livello piezoelettrico, per la misura del battente di percolato all'interno dell'ammasso e per il comando automatico delle pompe di sollevamento; inoltre, all'interno del corpo discarica è presente una batteria di pozzi di controllo dei livelli, allestiti o predisposti per l'alloggiamento di pompe di sollevamento.

Lo stoccaggio del percolato emunto avviene per mezzo di una vasca in c.a, fuori terra e dotata di bacino di contenimento, da 750 m³, e di una batteria di n. 3 serbatoi cilindrici in acciaio da 300 m³/cad., anch'essi dotati di bacino di contenimento.

Il sistema di captazione biogas della discarica in esercizio comprende pozzi verticali, De200 mm e De400mm, connessi all'impianto di aspirazione mediante collettori secondari in HDPE De90 e collettori principali in HDPE De250. Il sistema di aspirazione comprende n. 2 soffianti centrifughe, con portata di esercizio complessiva pari a 1.200 Nm³/hr. Il biogas profondo aspirato viene inviato al trattamento prima dell'impiego nei motori di cogenerazione installati. In caso di blocco dei motori è disponibile una torcia da 1.200 m³/h per la combustione del biogas prodotto dalla Legoli 2 e una torcia da 500 m³/h è dedicata al biogas profondo del vecchio modulo (Legoli 1) interessato dal ripristino ambientale; il biogas superficiale di tutti i moduli viene inviato ad una torcia da 800 m³/h.

La tipologia e la provenienza dei rifiuti conferiti fino al raggiungimento della volumetria di progetto rispetta quanto prescritto nelle autorizzazioni rilasciate, oltre all'impiego di PFU (CER 160103) come materiale tecnico per la realizzazione dei vari lotti di coltivazione;

Raggiunte le quote di colmatazione provvisoria dei vari lotti sono state realizzate coperture temporanee con la posa di uno strato di almeno 50 cm di argilla rullata e compattata; particolare cura è stata posta nella manutenzione provvedendo a riportare argilla in caso di erosione superficiale dovuta alle piogge.

La tipologia di discarica in sormonto (le volumetrie del 2° ampliamento della Legoli 2 si sovrappongono a quelle del 1° progetto) ha comportato il progressivo smantellamento della copertura provvisoria preesistente per la coltivazione del lotto in sormonto.

La copertura definitiva di progetto potrà essere realizzata trascorsi due anni dal raggiungimento della quota di colmatazione finale di progetto.

3. DESCRIZIONE DELLE ATTIVITA' DI PROGETTO

Il progetto presentato è stato redatto in ottemperanza al recente **Decreto Legislativo 3 settembre 2020, n. 121 - Attuazione della direttiva (UE) 2018/850, che modifica la direttiva 1999/31/CE relativa alle discariche di rifiuti**, con lo scopo di prevedere, mediante requisiti operativi e tecnici per i rifiuti e le discariche, misure, procedure e orientamenti volti a prevenire o a ridurre il più possibile le ripercussioni negative sull'ambiente, in particolare l'inquinamento delle acque superficiali, delle acque di falda, del suolo e dell'aria, sul patrimonio agroalimentare, culturale e il paesaggio, e sull'ambiente globale, compreso l'effetto serra, nonché i rischi per la salute umana risultanti durante l'intero ciclo di vita della discarica.

3.1. SITUAZIONE A DICEMBRE 2021

Preliminarmente alla stesura del Progetto Definitivo è stato eseguito un rilevamento topografico di dettaglio dell'intera area, rimontato su base CTR calibrata e georeferenziata (vedi **Tavola GEN-EG-010 – Situazione a Dicembre 2021**), nel corso del quale sono stati rilevati:

- i punti fiduciali, per l'inquadramento dei rilievi sulle basi catastali;
- i punti da utilizzare per la rototraslazione in coordinate Gauss-Boaga, per l'inquadramento dei rilievi sulle basi della Carta Tecnica Regionale;
- i punti di dettaglio relativi a vari spigoli dei fabbricati esistenti nella proprietà, al fine di poter verificare la loro corretta posizione, sia in relazione alle mappe catastali che alla CTR;
- vari punti di dettaglio dell'andamento del terreno di proprietà, per creare un modello matematico da utilizzare per piante e sezioni, sia di studio che di progetto;
- punti di interesse presenti nel terreno, quali pozzi, sondaggi, piezometri, bacini, e quant'altro si è ritenuto necessario a dare informazioni utili;

ed in particolare tutti i punti delle indagini pregresse e della nuova campagna di indagine geognostica commissionata da Belvedere Spa per il presente progetto.

Si precisa, come meglio riportato nell'elaborato **GEN-RT-020**, che tutte le aree interessate dall'intervento sono state quotate rispetto ai caposaldi dell'impianto, che hanno quote riferite al **sistema locale** e quindi **le quote indicate sono più elevate di 26,46 m rispetto alle quote CTR**.

3.2. DESCRIZIONE SINTETICA DEI LAVORI DI APPRONTAMENTO

La sequenza dei principali lavori di approntamento previsti alla base della discarica si svilupperà come segue (vedi **Tavola FOP-EG-010-fasi-operative** e **CPR-EG-010-cronoprogramma**):

- a. realizzazione di nuova pista di accesso alla discarica, esterna al cantiere di approntamento della nuova opera di sbarramento e del nuovo piazzale impianti, finalizzata al mantenimento della continuità gestionale della discarica
- b. realizzazione di opere provvisorie di captazione delle acque meteoriche e loro smaltimento a valle dell'area di intervento

- c. realizzazione di by-pass delle infrastrutture interessate dal cantiere di approntamento della nuova opera di sbarramento (linee percolato e impianti elettrici)
- d. realizzazione di paratia di diaframmi
- e. realizzazione di argine in argilla di protezione della paratia e contestuale approntamento del nuovo piazzale impianti a valle della paratia
- f. realizzazione della connessione idraulica della Legoli 1 e della Legoli 2
- g. inizio preparazione ed impermeabilizzazione artificiale del fondo discarica e contestuale approntamento del nuovo impianto di gestione del biogas e del nuovo impianto di trattamento in sito del percolato
- h. realizzazione del sistema di raccolta e sollevamento del percolato e inizio posa in opera dreno di fondo
- i. realizzazione dei by-pass biogas e percolato ai nuovi impianti
- j. demolizione vecchi impianti e servizi
- k. completamento della impermeabilizzazione e del dreno di fondo fino alle paratie esistenti (Legoli 1 e Legoli 2)
- l. inizio coltivazione Legoli 3

Contestualmente ai suddetti lavori potranno essere realizzate le seguenti opere:

- a. realizzazione della nuova viabilità di accesso
- b. realizzazione della paratia di pali per approntamento della nuova area accettazione/uffici/spogliatoi
- c. realizzazione della nuova area accettazione/uffici/spogliatoi
- d. realizzazione del nuovo impianto antincendio
- e. realizzazione del nuovo impianto elettrico
- f. realizzazione ingressi controllati e completamento della recinzione
- g. regimazione acque pluviali
- h. opere per la mitigazione dell'impatto ambientale

3.3. SBARRAMENTO DI VALLE DEL CORPO DEI RIFIUTI

L'area di abbancamento dei rifiuti sarà ricavata realizzando uno sbarramento ammorsato nei due versanti che delimitano la vallecchia (vedi Tavole **PAR-EG-010/020**).

Il piano di imposta dello sbarramento è stato individuato grazie all'approfondita campagna geognostica eseguita sul sito di intervento.

Lo sbarramento sarà costituito da una paratia di diaframmi in c.a. (vedi Elaborati **PAR-RT-010 e PAR-AL-010**) protetta sul lato monte (parte a contatto con i rifiuti) mediante un rilevato in argilla compattata ad alta energia.

L'altezza del rilevato in argilla compattata sarà variabile con altezza massima dal piano campagna di circa 19 metri; la larghezza di testa (coronamento) sarà di circa 9 m.

La testa del rilevato arginale sarà completata realizzando una pavimentazione stradale idonea per mezzi pesanti dato che sarà attraversata dai mezzi di conferimento dei rifiuti e si integrerà con le piste perimetrali dei vari lotti.

Il lato interno dell'argine a contatto con i rifiuti sarà impermeabilizzato artificialmente con una membrana in HDPE da 3 mm e protetto da geotessuto a grammatura pesante (vedi Tavole **PAR-EG-050/070**).

3.4. PREPARAZIONE ED IMPERMEABILIZZAZIONE DEL FONDO DISCARICA

La discarica sarà coltivata da valle verso monte secondo quanto descritto nel **Piano di gestione operativa e post-operativa**; la coltivazione avverrà per Fasi successive, pertanto i lavori di preparazione del fondo e di allestimento delle celle saranno eseguiti gradualmente per lotti successivi.

I lavori di approntamento del fondo discarica consisteranno nell'asportazione del terreno di superficie fino al raggiungimento delle argille plioceniche naturali in posto aventi idonee caratteristiche geotecniche e permeabilità in sito di $K \leq 1 \times 10^{-9}$ m/sec; il fondo verrà sagomato per realizzare le pendenze previste in progetto (vedi Tavola **PAR-EG-050**).

La barriera sul fondo della discarica sarà costituita, dal basso verso l'alto, dai seguenti livelli:

- **livello 1)** barriera geologica naturale – argille plioceniche con permeabilità $k < 1 \times 10^{-9}$ m/s;
- **livello 2a)** strato di impermeabilizzazione artificiale con spessore $s \geq 1$ m e permeabilità $k < 1 \times 10^{-9}$ m/s, impiegando terreni naturali o miscele di terreni compattati che garantiscono la permeabilità prescritta;
- **livello 2b)** geomembrana in HDPE, spessore 3 mm, conforme alla norma UNI 1604645 per geomembrane lisce ed alla norma UNI 1604643 per geomembrane ad aderenza migliorata;
- **livello 2c)** opportuno strato di protezione, costituito da idoneo materiale, 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 - 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);
- **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 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 $< 3\%$; 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.

Sarà considerata fondo tutta la superficie dotata di pendenze inferiori al 10% e su tutto il fondo è stata prevista la posa di un **dreno planare in ghiaia, spessore 50 cm**, e di **tubazioni di drenaggio del percolato in HDPE PN16 – diam. 250 mm** (vedi Tavola **PAR-EG-050**).

Le modalità realizzative della barriera di fondo e in sponda e le modalità con cui si intende garantire la continuità fisica tra i sistemi di impermeabilizzazione di fondo e in sponda sono riportate nella **Tavola PAR-EG-070 – Sezioni longitudinali – Particolari E – F**.

Nella **Tavola PAR-EG-070 –Particolare D** viene fornita la soluzione progettuale per la realizzazione dell'argine in **argilla di protezione della paratia dei diaframmi come parte della barriera di fondo della discarica**.

3.4.1. VERIFICA DEL LIVELLO 1 – BARRIERA GEOLOGICA NATURALE

La caratterizzazione della successione stratigrafica e dei valori di permeabilità del sottosuolo dell'area di intervento è stata integrata mediante la realizzazione di n. 7 nuovi sondaggi geognostici a carotaggio continuo, n. 13 prove di immissione in fori di sondaggio, n. 19 prove penetrometriche e indagini sismiche; per maggiori dettagli si rimanda all'elaborato **GEO-RT-010** e relativi allegati.

In corso d'opera sarà necessario verificare che la quota di imposta del fondo sia impostata nelle "Argille azzurre plioceniche" (vedi **Elaborato GEO-RT-010** e relativi allegati), costituite da litotipi a bassa permeabilità, inferiore a 10^{-7} cm/sec, come è stato rilevato dalle prove di permeabilità eseguite durante le numerose indagini geognostiche eseguite nella zona e durante le operazioni di approntamento dei lotti di gestione della discarica attualmente in esercizio.

Al fine di verificare le condizioni di impermeabilizzazione del fondo dovranno essere condotte misure di permeabilità in sito (metodologia **ASTM D-6391-11**) dopo un periodo di saturazione di almeno 24 ore, nella misura di una prova ogni 2.000 m² di superficie orizzontale.

Nel caso che una sola prova di permeabilità fornisca un valore di permeabilità superiore a $k = 1 \times 10^{-7}$ cm/sec, la zona interessata dovrà essere impermeabilizzata artificialmente secondo le stesse modalità operative di realizzazione del **livello 2a**, come dettagliatamente descritte nel Paragrafo successivo.

Le indagini sui terreni che costituiscono la barriera geologica naturale, per verificarne la conformità ai requisiti di cui al paragrafo 2.4.2 dell'Allegato 1 al D.Lgs. 36/2003 e s.m.i., saranno eseguite sia sulle parti in piano che sulle parti in sponda dello scavo con una **maglia di 40x40 m**, come previsto dall'AIA n. 8360/2020.

Per quanto riguarda il piano di indagini da effettuare sulla barriera geologica naturale si rimanda al **paragrafo 3.2 dell'elaborato PAR-RT-020**.

Ai fini dell'avvio dell'esercizio dei diversi lotti di discarica, come previsto all'art. 9.d-c.2, del D.lgs. 36/2003 e s.m.i., il gestore presenterà, unitamente al **Certificato di Regolare Esecuzione** a firma della DL, anche una relazione riportante tutte le prove eseguite e le relative frequenze in relazione alle superfici interessate e i risultati ottenuti.

3.4.2. REALIZZAZIONE DEL LIVELLO 2A

Le modalità realizzative del **livello 2a** saranno seguite sia per l'approntamento del fondo scavo sia per la realizzazione dell'argine in argilla di protezione della paratia di diaframmi.

Per quanto attiene la realizzazione del **livello 2a** (strato di impermeabilizzazione artificiale con spessore $s \geq 1$ m e permeabilità $k < 1 \times 10^{-9}$ m/s) il materiale, verrà disposto a piccoli strati successivi (massimo 20 cm) in condizioni di umidità ottimale, che saranno compattati inizialmente con ripetuti passaggi di una pala cingolata che provvederà allo stendimento del materiale, che sarà successivamente frantumato mediante fresatura meccanica in frammenti di dimensioni non superiori a 5 cm (per ottenere un buon collegamento tra l'argilla riportata e le pareti laterali la fresatura dei terreni verrà

effettuata anche a cavallo della zona di contatto) e successivamente compattato mediante almeno 6 passaggi consecutivi di un compattatore vibrante a ruota dentata anteriore e ruote gommate posteriori (peso operativo di almeno 10.000 Kg, frequenza di vibrazione 1.700-1.900 giri/min).

Lo spargimento e la compattazione dovranno essere eseguiti in un lasso di tempo il più breve possibile dal momento del prelievo dalla cava di prestito, affinché la prolungata esposizione all'aria e al sole non sottragga l'umidità propria contenuta nel materiale argilloso.

Operando secondo le modalità descritte si dovrà ottenere un riporto di materiale argilloso di spessore minimo pari a 1,0 m (misurato ortogonalmente allo strato).

3.4.2.1. MATERIALI DA IMPIEGARE

Il materiale da impiegare deve essere costituito da argilla con limo e/o limo con argilla avente granulometria e limiti all'interno dei valori indicati nella tabella seguente.

| SETACCIO ASTM | % PASSANTE | |
|---------------------|------------------|------------------|
| | LIMITE SUPERIORE | LIMITE INFERIORE |
| 40 | 100 | 90 |
| 200 | 100 | 80 |
| LIMITI DI ATTERBERG | | |
| LIMITE LIQUIDO | 70 | 45 |
| LIMITE PLASTICO | 50 | 20 |

Tabella 3.4/1 - Limiti ammissibili per la granulometria dello strato minerale impermeabile

3.4.2.2. ACCORGIMENTI IN CORSO D'OPERA

Per l'esecuzione dello schermo protettivo in argilla il materiale subirà una serie di rimaneggiamenti.

In primo luogo si avrà un rimaneggiamento conseguente alle operazioni di scavo e approvvigionamento del materiale; successivamente il materiale verrà nuovamente rimaneggiato nella zona di messa in posto dalla pala cingolata che provvederà allo stendimento del materiale, quindi esso sarà nuovamente rimaneggiato durante le operazioni di frantumazione mediante fresatura meccanica.

Poiché durante ognuna delle quattro operazioni di rimaneggiamento sopra descritte il materiale perde umidità, nella fase finale di compattazione il materiale potrebbe non avere l'optimum di umidità necessario per la sua compattazione ottimale: se ciò si verificasse si dovrà provvedere ad un ulteriore rimaneggiamento durante la fase di approvvigionamento aumentando nel contempo il tempo di esposizione all'aria e al sole (in caso di umidità eccessiva) oppure ad inaffiatura (in caso di bassa umidità).

In corso d'opera sarà opportuno cercare di ottenere un valore di umidità leggermente superiore a quello dell'optimum poiché in tal modo si otterranno senz'altro valori di permeabilità più bassi e tale è appunto lo scopo per il quale lo schermo protettivo viene realizzato.

La quantità di materiale approvvigionato sarà di volta in volta quello stimato necessario per le operazioni di costruzione dello strato.

Qualora si verificassero precipitazioni meteoriche il materiale già approvvigionato, essendo rimaneggiato, subirebbe una eccessiva umidificazione e quindi verrà interamente scartato.

3.4.2.3. PROTOCOLLO DI CONTROLLO QUALITA'

Per quanto riguarda il **piano di indagini** da effettuare sulla barriera artificiale si rimanda al **Paragrafo 3.1** dell'elaborato **PAR-RT-020** nel quale viene fornito il **Protocollo di Controllo Qualità dell'argilla compattata** che prevede, durante la fase di realizzazione del livello 2a di impermeabilizzazione artificiale in argilla compattata conforme ai requisiti di cui al paragrafo 2.4.2 dell'Allegato 1 al D.Lgs. 36/2003 e smi, la verifica dei parametri di cui al par. 4.5 della DCRT n. 88/98 con le frequenze ivi definite.

3.5. ARGINE DI PROTEZIONE DELLA PARATIA

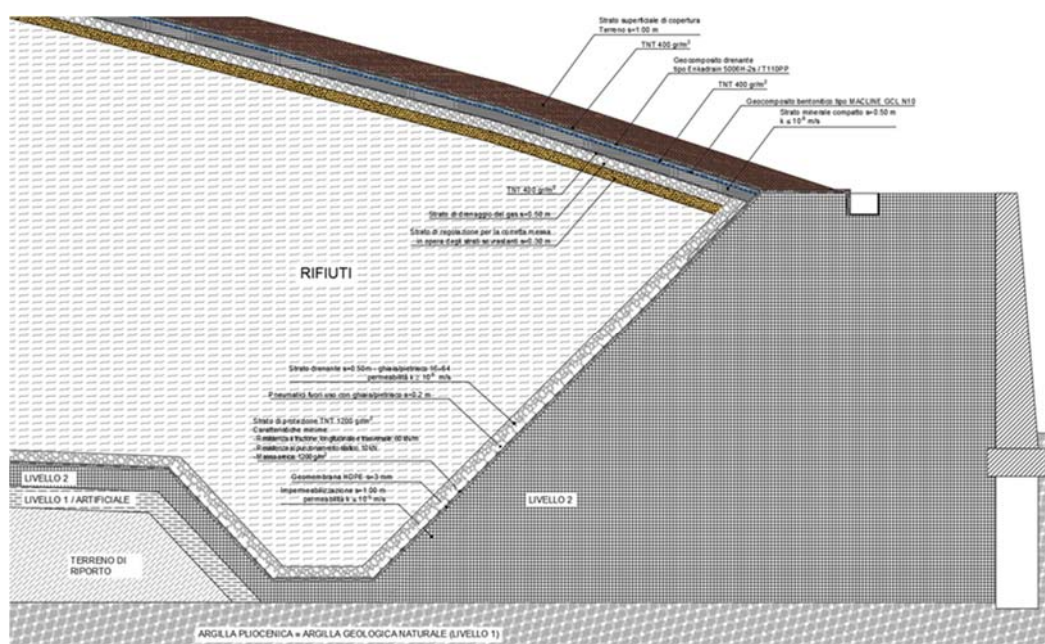
Nella **Tavola PAR-EG-070 –Particolare D** e **PAR-EG-100** viene fornita la soluzione progettuale richiesta per la realizzazione dell'argine in **argilla di protezione della paratia dei diaframmi come parte della barriera di fondo della discarica**.

L'argine di sbarramento verrà realizzato con l'argilla prelevata dalla cava di prestito o proveniente dagli scavi, opportunamente selezionata, che verrà posata in strati sottili (massimo 20 cm) in condizioni di umidità ottimale, e compattati inizialmente con ripetuti passaggi dei bulldozers che provvederanno allo stendimento del materiale. Quindi sarà frantumato mediante fresatura meccanica in frammenti di dimensioni non superiori a 3 cm e successivamente compattato mediante almeno 6 passaggi consecutivi di un compattatore vibrante a ruota dentata anteriore e ruote gommate posteriori (tipo BITELLI GHIBLI C100-versione PD DT), con peso operativo di almeno 10.000 kg (norme CEE), peso sull'asse anteriore di almeno 6.700 kg frequenza di vibrazione 1.700-1.900 giri/min.

Per ottenere un buon collegamento tra l'argilla compatta e le pareti laterali di scavo la fresatura dei terreni verrà effettuata anche a cavallo della zona di contatto e il materiale della zona di contatto verrà successivamente compattato mediante almeno 10 passaggi consecutivi del compattatore vibrante a ruote dentate.

Lo spargimento e la compattazione dovranno essere eseguiti in un lasso di tempo il più breve possibile dal momento del prelievo dalla cava di prestito, affinché la prolungata esposizione all'aria e al sole non sottragga l'umidità propria contenuta nel materiale argilloso: in caso contrario si procederà con innaffiamenti.

Il compattatore utilizzato per gli strati di argilla non avrà rulli dentati di lunghezza pari allo spessore dello strato da compattare, ma si utilizzerà una lunghezza idonea tale da movimentare lo strato interessato.



Di seguito si riporta la tabella riassuntiva delle prove da eseguire messe a confronto con quanto previsto dal par. 7.4.4 della DGRT 21/12/1999, n.385.

| PARAMETRI | PROVA | FREQUENZA PROPOSTA | FREQUENZA MINIMA DA NORMATIVA |
|---|-------------------------|--------------------------|-------------------------------|
| Percentuale di fine passante al setaccio n. 200 | ASTM D1140 | 1 per 750 m ³ | 1 per 750 m ³ |
| Percentuale di ghiaia trattenuta al setaccio n. 4 | ASTM D422 | 1 per 750 m ³ | 1 per 750 m ³ |
| Limite liquido | ASTM D4318 | 1 per 750 m ³ | 1 per 750 m ³ |
| Limite plastico | ASTM D4318 | 1 per 750 m ³ | 1 per 750 m ³ |
| Contenuto d'acqua | ASTM D4643 - ASTM D2216 | 1 per 750 m ³ | 1 per 750 m ³ |

Di seguito si riporta una tabella riassuntiva con il numero di prove di permeabilità da eseguire sull'argine in argilla di protezione della paratia suddivisa nelle varie quote del rilevato.

| ALTEZZA ARGINE IN ARGILLA [m] | N° PROVE MP |
|-------------------------------|-------------|
| 0.00 | 2 |
| 1.00 | 2 |
| 2.00 | 2 |
| 3.00 | 2 |
| 4.00 | 2 |
| 5.00 | 2 |
| 6.00 | 2 |
| 7.00 | 2 |
| 8.00 | 2 |
| 9.00 | 2 |
| 10.00 | 2 |
| 11.00 | 2 |
| 12.00 | 2 |
| 13.00 | 2 |
| 14.00 | 2 |
| 15.00 | 2 |
| 16.00 | 2 |
| 17.00 | 2 |
| 18.00 | 2 |
| 18.20 | 2 |
| TOTALE | 40 |

3.6. PREPARAZIONE ED IMPERMEABILIZZAZIONE ARTIFICIALE DELLE SPONDE DELLA DISCARICA

La protezione delle sponde della discarica sarà garantita da un sistema di impermeabilizzazione artificiale con caratteristiche fisico-meccaniche analoghe allo strato impermeabile artificiale di fondo, e sarà inoltre garantita la continuità fisica fra i due sistemi di impermeabilizzazione, come indicato nelle tavole di progetto (vedi Tavole **PAR-EG-072 - PAR-EG-080**).

La motivazione per cui è stata scelta un geocomposito bentonitico in luogo di uno strato minerale risiede nella semplificazione della posa in opera dello stesso: nelle aree con pendenza maggiore è più semplice stendere un telo, posizionarlo, fissarlo e saldarlo piuttosto che trasportare molti autocarri di argilla, escavatori, pale e rulli, stendere il materiale e compattarlo adeguatamente.

3.7. CALCOLI DI EQUIVALENZA DEI GEOSINTETICI

Per tutti i geosintetici utilizzati, sia nella barriera di fondo che nella copertura definitiva, sono forniti i calcoli che dimostrano l'equivalenza ai criteri previsti dalle BAT.

- **Equivalenza strato di impermeabilizzazione artificiale e geocomposito**

Il progetto prevede la sostituzione dello strato di impermeabilizzazione artificiale di 1 m con un geocomposito bentonitico solo per il pacchetto delle sponde al di sopra delle discariche esistenti di Legoli 1 e 2. Tale scelta è dovuta al fatto che la realizzazione dello strato di impermeabilizzazione artificiale, come richiesto dal D.Lgs 03 settembre 2020, n.121, richiede una compattazione ad alta energia. La presenza di rifiuti al di sotto di tale strato rende impraticabile la realizzazione di detto strato con le caratteristiche richieste. Pertanto la soluzione più idonea è la sostituzione con un geocomposito che garantisca lo stesso tempo di attraversamento di tale strato.

Di seguito vengono riportate le stime del tempo di attraversamento di un liquido attraverso uno strato di impermeabilizzazione artificiale di spessore 1 m e permeabilità 1×10^{-9} m/s e il geocomposito bentonitico scelto.

Le caratteristiche del **geocomposito bentonitico** scelto sono le seguenti:

MACCAFERRI

TECHNICAL DATA SHEET
Rev. AH Date 01.02.2021

MACLINE® GCL WL20
GEOCLAYLINERS

MACLINE® GCL type WL consists of a layer of bentonite encapsulated between two geotextiles (one nonwoven and one woven polypropylene geotextile), needle punched together and laminated on one side to a thin flexible polyethylene membrane for maximum performance under a wide variety of field conditions. This integrated matrix of bentonite and needle punched fibres provides high shear strength and allows MACLINE® GCL to maintain low permeability even in adverse installation conditions. MACLINE® GCL has high internal shear strength characteristics for steep slope applications.

| MACLINE® GCL | | WL20 | | Notes |
|--------------------------------------|------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|-------|
| Geotextiles Characteristics | | | | |
| Basal layer | | Nonwoven geotextile | | |
| Upper layer | | Woven geotextile | | |
| One side laminated membrane | | Polyethylene | | |
| Mass per unit | EN ISO 9864 | g/m ² | Basal layer 200 - Upper layer 100 | 1 |
| Bentonite Characteristics | | | | |
| Type | | Sodium bentonite | | |
| Specific weight | | g/cm ³ | 2.6 | |
| Melting point | | °C | 1340 | |
| Granules size | | mesh | Special blend from 6 to 30 (approx.) | |
| Montmorillonite content | | % | 90 (-10) | 5 |
| Water absorption | ASTM E946 | % | > 650 | |
| Free swelling capacity | ASTM D5890 | ml/2g | > 24 | |
| Bentonite fluid loss | ASTM D5891 | ml | < 18 | |
| Bentonite mass @12% moisture content | EN 14196 | g/m ² | 5000 | 3 |
| Composite (GBR-C) Characteristics | | | | |
| Mass per unit | EN 14196 | g/m ² | 5500 | 1, 3 |
| Thickness | EN ISO 9863-1 | mm | 7.2 | 1 |
| Peel strength | ASTM D6496 | N/10 cm | 65 | 1, 5 |
| Permeability | ASTM E96 | m/s | 2.0×10^{-13} | 2, 5 |
| Index flux | EN 16416 ASTM D5887 | m ³ /m ² s | no measured flow | |
| Tensile strength (longitudinal) | EN ISO 10319 | kN/m | 14.5 (-2.5) | 4 |
| Elongation (longitudinal) | EN ISO 10319 | % | 14 ± 7 | 5 |
| Static puncture resistance - CBR | EN ISO 12236 | kN | 2.4 (-0.4) | 4 |
| Roll width | | m | 5.0 | 6 |

- 1) Nominal value; a standard 10% tolerance is admitted
- 2) Calculated value on the basis of tests carried out on the polyethylene film and on the "delaminated" GCL in accordance with ASTM E96 and carried out on the bentonite in accordance with ASTM D5887; thickness of the various components assumed in dry not expanded conditions
- 3) Nominal value dependent on the moisture content at 12%; the minimum content of bentonite at 0% moisture is 4400 g/m²
- 4) MARV value at 95% confidence limit corresponds to average minus the tolerance
- 5) Informative value
- 6) Nominal value; a standard 1% tolerance is admitted.

Protective packaging should not be removed until MACLINE® GCL is ready to be installed; MACLINE® GCL has to be covered within one day after the installation (EN 12224 - durability).

For the optimization and improvement process of the technical characteristics of the products, the producer reserves the right to modify standard and characteristics at the product without any warning. The information contained herein is to the best of our knowledge accurate, but since the circumstances and conditions in which it may be used are beyond our control, we do not accept any liability for any loss or damage, however arising, which results directly or indirectly from the use of such information nor do we offer any warranty or immunity against patent infringement.

Officine Maccaferri S.p.A.
Via F. Kennedy 10, 40069 Zola Predosa (BO) - Italy
T: (+39) 051 643 6000 F: (+39) 051 643 6201
E: info@hq.maccaferri.com www.maccaferri.com

Maccaferri operates under strict quality assurance and management procedures. Please visit the website of your local subsidiary for details of their Certifications.

© 2020 Maccaferri. All rights reserved. Document will undergo Copyright.

Considerando un battente idrico (b_i) di 0,30 m, il tempo di attraversamento stimato nel caso del D.Lgs 121/2020 è riportato di seguito.

| | | |
|---|-----------------------------|------------------|
| Spessore strato minerale compattato | S_{smc} | 1,00 m |
| Permeabilità strato minerale | k_{smc} | 1E-09 m/s |
| Gradiente | i_{smc} | 1,30 m |
| Tempo di attraversamento strato minerale | t_{smc} | 24,4 anni |

Dove:

$$t = \frac{s^2}{k \cdot i}$$

$$i = b_i + s$$

Analogo calcolo viene fatto per la determinazione del tempo di attraversamento di un liquido nel caso di geocomposito bentonitico avente le seguenti caratteristiche:

| | | |
|--|----------------------------|------------------|
| Spessore minimo in condizioni idratate | S_{gc} | 0,007 m |
| Permeabilità geomembrana | k_{gc} | 2E-13 m/s |
| Gradiente | i_{gc} | 0,31 m |
| Tempo di attraversamento geocomposito | t_{gc} | 25,3 anni |

Come si può notare il tempo di attraversamento del geocomposito è superiore al tempo di attraversamento dello strato di impermeabilizzazione artificiale previsto dal D.Lgs 121/2020. Il geocomposito bentonitico presenta l'indubbio vantaggio che è un prodotto industriale con marchio CE, sottoposto a controlli di qualità in fabbrica che ne garantiscono l'omogeneità delle prestazioni, a differenza della barriera naturale in argilla da realizzare in situ che potrà risultare, nonostante l'esecuzione di prove di compattazione e permeabilità, disomogenea.

- **Equivalenza strato drenante naturale e geocomposito**

Il D.Lgs 03 settembre 2020, n.121, prevede l'impiego, come strato drenante, di un materiale granulare in grado di garantire che non si manifesti un battente idraulico al di sopra dello stesso. L'approccio metodologico che occorre seguire per impostare un confronto tecnico tra i due sistemi è il seguente:

- valutare le prestazioni idrauliche che un sistema costituito da materiale inerte naturale (es. ghiaia) è in grado di garantire (in termini di portata specifica q_{ghiaia} in l/sm oppure m^3/sm);
- valutare le prestazioni idrauliche che un geocomposito drenante sintetico è in grado di garantire (in termini di portata specifica q_{gcd} l/s m oppure m^3/sm), sia in termini di trasmissività nominale q_{gcdnom} che di trasmissività ammissibile q_{gcdamm} ;
- introdurre il fattore prestazionale di merito che sancisca oggettivamente la validità della soluzione alternativa proposta.

Ipotizzando la condizione di completa saturazione dello strato, risulta lecito ritenere valida la relazione i Darcy, da cui desumere, quindi, il dato di portata Q [m³/s] dello strato di ghiaia ricercato:

$$Q_{ghiaia} = k_{ghiaia} \cdot A \cdot i = k_{ghiaia} \cdot L \cdot t \cdot i$$

$$q_{ghiaia} = \frac{Q_{ghiaia}}{L} = k_{ghiaia} \cdot t \cdot i$$

dove

| | |
|--------------|----------------------------|
| k_{ghiaia} | dato di permeabilità [m/s] |
| i | gradiente idraulico |
| t | spessore dello strato [m] |

Per calcolare la portata specifica che un sistema drenante sintetico (geocomposito drenante) è in grado di evacuare occorre definire due categorie di parametri:

- Parametri di natura idraulica;
- Parametri di natura meccanica.

Il parametro idraulico che è necessario conoscere è il gradiente idraulico (i), che esprime sostanzialmente l'inclinazione del piano su cui verrà installato il sistema geosintetico (si ricorda la relazione analitica che intercorre tra i e l'angolo di inclinazione del piano $i = \sin(\beta)$).

Per quanto riguarda invece il parametro di natura meccanica, esso si riferisce all'entità dei carichi applicati sul prodotto (la cui natura può essere permanente, variabile oppure anche ciclica). Noti che siano i valori di gradiente idraulico e carico applicato, è immediata la lettura del dato di trasmissività idraulica nominale ricercato (portata specifica nel piano del prodotto in termini di l/sm oppure in m³/sm) analizzando la scheda tecnica del prodotto.

Dato che le schede tecniche relative ai sistemi sintetici sono concepite e realizzate limitando il caso delle combinazioni carichi/gradienti, si avranno a disposizione solo alcuni valori di trasmissività idraulica, ciascuno derivante dalla combinazione di un valore di carico con un dato di gradiente idraulico.

Può accadere pertanto che il dato ricercato di portata specifica del geocomposito si debba riferire ad una combinazione carico/gradiente non presente sulla scheda tecnica.

In questo frangente si potrà ricorrere all'utilizzo di una formula speditiva (Rimoldi '89) che approssimerà il dato ricercato.

$$q_{il} = q \cdot \sqrt{\frac{i_1}{i}}$$

Dove

| | |
|----------|---|
| q_{il} | portata specifica ricercata relativa alle condizioni in situ; |
| q | portata specifica nota da scheda tecnica; |
| i_1 | gradiente idraulico relativo alle condizioni in situ; |
| i | gradiente idraulico inserito in scheda tecnica. |

Una volta ottenuto il dato di trasmissività idraulica nominale, si dovrà procedere al calcolo del relativo valore ammissibile attraverso la seguente relazione:

$$q_{amm} = \frac{q_{il}}{[RF_{in} \cdot RF_{cc} \cdot RF_{bc} \cdot RF_{cr}]}$$

Dove

RF_{in} Fattore di riduzione che tiene conto della deformazione elastica del geocomposito e delle intrusioni all'interno della georete dei geosintetici adiacenti;
 RF_{cc} Fattore di riduzione che tiene conto dell'intasamento chimico;
 RF_{bc} Fattore di riduzione che tiene conto dell'intasamento biologico;
 RF_{cc} Fattore di riduzione che tiene conto del creep (deformazione viscosa sotto un carico costante).

Infine si calcola il valore prestazionale di merito dato da:

$$FS = \frac{q_{amm}}{q_{ghiaia}} \geq 1$$

Di seguito si riportano i calcoli svolti:

| Capacità drenante ghiaia | | | |
|--|--------------|----------|---------------------|
| Permeabilità ghiaia | k_{ghiaia} | 1,00E-04 | m/s |
| Spessore strato drenante | s | 0,5 | m |
| Inclinazione trasversale media | β | 20 | ° |
| Gradiente idraulico relativo alle condizioni in situ | i_1 | 0,342 | |
| Trammissività dello strato drenante | q_{ghiaia} | 1,71E-05 | m ³ /s/m |
| Trammissività dello strato drenante | q_{ghiaia} | 0,017 | l/(s*m) |
| Peso terreno | γ | 19 | kN/m ³ |
| Altezza massima terreno sopra strato drenante | H | 1 | m |
| Carico variabile | q | 50 | kPa |
| Pressione | σ | 69 | kPa |

| Pressione applicata | gradiente idraulico i = 1,0 | gradiente idraulico i = 0,10 | gradiente idraulico i = 0,03 |
|----------------------------|--|---|---|
| kPa | l/(s m)* | l/(s m)* | l/(s m)* |
| 20 | 2,70 | 0,70 | 0,35 |
| 50 | 2,40 | 0,65 | 0,30 |
| 100 | 2,30 | 0,60 | 0,24 |
| 200 | 1,40 | 0,24 | 0,11 |

* Conversione: l/(s m) = 10⁻³ m²/s

Tabella della capacità drenante del geocomposito estratta dalla scheda tecnica

| Capacità drenante geocomposito | | | |
|--|-----------------------------|--------------|--------------|
| Gradiente idraulico tabulato in scheda tecnica | i | 0,100 | |
| Pressione applicata tabulato in scheda tecnica | σ | 100 | kPa |
| Capacità drenante da scheda tecnica | q _{scheda tecnica} | 0,700 | l/(s*m) |
| Trasmissività nominale del GCD | q _{nom} | 1,295 | l/(s*m) |
| Fattore di riduzione 1 | RF _{in} | 1,3 | |
| Fattore di riduzione 2 | RF _{cc} | 1,1 | |
| Fattore di riduzione 3 | RF _{bc} | 1,5 | |
| Fattore di riduzione 4 | RF _{cr} | 1,3 | |
| Fattore di riduzione totale | RF _{tot} | 2,789 | |
| Trasmissività ammissibile del GCD | q _{amm} | 0,464 | l/(s*m) |
| Fattore di sicurezza | FS | 27,15 | >1 |

3.8. STRATO DRENANTE SUL FONDO

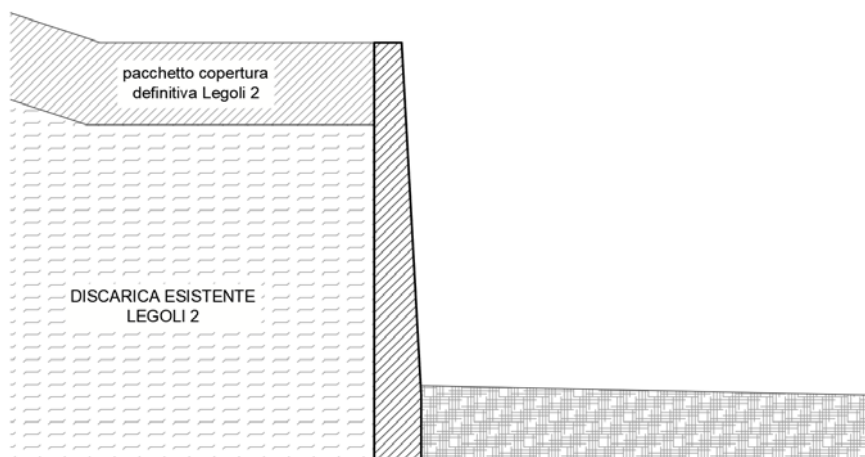
Su tutto il fondo, cioè su tutta la superficie dotata di pendenze inferiori al 10%, e è stata prevista la posa di un **dreno planare in ghiaia, spessore 50 cm**, e di **tubazioni di drenaggio del percolato in HDPE PN16 – diam. 250 mm** (vedi Tavola PAR-EG-050).

Il materiale da utilizzare dovrà avere le seguenti caratteristiche tecniche: permeabilità $k \geq 1 \times 10^{-5}$ m/s, classi A1 e A3 della classificazione HRB AASHTO; il materiale drenante 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%; 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.

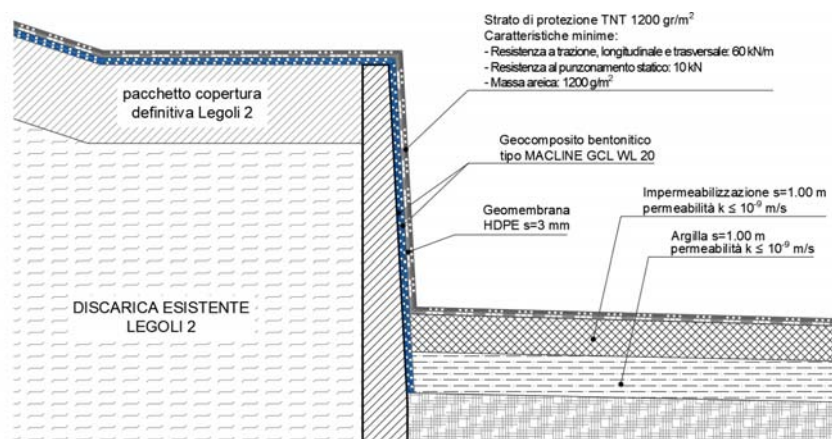
3.9. STRATO DRENANTE POSTO A RIDOSSO DEI MURI DI SBARRAMENTO DI LEGOLI 1 E LEGOLI 2

Di seguito si riportano le fasi realizzative del dreno posto a ridosso dei muri di sbarramento.

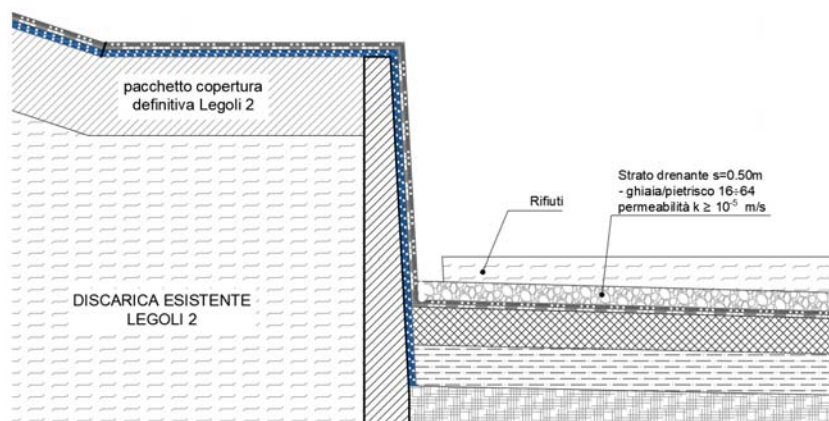
Per maggior dettaglio si rimanda alla **Tavola PAR-EG-100**.



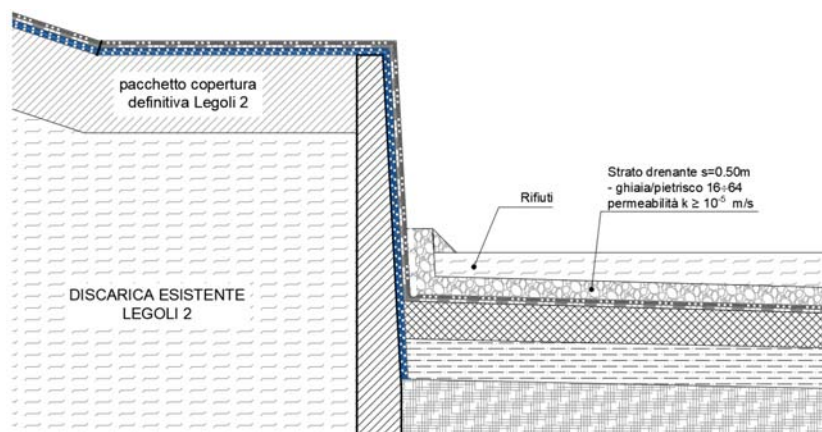
FASE 1 - STATO ATTUALE



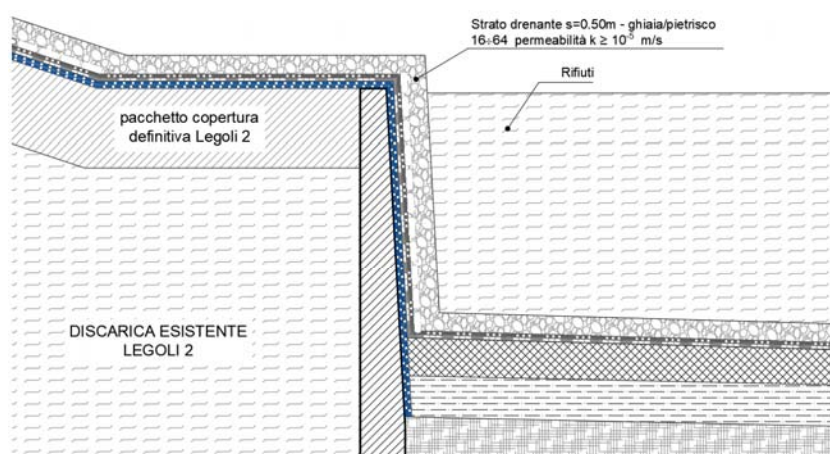
FASE 2 - REALIZZAZIONE IMPERMEABILIZZAZIONE DI FONDO E DI SPONDA



FASE 3 - REALIZZAZIONE PRIMO LIVELLO DEL DRENO A RIDOSSO DEI MURI ESISTENTI



FASE 4 - REALIZZAZIONE SECONDO LIVELLO DEL DRENO A RIDOSSO DEI MURI ESISTENTI



FASE 5 - COMPLETAMENTO DEL DRENO A RIDOSSO DEI MURI ESISTENTI

3.10. STRATO DRENANTE SULLE SPONDE

Si evidenzia che nelle porzioni della discarica a elevata pendenza, nelle quali è previsto l'utilizzo di pneumatici fuori uso, gli stessi non sono posizionati come supporto allo strato drenante in ghiaia, ma solamente per protezione dell'impermeabilizzazione in HDPE (vedi **Tavola PAR-EG-070 –Particolari D – E – F – B/E – B/F – C/D**).

Lo spessore netto/utile dello strato drenante in ghiaia, al di sopra degli pneumatici, sarà quindi almeno di 50 cm.

3.11. COLLEGAMENTO IDRAULICO DELLE VECCHIE DISCARICHE AL NUOVO SISTEMA DI RACCOLTA DEL PERCOLATO

Per quanto attiene il collegamento idraulico delle vecchie discariche al nuovo sistema di raccolta del percolato, gli interventi da realizzare e la loro sequenza temporale sono illustrati in dettaglio nella Tavola **PAR-EG-060**.

La soluzione progettuale tiene conto del fatto che, nelle condizioni di esercizio a regime, i punti di accumulo e di prelievo dei vecchi corpi di discarica saranno collocati a elevata profondità, e in particolare:

- la testa del **pozzo** di raccolta del percolato della **Legoli 1** si troverà a una profondità di circa **47 m dal p.d.c. di progetto**;
- le teste dei **pozzi** di raccolta del percolato della **Legoli 2** si troveranno a una profondità di circa **39 m dal p.d.c. di progetto**

e i relativi punti di raccolta del percolato saranno collocati a quote ancora inferiori, alla base dei suddetti pozzi.

Tenuto conto di quanto sopra, è stata scartata la soluzione di prevedere la raccolta dei percolati della Legoli 1 e Legoli 2 mediante sistemi di sollevamento con pompe ed è stata adottata una soluzione progettuale di estrazione continua "a gravità" finalizzata a minimizzare il battente idraulico di percolato sul fondo delle due vecchie discariche compatibilmente con le caratteristiche geometriche del sistema.

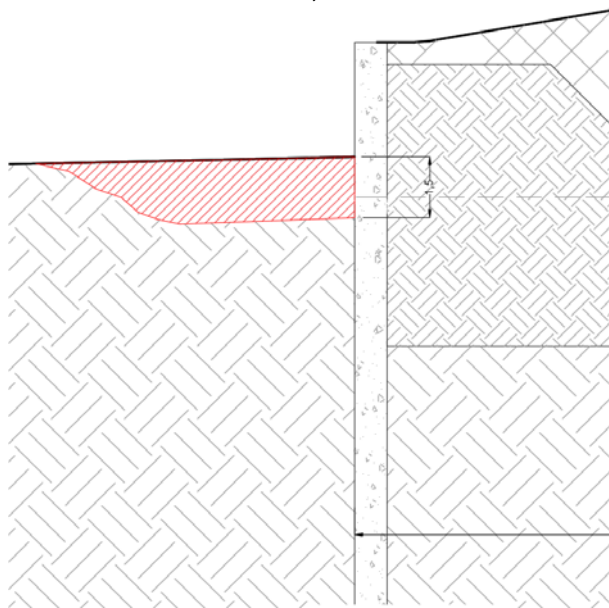
La soluzione progettuale proposta (vedi Tavola **PAR-EG-060**) prevede la perforazione sub-orizzontale delle paratie di sbarramento della Legoli 1 e della Legoli 2, e dell'argine in argilla a monte di queste, fino al raggiungimento del punto di raccolta del percolato, in modo da garantire il massimo abbattimento piezometrico nel livello del percolato ed evitare l'insorgere di sovrappressioni nei corpi delle vecchie discariche.

Per ottenere il massimo di abbattimento piezometrico, sarà eseguito uno scavo a valle delle paratie di sbarramento per il posizionamento della stazione di perforazione più in basso possibile, compatibilmente con la necessità di garantire la stabilità della paratia da perforare. All'interno della perforazione saranno inserite tubazioni per la raccolta del percolato e il loro convogliamento a valle, in pozzi di sollevamento separati per le due diverse discariche.

Gli interventi sugli sbarramenti esistenti saranno affrontati seguendo 6 fasi operative (vedi Tavola **PAR-EG-060**), descritte di seguito.

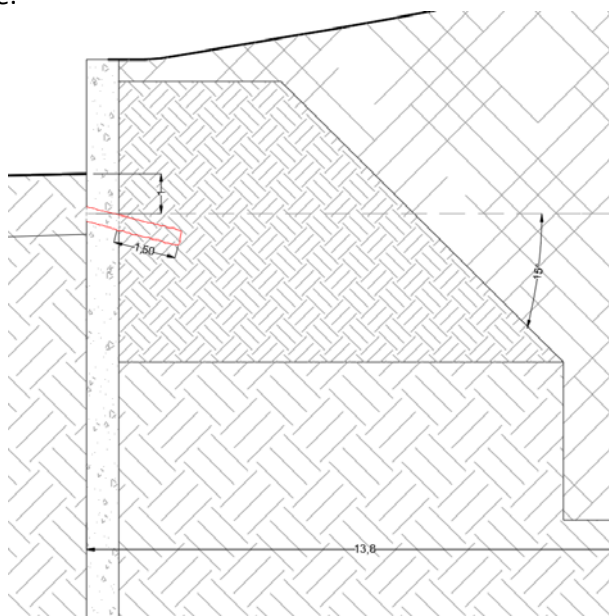
- **FASE 1**

Realizzazione di uno scavo di circa 1 m x 1 m x 1,5 m.



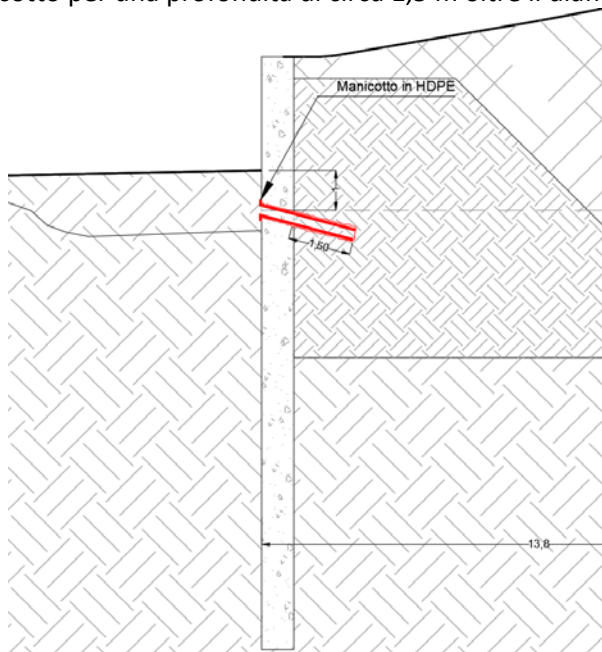
- **FASE 2**

Realizzazione di un foro per inserimento del manicotto, con una profondità di circa 1,5 m oltre il diaframma esistente.



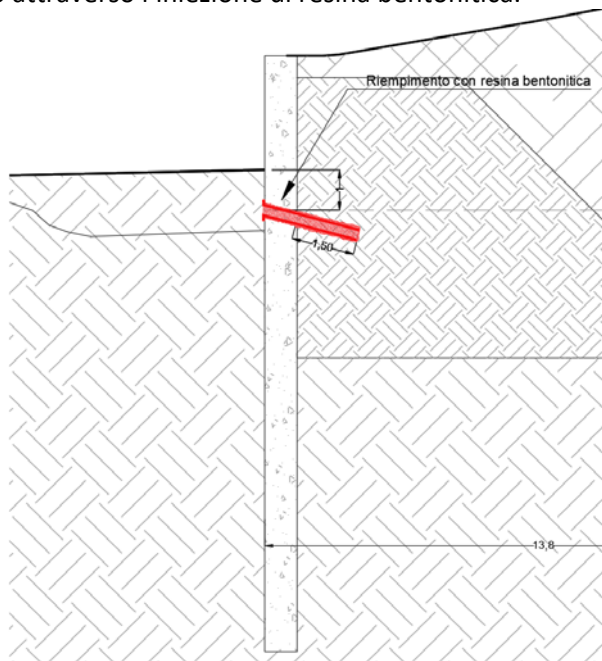
- **FASE 3**

Inserimento del manicotto per una profondità di circa 1,5 m oltre il diaframma esistente.



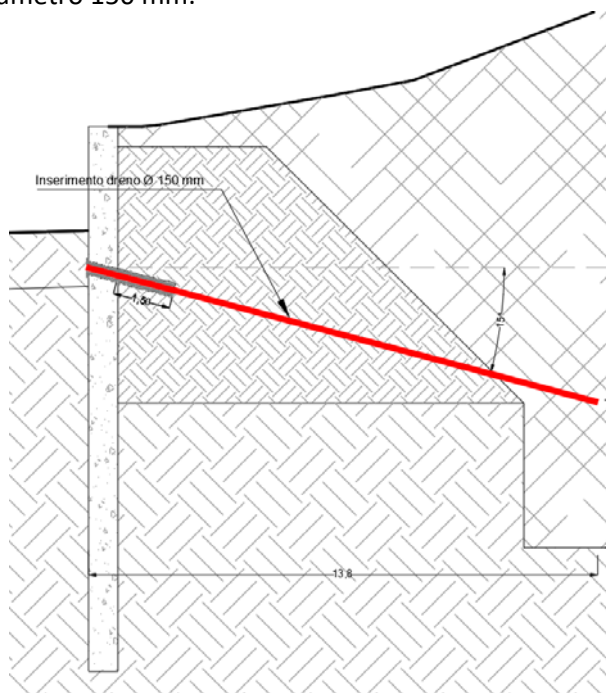
- **FASE 4**

Riempimento del foro attraverso l'iniezione di resina bentonitica.



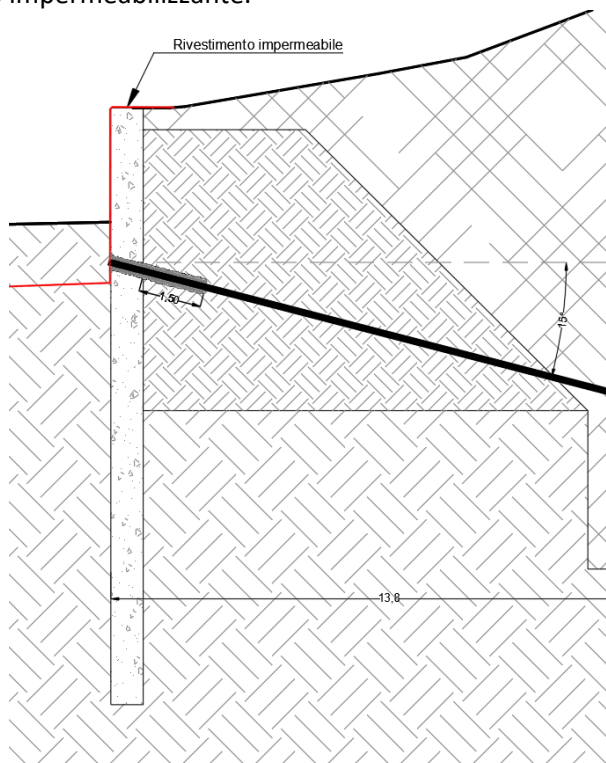
- **FASE 5**

Inserimento dreno diametro 150 mm.



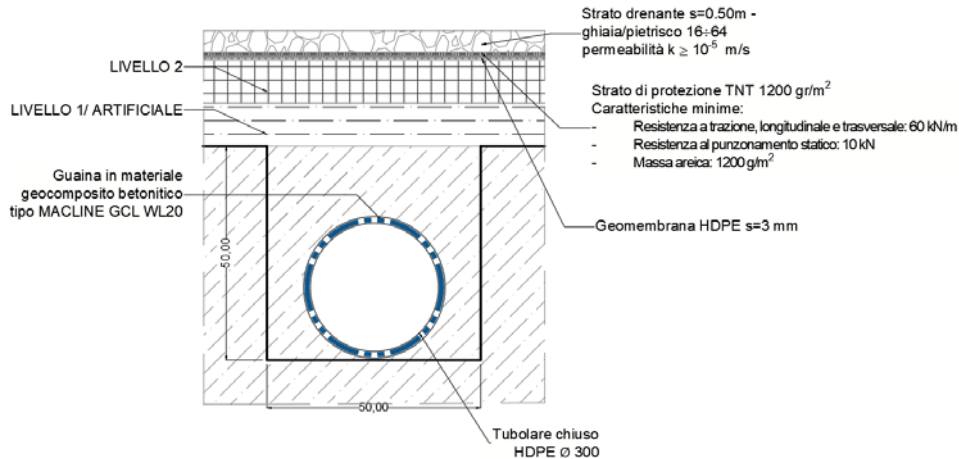
- **FASE 6**

Posa del rivestimento impermeabilizzante.



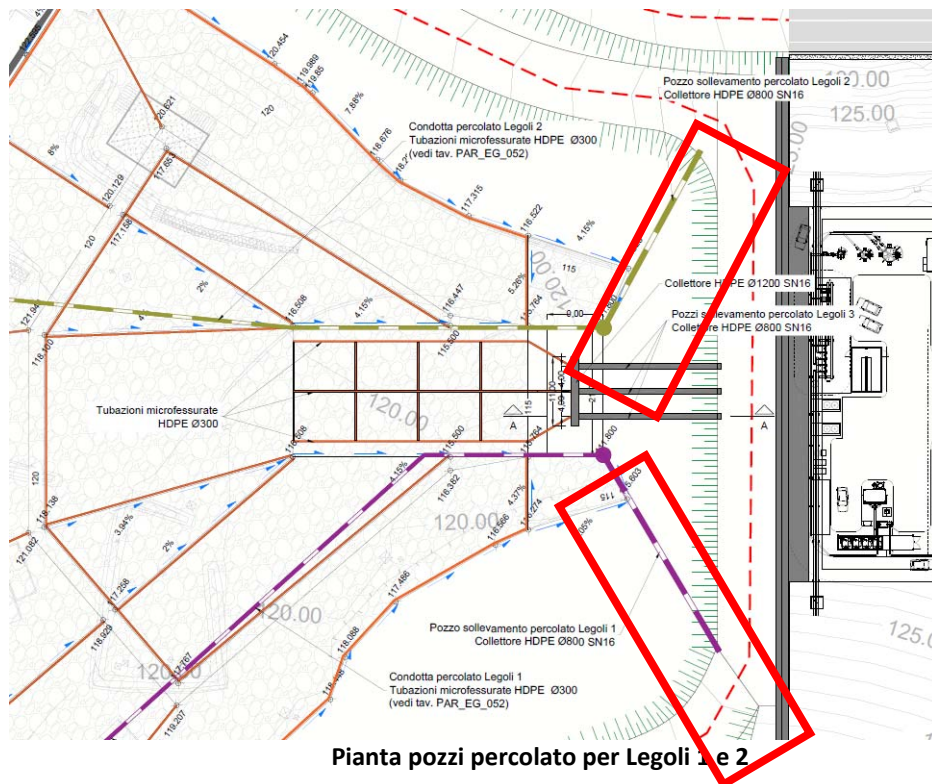
Il percolato raccolto sarà convogliato a valle, in pozzi di sollevamento separati per le due diverse discariche (vedi Tavola **PAR-EG-060**), mediante una condotta in HDPE diam. 300 mm, da posizionare in uno scavo da realizzare in trincea al di sotto del pacchetto di impermeabilizzazione del fondo della Legoli 3.

La tubazione sarà ulteriormente protetta da una guaina esterna in geocomposito bentonitico tipo MACLINE GCL WL20 come indicato nell'immagine seguente.



Particolare collettori collegati ai dreni degli sbarramenti esistenti

Questi collettori arriveranno fino all'argine di sbarramento e da qui arriveranno in superficie attraverso due pozzi di sezione cilindrica di diametro esterno De: 800 mm in HDPE corrugato a doppia parete, con classe di rigidità SN 16 kN/mq come indicato nell'immagine seguente.



Pianta pozzi percolato per Legoli 1 e 2

Nella **Tavola PAR-EG-050** sono state riportate le sezioni quotate e i profili longitudinali dei collettori di estrazione del percolato di Legoli 1 e Legoli 2.


Nella **Tavola PAR-EG-110** sono riportate le sezioni dei pozzi di sollevamento del percolato di Legoli 1 e Legoli 2 con l'indicazione della posizione dei manufatti rispetto alle barriere di fondo e delle sponde della vasca di Legoli 3.

Nella **Tavola PAR-EG-120** sono riportati i profili longitudinali dei collettori di estrazione del percolato di Legoli 1 e Legoli 2.

Si riporta una scheda tecnica tipologica descrittiva dei pozzi:



STABIL TWIN ECO® SN 16



CONDIZIONI DI IMPIEGO

NORME DI RIFERIMENTO **UNI EN 13476-3**
ENV 1046
UNI EN 1610

Classe di rigidità SN 16 kN/m²

- Temperatura massima permanente dei liquidi trasportati 40°C;
- minimo ricoprimento sulla generatrice superiore del tubo 0,80 m;
- massimo ricoprimento sulla generatrice superiore del tubo 6,00 m;
- traffico stradale 18 t/asse;
- trincea stretta;
- opera di posa corretta.

CLASSIFICAZIONE DEGLI SCAVI

| Tipo di trincea | B | |
|------------------|---------------------|---------------|
| Trincea stretta | $\approx 3 D$ | $< H/2$ |
| Tranchée large | $> 3 D$ $< 10 D$ | $< H/2$ |
| Trincea infinita | $\approx 10 D$ | $\approx H/2$ |

D = diametro esterno del tubo.
B = larghezza della trincea a livello della generatrice superiore del tubo.
H = altezza del riempimento a partire dalla generatrice superiore del tubo.

PROFONDITÀ DELLA TRINCEA

La profondità della trincea è determinata dalla pendenza da imporre alla tubazione e/o alla protezione che si intende fornire alla medesima.
La profondità, in generale, deve essere maggiore di entrambi i seguenti valori: $H \geq 1,0 \text{ m}$ e $\geq 1,5 D$
per tubi sotto traffico stradale o sotto terra pieno.
Negli altri casi sarà: $H \geq 0,5 \text{ m}$ e $\geq 1,5 D$
Non possono essere comunque utilizzati tubi per $H \leq 0,8 \text{ m}$.
La larghezza minima del fondo è di norma:
 $B = D + 0,5 \text{ m}$ (per $D \leq 400 \text{ mm}$) e $B = 2 D$ (per $D \geq 500 \text{ mm}$).

VOCI DI CAPITOLATO

Fornitura e posa in opera di tubo strutturato in Polipropilene (PP) per la realizzazione di condotte di scarico non in pressione, a doppia parete esterno corrugato, interno liscio di colore bianco, con sistema di giunzione con bicchiere preformato ed integrato nella barra senza punti di saldatura avente la stessa rigidità del tubo SN16 kN/m² normalizzato sul Diametro interno DN /ID mm. Il tubo deve essere rispondente alla Normativa UNI EN 13476-3 classe di rigidità SN16 kN/m² misurata secondo UNI EN ISO 9969, con marchio di conformità di prodotto rilasciato dall'Istituto Italiano dei Plastici IIP.

Il Tubo dovrà essere fornito in barre di lunghezza totale pari a mt. 6, ogni barra sarà dotata di speciale guarnizione in EPDM secondo Norma UNI EN 681/1 WC.

Il tubo dovrà inoltre riportare le marcature previste dalla norma di riferimento e il relativo marchio di certificazione IIP. Il produttore dovrà essere in grado di fornire al committente il relativo certificato di collaudo o dichiarazione di conformità alle seguenti prove:

- prova di rigidità anulare (SN) secondo UNI EN ISO 9969
- prova di flessibilità anulare al 30% secondo UNI EN ISO 9967
- prova di resistenza all'abrasione secondo EN 295-3
- prova di tenuta idraulica del sistema di giunzione a 0,5 bar in pressione e a 0,3 bar in depressione per 15 min. secondo EN 1277

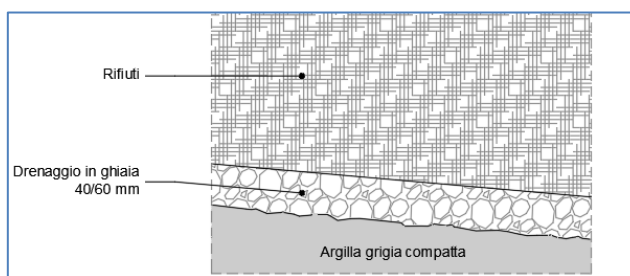
3.12. SORMONTO SULLE DISCARICHE ESISTENTI

3.12.1. MODALITA' REALIZZATIVE DEL FONDO DEI LOTTI ESISTENTI

Le modalità realizzative del fondo dei lotti esistenti interessati dal sormonto sono riportate nella **Tavola PAR-EG-070 – Sezioni longitudinali – Particolari E – F**, ora sostituita dalla **Tavola PAR-EG-071**

Per la discarica **Legoli 1** il pacchetto di fondo è costituito solo dalla barriera geologica naturale delle argille plioceniche.

Di seguito si riporta il particolare del pacchetto di fondo.

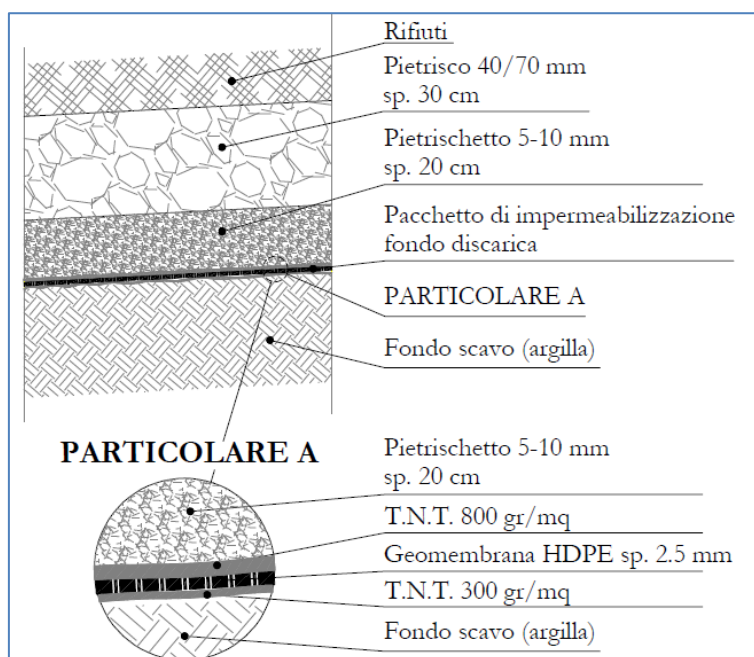


Barriera di fondo Legoli 1

Il pacchetto di fondo della discarica **Legoli 2** è composto dai seguenti strati partendo dalla base dei rifiuti:

- Pietrisco 40/70 mm di spessore 30 cm;
- Pietrisco 5-10 mm di spessore 20 cm;
- TNT 800 gr/mq
- Geomembrana HDPE spessore 2.5 mm
- TNT 300 gr/mq
- Fondo scavo in argilla

Di seguito si riporta un estratto della relazione **PD-RTI-REL-020 - Relazione tecnica - 2011** in cui si vede la composizione del pacchetto di fondo.



Pacchetto di fondo Legoli 2

3.12.2. MODALITA' REALIZZATIVE DELLE COPERTURE DEI LOTTI ESISTENTI E DI SORMONTO DI LEGOLI 3 SOPRA LE DISCARICHE ESISTENTI

Le modalità realizzative delle coperture in opera sui lotti esistenti interessati dal sormonto sono riportate nel **Paragrafo 11 dell'elaborato PDC-AL-010** e nella **Tavola PAR-EG-070 – Sezioni longitudinali – Particolari E – F**.

L'estensione areale delle varie tipologie di coperture presenti è riportata nella Tavola **GEN-EG-070**.

Per le superfici interessate da copertura definitiva, la preparazione del fondo sarà realizzata mediante scotico di almeno 0,20 m di terreno e e comunque fino al raggiungimento di terreno di consistenza compatta e uniforme, non disgregato.

Per la separazione della Legoli 3 dalle sottostanti discariche Legoli 1 e Legoli 2, il progetto prevede la sostituzione dello strato di impermeabilizzazione artificiale di 2 m con un **doppio geocomposito bentonitico per il pacchetto delle sponde al di sopra delle discariche esistenti di Legoli 1 e 2**. Tale scelta è dovuta al fatto che la realizzazione dello strato di impermeabilizzazione artificiale, come richiesto dal D.Lgs. 3 settembre 2020, n. 121, richiederebbe una compattazione ad alta energia. La presenza di rifiuti al di sotto di tale strato renderebbe impraticabile la realizzazione di detto strato con le caratteristiche richieste. Pertanto la soluzione più idonea è la sostituzione con un doppio geocomposito bentonitico che garantisca lo stesso tempo di attraversamento di tale strato.

3.12.2.1. SORMONTO IN CORRISPONDENZA DEGLI SBARRAMENTI

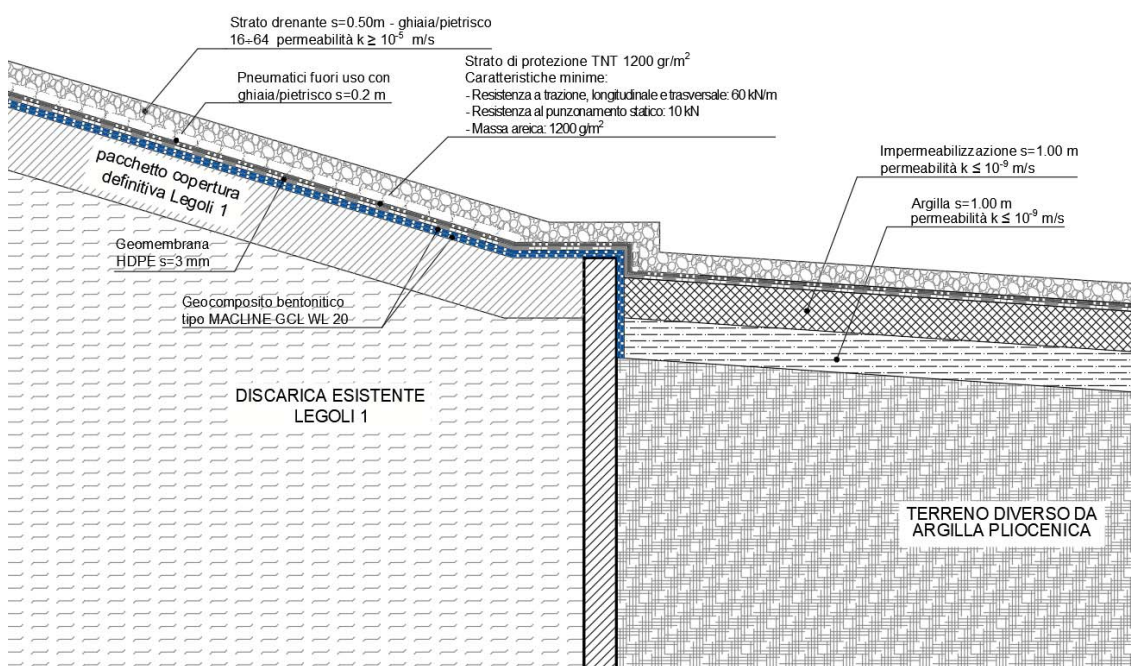
Per quanto attiene le modalità realizzative dei sormonti in corrispondenza degli sbarramenti esistenti, per i dettagli si rimanda alla Tavola **PAR-EG-100**.

• Sbarramento di Legoli 1

Il pacchetto sopra la copertura definitiva di Legoli 1 risulta composto dai seguenti strati partendo dai rifiuti:

- Strato drenante di spessore 50 cm;
- Pneumatici fuori uso con ghiaia/pietrisco spessore 20 cm;
- Strato di protezione TNT 1200 gr/m²;
- Geomembrana HDPE spessore 3 mm;
- Geocomposito bentonitico tipo MACLINE GCL WL 20;
- Geocomposito bentonitico tipo MACLINE GCL WL 20;

Tale pacchetto verrà prolungato sopra lo sbarramento esistente in modo tale da collegarlo al pacchetto di fondo di Legoli 3. I due strati di geocomposito bentonitico verranno ancorati alla barriera geologica artificiale, mentre gli strati superiori si raccorderanno tra di loro.



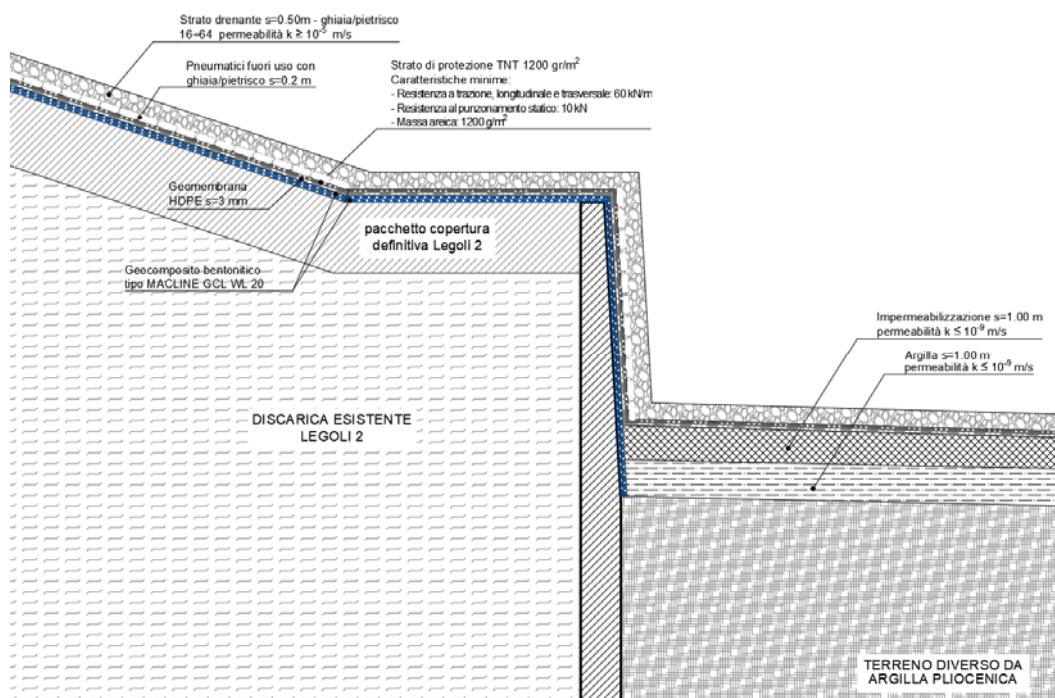
Particolare pacchetto di fondo in corrispondenza dello sbarramento di Legoli 1

- **Sbarramento di Legoli 2**

Il pacchetto sopra la copertura definitiva di Legoli 2 risulta composto dai seguenti strati partendo dai rifiuti:

- Strato drenante di spessore 50 cm;
- Pneumatici fuori uso con ghiaia/pietrisco spessore 20 cm;
- Strato di protezione TNT 1200 gr/m²;
- Geomembrana HDPE spessore 3 mm;
- Geocomposito bentonitico tipo MACLINE GCL WL 20;
- Geocomposito bentonitico tipo MACLINE GCL WL 20;

Tale pacchetto verrà prolungato sopra lo sbarramento esistente in modo tale da collegarlo al pacchetto di fondo di Legoli 3. I due strati di geocomposito bentonitico verranno ancorati alla barriera geologica artificiale, mentre gli strati superiori si raccorderanno tra di loro.



Particolare pacchetto di fondo in corrispondenza dello sbarramento di Legoli 2

3.12.2.2. SORMONTO SOPRA LE COPERTURE REALIZZATE

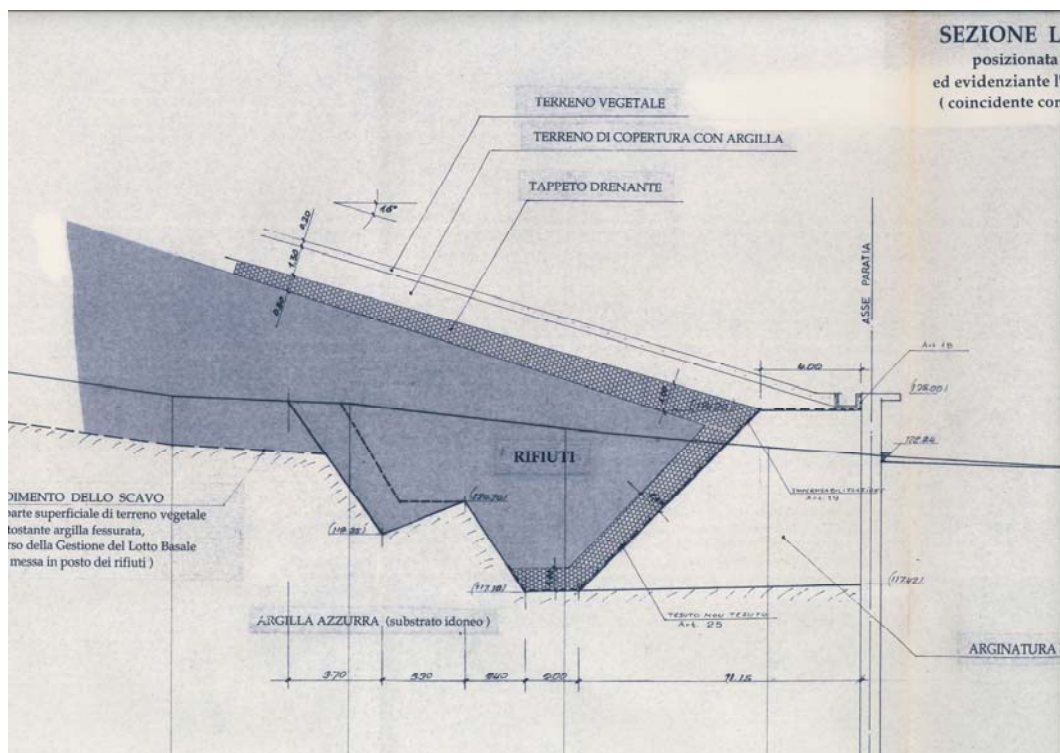
PACCHETTO SOPRA LEGOLI 1

- **Copertura definitiva di Legoli 1**

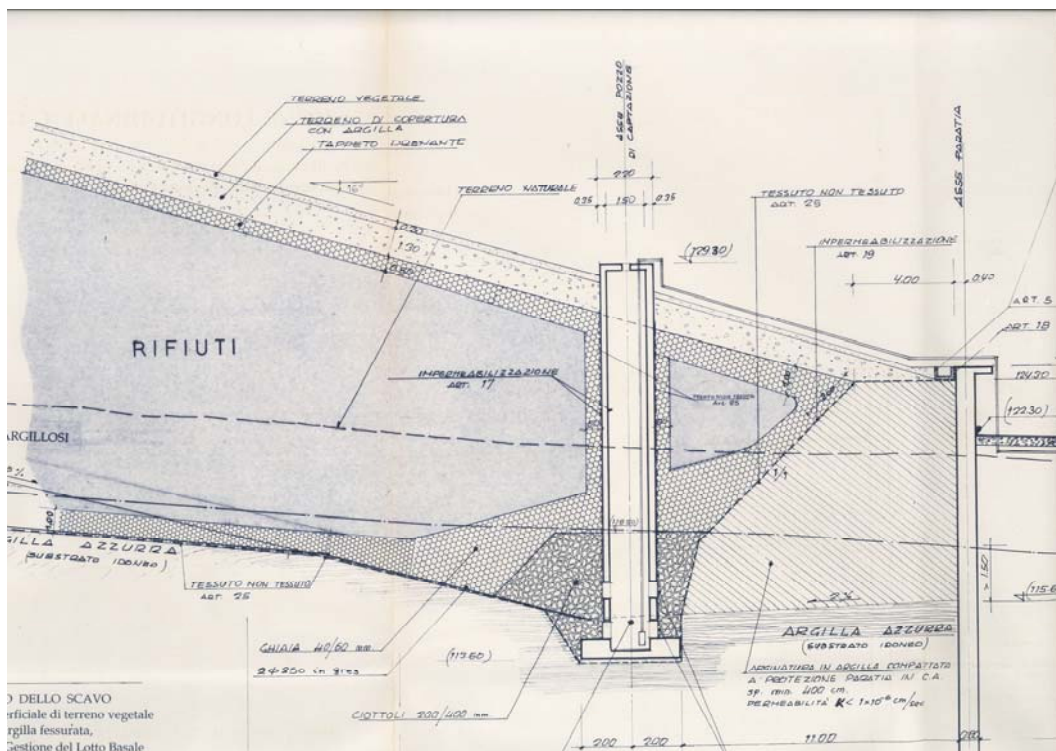
La copertura di Legoli 1 è completa ed in sicurezza come da progetto autorizzato. È composta dai seguenti strati partendo dai rifiuti:

- Tappeto drenante di spessore 50 cm;
- Terreno di copertura in argilla di 130 cm;
- Terreno vegetale di spessore 20 cm.

Di seguito si riportano due estratti della tavola 9.4.2 “Diaframma di sbarramento del percolato” del 1993 in cui si vede la composizione del pacchetto definitivo di copertura.



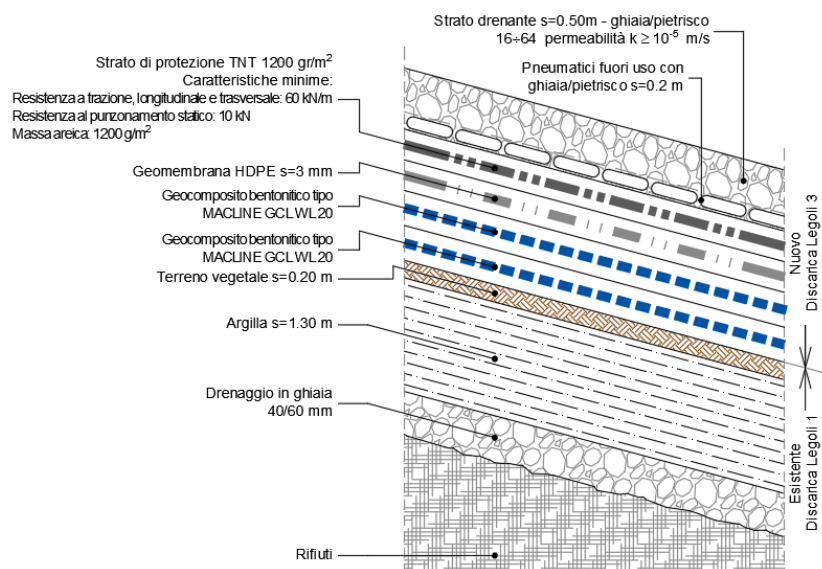
Legoli 1 – Stato realizzato - Sezione longitudinale 1



Legoli 1 – Stato realizzato - Sezione longitudinale 2

- **Pacchetto di progetto sopra Legoli 1**

Di seguito si riporta la sezione longitudinale con l'indicazione delle caratteristiche del pacchetto di progetto sopra Legoli 1.



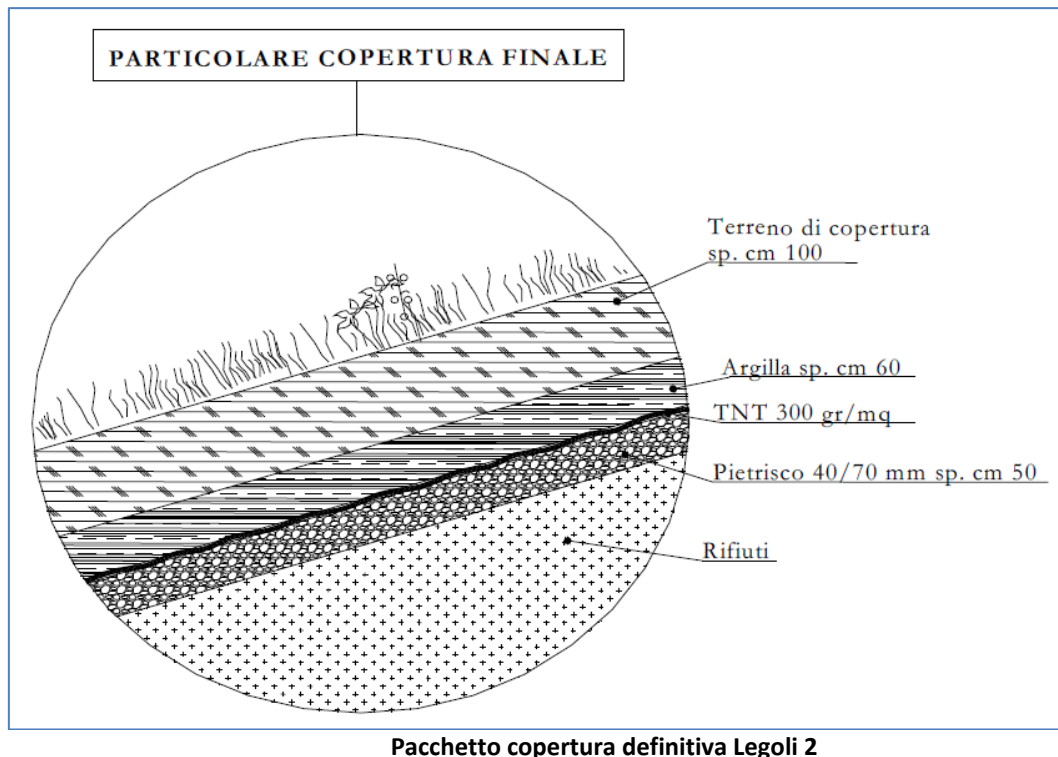
Barriera sopra copertura Legoli 1 – vedi Tavola PAR-EG-070 - Particolare E

Di seguito si riporta il confronto tra gli strati del pacchetto di sponda previsti dal D.Lgs. 36/2003 come modificato dal D.Lgs. 121/2020 e gli strati del pacchetto utilizzato nel progetto (dall'alto verso il basso).

| Livelli | Strati previsti dal D.Lgs. 36/2003 come modificato dal D.Lgs. 121/2020 | Spess. min [cm] | Strati previsti nel presente progetto | Spess. [cm] |
|---------|--|-----------------|---|--------------|
| - | Rifiuti | - | Rifiuti | - |
| 3) | Strato drenante con permeabilità $k \geq 1 \times 10^{-5}$ m/s | $\geq 50,00$ | Strato drenante con permeabilità $k \geq 1 \times 10^{-5}$ m/s | $\geq 50,00$ |
| | | | Pneumatici fuori uso con ghiaia/pietrisco | $\geq 20,00$ |
| 2 c) | Strato di protezione in materiale naturale o artificiale | - | Strato di protezione in TNT 1200 gr/m ² | - |
| 2 b) | Geomembrana in HDPE di spessore $> 2,5$ mm | - | Geomembrana in HDPE di spessore 3 mm | - |
| 2 a) | Strato di impermeabilizzazione artificiale con permeabilità $k \leq 1 \times 10^{-9}$ m/s | $\geq 100,00$ | Geocomposito bentonitico tipo MACLINE GCL WL 20 spessore 7,2 mm | - |
| 1) | Barriera geologica naturale o completata artificialmente con permeabilità $k < 1 \times 10^{-9}$ m/s | $\geq 100,00$ | Geocomposito bentonitico tipo MACLINE GCL WL 20 spessore 7,2 mm | - |
| - | Terreno / Rifiuti | - | Terreno vegetale (Copertura Legoli 1) | 20,00 |
| | | | Argilla (Copertura Legoli 1) | 130,00 |
| | | | Rifiuti (Legoli 1) | - |
| - | Totale da normativa | 250,00 | Totale da progetto | 70,00 |

PACCHETTO SOPRA LEGOLI 2

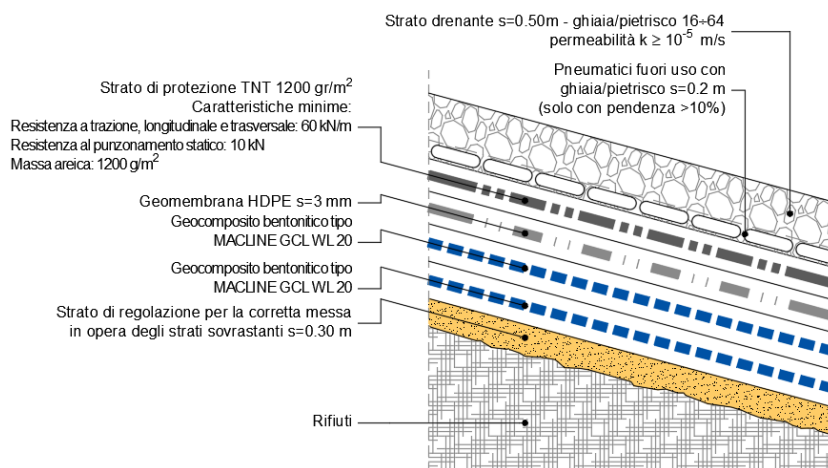
Di seguito si riporta un estratto della relazione PD-RTI-REL-040 “Piano di gestione operativa e post-operativa” del 2011 in cui si vede la composizione del pacchetto definitivo di copertura.



- **Pacchetto di progetto sopra Legoli 2 – Zone con copertura definitiva non realizzata**

Sulle superfici di Legoli 2 senza copertura definitiva la preparazione del fondo di Legoli 3 sarà preceduta dalla realizzazione degli strati di drenaggio del gas e impermeabilizzazione.

Di seguito si riporta la sezione longitudinale con l'indicazione delle caratteristiche del pacchetto di progetto sopra Legoli 2 per le zone in cui ancora non è stata realizzata la copertura definitiva ed è comunque presente la copertura provvisoria.



**Barriera sopra copertura Legoli 2 in assenza della copertura definitiva
vedi Tavola PAR-EG-070 - -- Particolare F.2**

Di seguito si riporta il confronto tra gli strati del pacchetto di sponda previsti dal D.Lgs. 36/2003 come modificato dal D.Lgs. 121/2020 e gli strati del pacchetto utilizzato nel progetto (dall'alto verso il basso).

| Livelli | Strati previsti dal D.Lgs. 36/2003 come modificato dal D.Lgs. 121/2020 | Spess. min [cm] | Strati previsti nel presente progetto | Spess. [cm] |
|---------|--|-----------------|---|--------------|
| - | Rifiuti | - | Rifiuti | - |
| 3) | Strato drenante con permeabilità $k \geq 1 \times 10^{-5}$ m/s | $\geq 50,00$ | Strato drenante con permeabilità $k \geq 1 \times 10^{-5}$ m/s | $\geq 50,00$ |
| | | | Pneumatici fuori uso con ghiaia/pietrisco | $\geq 20,00$ |
| 2 c) | Strato di protezione in materiale naturale o artificiale | - | Strato di protezione in TNT 1200 gr/m ² | - |
| 2 b) | Geomembrana in HDPE di spessore $> 2,5$ mm | - | Geomembrana in HDPE di spessore 3 mm | - |
| 2 a) | Strato di impermeabilizzazione artificiale con permeabilità $k \leq 1 \times 10^{-9}$ m/s | $\geq 100,00$ | Geocomposito bentonitico tipo MACLINE GCL WL 20 spessore 7,2 mm | - |
| 1) | Barriera geologica naturale o completata artificialmente con permeabilità $k < 1 \times 10^{-9}$ m/s | $\geq 100,00$ | Geocomposito bentonitico tipo MACLINE GCL WL 20 spessore 7,2 mm | - |
| - | Terreno / Rifiuti | - | Strato di regolazione (Legoli 2) | 30,00 |
| - | | | Rifiuti (Legoli 2) | |
| - | Totale da normativa | 250,00 | Totale da progetto | 70,00 |

• CAPTAZIONE BIOGAS DI LEGOLI 1 E LEGOLI 2

Analogamente a quanto fatto per il percolato, anche il biogas prodotto da Legoli 1 e Legoli 2 sarà intercettato e captato in maniera separata.

Per intercettazione si intende l'interruzione dello stato di continuità verticale dei pozzi realizzati e prolungati verso la superficie delle discariche. Tale intercettazione è necessaria a causa della futura presenza del pacchetto di fondo della Legoli 3 che impedisce l'ulteriore prolungamento verso l'alto dei pozzi.

Le teste di sonda dei camini drenanti del biogas saranno smantellate e il flusso di biogas sarà convogliato, mediante tubazioni in HDPE diam. 90 mm, direttamente ai collettori perimetrali di trasporto del biogas alla centrale di gestione (vedi Figura); i camini della Legoli 1 saranno convogliati sul fianco DX della Legoli 3 e quelli della Legoli 2 sul fianco SX della Legoli 3.

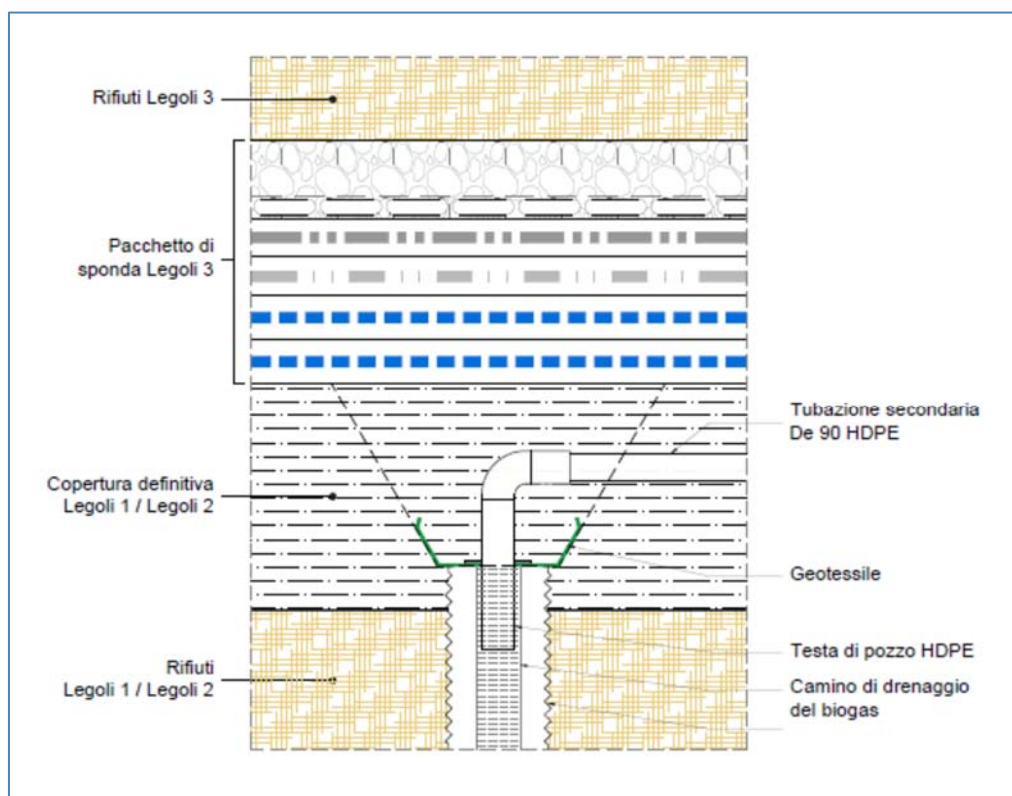


Tavola illustrante le modalità di intercettazione e collettamento alla rete perimetrale dei camini del biogas di Legoli 1 e Legoli 2

L'intercettazione verrà eseguita mediante uno scavo a sezione obbligata nello strato di copertura presente sulle due discariche (Legoli 1 e Legoli 2). La profondità dello scavo dovrà essere di almeno 0,60 m nel terreno di copertura o nei materiali presenti nel punto di localizzazione del pozzo.

Sono da evitare scavi più profondi per evitare condizioni di rischio per gli operatori che dovranno realizzare tali raccordi a causa della presenza di gas asfittico ed infiammabile.

La superficie del fondo dello scavo dovrà avere una dimensione superiore alla sezione drenante del pozzo stesso, indicativamente si prevede una superficie di almeno 1,00x1,00 m (1 m²).

Sul fondo dello scavo e sulle pareti laterali dello stesso per almeno 0,20 m dovrà essere steso un geotessile con la funzione di filtro inverso onde evitare l'intasamento del dreno del pozzo. La parte della sonda presente in asse al pozzo, costituita da materiale plastico, dovrà essere tagliata senza l'utilizzo di utensili elettrici o motoseghe a scoppio per motivi di sicurezza.

Data la successiva inaccessibilità della testa del pozzo (coperta dal fondo della Legoli 3), la parte emergente della sonda potrà essere tranciata da mezzi d'opera esterni allo scavo con la cura di lasciare una sezione libera nella stessa di almeno 90 mm per il raccordo alla successiva linea di trasporto.

Rimossi i materiali pregressi (terreno, eventuali rifiuti, ghiaia del dreno e parte emergente della sonda), e posizionato il geotessile sul fondo scavo si provvederà al posizionamento del pezzo speciale di raccordo realizzato da un gomito a 90° di tubazione in HDPE S5, corrispondente a PN10.

Il pezzo speciale dovrà essere introdotto nella sonda esistente per almeno 0,50 m e dovrà essere ad esso appoggiato mediante un disco (o piastra) saldato ad estrusione con diametro esterno superiore al diametro interno della sonda. Il disco ha la funzione di supporto ed ulteriore protezione del dreno sottostante.

La parte emergente del pezzo speciale sarà attrezzata con una curva a gomito, sempre in HDPE S5 (PN10) alla quale sarà già stato saldato un segmento di linea di trasporto gas (HDPE De 90 mm) onde evitare operazioni di saldatura nello scavo con potenziale presenza di gas asfittico ed infiammabile.

Il terminale del raccordo orizzontale sarà dotato di un tappo provvisorio a compressione onde evitare la dispersione incontrollata dei biogas provenienti dal pozzo.

Non appena posizionato il pezzo speciale predisposto di tappo a compressione si provvederà al riempimento dello scavo con materiale argilloso o comunque ad elevata impermeabilità ai gas evitando ovviamente di seppellire l'estremità del raccordo in HDPE tappata.

Le operazioni di scavo, intercettazione del pozzo pregresso, modifica della testa e rinterro dovranno essere svolte nel minor tempo possibile evitando in ogni caso di lasciare scavi aperti. Ogni derivazione dovrà essere dotata di tappo a compressione provvisorio.

Data la presenza di potenziali gas asfittici ed infiammabili, tutte le summenzionate operazioni dovranno essere condotte con la maggior cautela possibile e con la dotazione antinfortunistica e di rilievo necessaria.

- **Collettamento pozzi Legoli 1 e Legoli 2 intercettati**

Per consentire la possibilità di controllo e al contempo non realizzare un numero eccessivo di connessioni, i camini saranno tra loro interconnessi a "grappoli" di 3/4 camini, facendo attenzione alle pendenze delle linee che dovranno risultare sempre verso i pozzi, per garantire lo scarico delle condense.

A seguito dell'intercettazione dei pozzi del biogas prodotto da Legoli 1 e Legoli 2 si provvederà al loro collettamento al sistema di regolazione e trasporto.

Come premesso le teste di pozzo dei camini drenanti del biogas saranno smantellate ed il flusso di biogas sarà convogliato, mediante tubazioni in HDPE diametro 90 mm, direttamente ai collettori perimetrali di trasporto del biogas alla Centrale di Estrazione e trattamento.

I pozzi della Legoli 1 saranno convogliati sul fianco DX della Legoli 3 e quelli della Legoli 2 sul fianco SX della Legoli 3.

La sequenza operativa di connessione sarà progressiva come ben indicato nella relazione **GBG-RT-010-Gestione Biogas** – al capitolo 3.1 “Sequenza delle fasi transitorie”. In questo documento la sequenza viene illustrata in ben 8 fasi successive (di seguito richiamate) e viene chiaramente illustrato come le diverse sezioni degli impianti verranno costruite (Legoli 3) o modificate (Legoli 1 e 2).

Il criterio generale per le Legoli 1 e 2 è comunque quello espresso di intercettazione e raccordo sui collettori perimetrali.

Le tubazioni di raccordo tra i pozzi intercettati saranno realizzate con collettori in HDPE De90 inseriti negli strati di copertura dei vari settori. Lo scavo, della profondità di circa 0,30 m, avrà lo scopo di proteggere le tubazioni dalle successive operazioni di costruzione della Legoli 3, di limitare i fenomeni di dilatazione termica lineare nelle fasi transitorie e di ridurre la produzione di condensati nei periodi invernali.

I pozzi intercettati saranno raccolti in gruppi seriali (grappoli al massimo di 6 elementi) al fine di evitare un numero eccessivo di connessioni, ne consegue che i pozzi, in funzione della loro posizione e produttività storica, verranno suddivisi a gruppi e per ogni gruppo si dipartirà una unica tubazione HDPE De 90 mm che si raccorderà al collettore perimetrale od alla più vicina stazione di regolazione non vincolata dallo sviluppo planimetrico del cantiere della Legoli 3 (vedi **Tavola GBP-EG-060**).

Il raccordo al pozzo intercettato avverrà mediante il segmento predisposto e dotato di tappo a compressione provvisorio. Si ritiene che sia preferibile la predisposizione preliminare di tutto il sistema di trasporto secondario e regolazione e solo dopo, quale ultima operazione, smontare il tappo e provvedere immediatamente al raccordo, mediante manicotto elettrico, alla saldatura termica della linea.

La regolazione della linea seriale e quindi del “grappolo” di pozzi ad essa connessa verrà gestita come una normale linea secondaria del biogas con un separatore di condense (se necessario) con una valvola di regolazione e con adeguati punti di monitoraggio dei parametri di captazione. Ovviamente le operazioni di regolazione e monitoraggio saranno “comuni” ai pozzi intercettati condivisi.

Il gruppo di regolazione terminale sarà inserito in una delle stazioni di regolazione definitive o provvisorie descritte dal progetto.

La gestione delle condense dovrà avvenire mediante lo studio della plano-altimetria della rete. Una linea secondaria potrà avere le tre seguenti condizioni:

- Pendenza unica verso il pozzo intercettato, che diventa il punto di recapito dei liquidi;
- Pendenza unica verso la stazione di regolazione, dove dovrà essere predisposto un adeguato separatore di condense con scarico automatico (vedere progetto stazioni);
- Pendenza doppia verso il pozzo e verso la stazione con colmo intermedio.

Non potranno mai essere presenti sistemi con punti intermedi a quote più basse della rete in quanto non gestibili.

Le pendenze dovranno essere le maggiori possibili, mai inferiori al 1%.

3.13. NUOVO PIAZZALE IMPIANTI

Una volta posta in opera la paratia di diaframmi, contestualmente alla realizzazione dell'argine in argilla di protezione del lato monte della paratia stessa si procederà all'approntamento del nuovo piazzale impianti, a valle della paratia, nel quale saranno collocati:

- il nuovo impianto di gestione del biogas, comprensivo dei sistemi di aspirazione, depurazione, cogenerazione, combustione e controllo
- il nuovo impianto di cogenerazione per il recupero energetico;
- il nuovo impianto di gestione del percolato, comprensivo dell'impianto di trattamento, dei silos di stoccaggio e di una piazzola per il caricamento dei mezzi per il conferimento a impianti esterni
- la nuova cabina elettrica
- piccoli magazzini per lo stoccaggio delle materie prime.

Tutta l'area a monte del nuovo sistema di sbarramento del percolato sarà rimodellata, per consentire l'approntamento del fondo della discarica, e tutti gli impianti esistenti saranno demoliti una volta realizzati i by-pass ai nuovi impianti di gestione del biogas, recupero della porzione energetica e del percolato, descritti nei paragrafi successivi.

Per quanto attiene i materiali e finiture dei manufatti dell'area impianti, al fine di ridurne l'impatto, essi sono indicati negli elaborati:

- IMP-RT-010 - Relazione tecnica
- IMP-EG-010 - Pianta e sezioni
- IMP-EG-020 - Cabina elettrica e magazzini - Render
- IMP-EG-030 - Silos di stoccaggio percolato
- IMP-EG-040 - Piazzola di caricamento percolato
- IMP-EG-050 - Tettoie per manutenzione mezzi - Render

Per quanto attiene il rivestimento delle strutture in c.a. di sbarramento e contenimento dei versanti, si precisa che dette superfici saranno lasciate libere, come risulta dagli elaborati:

- **PAR-EG-090 - Render sbarramento - Render**
- **AUS-EG-070 - Area uffici - Render**

per i futuri interventi di installazioni artistiche che il Comune di Peccioli vorrà realizzare all'interno dell'impianto, in sintonia con quanto già presente nell'area.

3.13.1. DEMOLIZIONE VECCHI IMPIANTI E SERVIZI

Una volta realizzati i by-pass ai nuovi impianti e servizi, tutte le infrastrutture, gli impianti e gli edifici presenti tra la nuova paratia di sbarramento e quelle esistenti saranno demoliti (vedi Tavola **PAR-EG-040**) per poter completare l'approntamento del fondo discarica come indicato in **Tavola PAR-EG-070**.

Per la gestione dei rifiuti misti di costruzione e demolizione (CER 170107 - 170904) potenzialmente riutilizzabili come inerti sarà installato in cantiere un macchinario mobile (frantoio munito di vaglio) idoneo allo scopo. Le attività di trattamento di frantumazione, vagliatura, selezione granulometrica e separazione della componente metallica e di quelle indesiderate, saranno svolte in modo da ottenere frazioni inerti di natura lapidea a granulometria idonea e selezionata per l'edilizia, con caratteristiche conformi all'allegato C della circolare del Ministero dell'Ambiente e della tutela del territorio 15 luglio 2005, n. UL/2005/5205

In generale, dalle operazioni di demolizione potranno essere recuperati i seguenti rifiuti da posizionare in deposito temporaneo e inviare, in via preferenziale, a recupero:

- CER 170101 cemento
- CER 170102 mattoni
- CER 170103 mattonelle e ceramica
- CER 170107 miscugli o scorie di cemento, mattoni, mattonelle e ceramiche, diverse da quelle di cui alla voce 170106
- CER 170201 legno
- CER 170202 vetro
- CER 170203 plastica
- CER 170402 alluminio
- CER 170405 ferro e acciaio
- CER 170406 stagno
- CER 170407 metalli misti
- CER 170504 terra e rocce, diverse da quelle di cui alla voce 170503

che saranno posti in **deposito temporaneo** prima dell'invio ai siti finali di destinazione.

3.14. SISTEMA DI GESTIONE DEL PERCOLATO

Il sistema di raccolta del percolato è stato progettato e sarà realizzato e gestito in modo da:

- minimizzare il battente idraulico di percolato sul fondo della discarica, compatibilmente con i sistemi di sollevamento e di estrazione;
- prevenire intasamenti e/o occlusioni per tutto il periodo di gestione operativa e post-operativa della discarica; a tal fine, tra i rifiuti ed il sistema drenante non sarà interposto materiale sintetico e/o naturale;
- resistere all'attacco chimico dell'ambiente della discarica;
- sopportare i carichi previsti;
- garantire l'ispezionabilità del sistema.

La raccolta del percolato sarà realizzata mediante una rete di tubazioni forate poste nello strato di materiale drenante che costituisce il fondo dell'invaso, costituita da condotte principali in HDPE PN16 microfessurate diam 300 mm che corrono nella mezzeria dell'invaso, e da condotte dello stesso diametro, disposte a spina di pesce, che confluiranno a **3 pozzi di raccolta** (vedi Tavole **PAR-EG-030/050/070**).

Il percolato che si raccoglierà nei pozzi di captazione verrà pompato e inviato ai silos di stoccaggio provvisorio (vedi Tavole **IMP-EG-010/030**), ubicati nella Nuova Area Impianti, da dove sarà prelevato e inviato ad un idoneo impianto di depurazione (in sito oppure ex-sito).

3.14.1. POMPAGGIO DEL PERCOLATO

Il sistema di pompaggio del percolato sarà costituito da distinti gruppi di pompe che provvederanno:

- a) al sollevamento del percolato che si raccoglie nei pozzi di captazione e al suo stoccaggio nei silos di raccolta
- b) all'invio del percolato all'impianto di depurazione in sito o agli automezzi che provvederanno al suo prelievo per l'invio a impianto di depurazione ex-sito.

Il sistema di sollevamento del percolato sarà costituito da n. 3 elettropompe sommerse, antideflagranti, idonee a pompare liquidi aggressivi, con presenza di sostanze solide in sospensione.

Le pompe installate nei 3 pozzi di sollevamento funzioneranno in maniera alternata grazie ad un gruppo di commutazione al fine di evitare danni per prolungata inattività; i quadri di controllo saranno ubicati in corrispondenza dei silos e duplicati nella Nuova Area Servizi.

Tutto il sistema sarà predisposto per funzionare automaticamente e i comandi dei quadri di controllo saranno azionati solo da personale qualificato al fine di evitare qualunque rischio di sversamento di percolato e di gestire adeguatamente i prelievi di percolato da inviare all'impianto di depurazione.

3.14.1.1. POZZI DI CAPTAZIONE

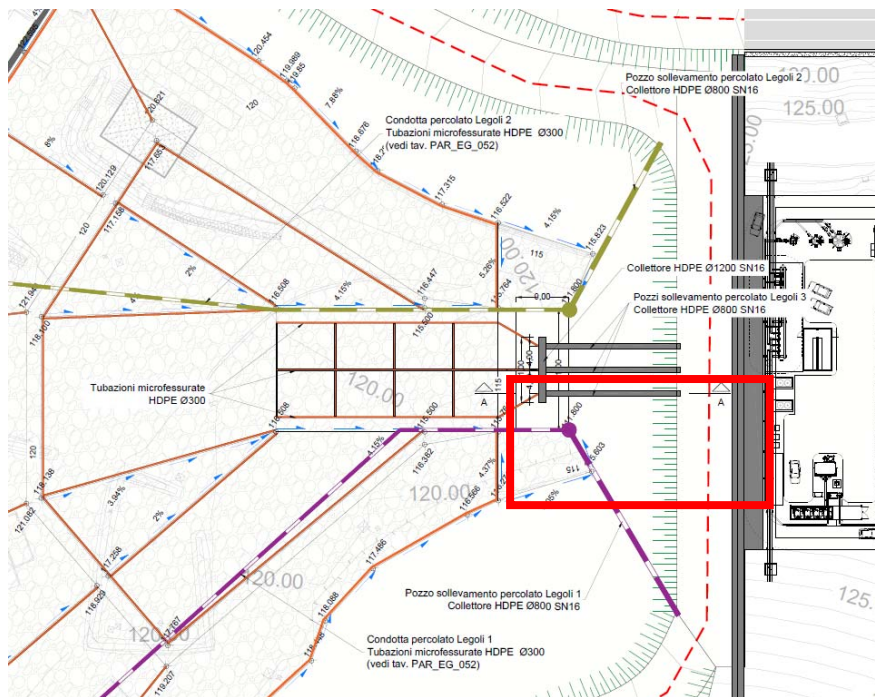
I pozzi saranno realizzati, come riportato nella **Tavola PAR-EG-030** alla quale si rimanda per maggiori dettagli.

Per l'incremento della volumetria utile dell'impianto di smaltimento, il progetto prevede sia la realizzazione di un nuovo bacino di stoccaggio dei rifiuti, adiacente all'attuale, sia il sormonto completo di Legoli 1 e Legoli 2, fino ad ottenere un unico corpo discarica.

In conseguenza di tale impostazione progettuale, per il sollevamento dei liquami prodotti dalla discarica è stato necessario adottare un sistema basato su due punti principali:

- la realizzazione di una batteria di n.3 pozzi inclinati, aderenti al nuovo argine di sbarramento di valle, attrezzati con elettropompa sommersa antideflagrante e misuratore di livello;
- la realizzazione di n.2 pozzi inclinati, aderenti al nuovo argine di sbarramento di valle, che serviranno a smaltire il percolato prodotto da Legoli 1 e Legoli 2.

Per il sollevamento ed il monitoraggio del percolato ricadente nel nuovo bacino di stoccaggio dei rifiuti, verrà realizzata una batteria di n.3 pozzi inclinati, appoggiati in aderenza al paramento inclinato del nuovo argine di sbarramento di valle.



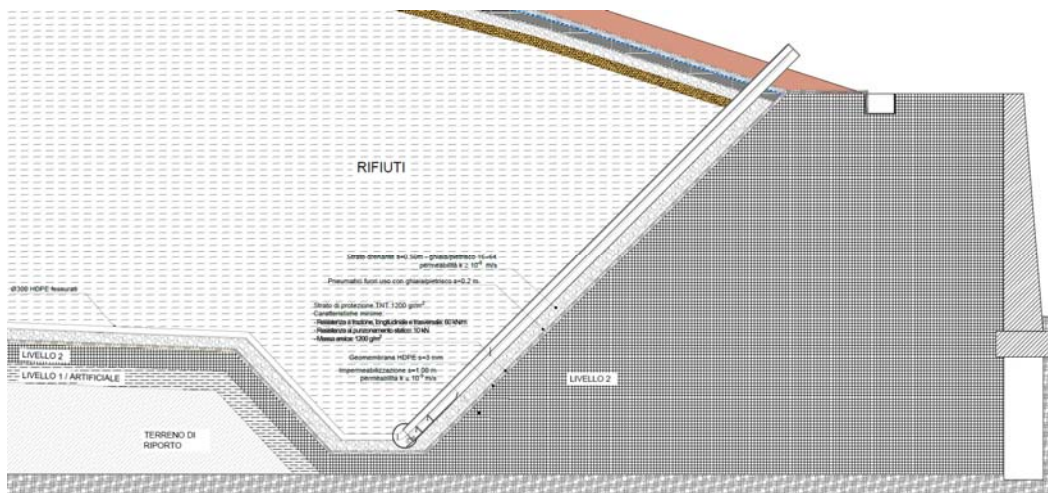
Pianta pozzi percolato di Legoli 3

Ciascun pozzo avrà una lunghezza di circa 27.60 m, necessaria per superare un dislivello pari a 18.00 m circa, e per consentire l'accesso alla bocca di pozzo direttamente dalla testa dell'argine di valle.

I pozzi avranno sezione cilindrica di diametro esterno De 800 mm, e verranno realizzati in HDPE corrugato a doppia parete, con classe di rigidità SN 16 kN/mq.

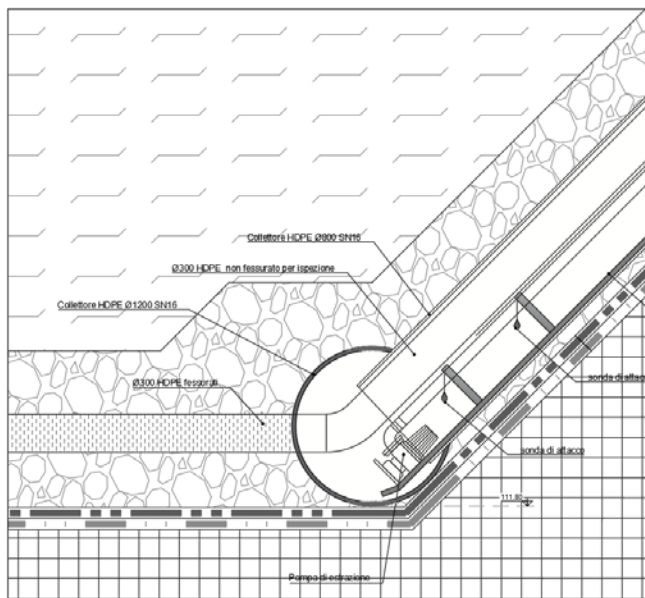
I pozzi verranno collegati, alla base dell'argine di sbarramento, da un collettore micro fessurato in HDPE De 1200 SN16.

I collettori micro fessurati di drenaggio del fondo discarica, in HDPE De 300, arriveranno nel collettore De 1200. Qui verranno sostituiti da collettori in HDPE De 300 non fessurato e verranno prolungati fino alla sommità dei pozzi in modo che risultino ispezionabili.



Sezione trasversale pozzo Legoli 3

Il collettore di estrazione e le tubazioni di drenaggio sono stati portati nel dreno in ghiaia come riportato nella **Tavola PAR-EG-030**; nello stesso elaborato, è stata indicata la quota di base del collettore De 1200.




La struttura del pozzo di captazione risulta inoltre tale da garantire la manutenzione e la pulizia del pozzo stesso e del sistema drenante a monte.

Si riporta una scheda tecnica tipologica descrittiva dei pozzi:



STABIL TWIN ECO® SN 16



CONDIZIONI DI IMPIEGO

NORME DI RIFERIMENTO UNI EN 13476-3
ENV 1046
UNI EN 1610

Classe di rigidità SN 16 kN/m²

- Temperatura massima permanente dei liquidi trasportati 40°C;
- minimo ricoprimento sulla generatrice superiore del tubo 0,80 m;
- massimo ricoprimento sulla generatrice superiore del tubo 6,00 m;
- traffico stradale 18 t/asse;
- trincea stretta;
- opera di posa corretta.

CLASSIFICAZIONE DEGLI SCAVI

| Tipo di trincea | B | |
|------------------|---------------------|---------------|
| Trincea stretta | $\approx 3 D$ | $< H/2$ |
| Tranchée large | $> 3 D$ $< 10 D$ | $< H/2$ |
| Trincea infinita | $\approx 10 D$ | $\approx H/2$ |

D = diametro esterno del tubo.
B = larghezza della trincea a livello della generatrice superiore del tubo.
H = altezza del riempimento a partire dalla generatrice superiore del tubo.

PROFONDITÀ DELLA TRINCEA

La profondità della trincea è determinata dalla pendenza da imporre alla tubazione e/o alla protezione che si intende fornire alla medesima. La profondità, in generale, deve essere maggiore di entrambi i seguenti valori: $H \geq 1,0 \text{ m}$ e $\geq 1,5 D$ per tubi sotto traffico stradale o sotto terra pieno. Negli altri casi sarà: $H \geq 0,5 \text{ m}$ e $\geq 1,5 D$. Non possono essere comunque utilizzati tubi per $H \leq 0,8 \text{ m}$. La larghezza minima del fondo è di norma: $B = D + 0,5 \text{ m}$ (per $D \leq 400 \text{ mm}$) e $B = 2 D$ (per $D \geq 500 \text{ mm}$).

VOCI DI CAPITOLATO

Fornitura e posa in opera di tubo strutturato in Polipropilene (PP) per la realizzazione di condotte di scarico non in pressione, a doppia parete esterno corrugato, interno liscio di colore bianco, con sistema di giunzione con bicchiere preformato ed integrato nella barra senza punti di saldatura avente la stessa rigidità del tubo SN16 kN/m² normalizzato sul Diametro interno DN /ID mm. Il tubo deve essere rispondente alla Normativa UNI EN 13476-3 classe di rigidità SN16 kN/m² misurata secondo UNI EN ISO 9969, con marchio di conformità di prodotto rilasciato dall'Istituto Italiano dei Plastici IIP.

Il Tubo dovrà essere fornito in barre di lunghezza totale pari a mt. 6, ogni barra sarà dotata di speciale guarnizione in EPDM secondo Norma UNI EN 681/1 WC.

Il tubo dovrà inoltre riportare le marcature previste dalla norma di riferimento e il relativo marchio di certificazione IIP. Il produttore dovrà essere in grado di fornire al committente il relativo certificato di collaudo o dichiarazione di conformità alle seguenti prove:

- prova di rigidità anulare (SN) secondo UNI EN ISO 9969
- prova di flessibilità anulare al 30% secondo UNI EN ISO 9967
- prova di resistenza all'abrasione secondo EN 295-3
- prova di tenuta idraulica del sistema di giunzione a 0,5 bar in pressione e a 0,3 bar in depressione per 15 min. secondo EN 1277

La logica di funzionamento del sistema di controllo livello e pompe di sollevamento del percolato sarà gestita da sonde di livello poste nei pozzi di sollevamento e nei silos di accumulo; i livelli saranno visualizzati su PC remoto mediante software di controllo.

All'interno di ogni pozzo di captazione sarà installata una pompa di sollevamento con caratteristiche antideflagranti che provvederà ad inviare il percolato ai silos di raccolta, dotata di almeno 4 indicatori di livello.

Il sistema di controllo dei livelli di percolato sarà finalizzato a garantire la minimizzazione del battente nella discarica; con un livello obiettivo fissato a un massimo di 1,5 m.

L'indicatore posto in basso nel pozzo di captazione interromperà l'alimentazione alla pompa di sollevamento nel caso in cui il livello del percolato si abbassi al di sotto della quota di circa 1,5 m dal fondo, e comunque al di sotto di un livello tale da provocare il danneggiamento della pompa a causa del fenomeno denominato cavitazione.

L'indicatore intermedio nel pozzo di captazione indica quando il livello del percolato supererà 3,0 m circa dal fondo, in tale circostanza, in condizioni normali, la pompa di sollevamento sarà avviata per l'invio del percolato ai silos di stoccaggio provvisorio con l'obiettivo di riportare il livello del battente sotto 1,5 m circa dal fondo. Il livello di 3,0 m è il livello obiettivo che il Gestore intende rispettare congruentemente con i tempi tecnici necessari al suo raggiungimento.

L'indicatore successivo segnalerà che nel pozzo di captazione si è raggiunto un livello di attenzione, corrispondente a 4,5 m circa dal fondo. A questo livello il sistema invia segnalazioni di allarme tramite sms ai telefoni cellulari del personale responsabile, incaricato e addestrato a gestire la situazione, il quale potrà provvedere ad intensificare i pompaggi di percolato (mediante avvio manuale di una ulteriore pompa), incrementando, se necessario, la portata di alimentazione all'ITP, e quindi i prelievi dai silos, oppure, al bisogno, inviando il percolato a impianti di depurazione esterni.

Il quarto indicatore è finalizzato a segnalare una condizione straordinaria di livello alto, nella quale il livello del percolato supera i 6,0 m dal fondo; tale situazione verrà descritta nel successivo paragrafo.

3.14.1.2. GESTIONE STRAORDINARIA

Con il termine "gestione straordinaria" si intende un insieme di fattori che contribuiscono a rendere particolarmente difficoltoso il processo di controllo e gestione dei livelli del percolato nei pozzi di captazione, quali ad esempio:

- eventi meteorologici piovosi intensi;
- fermi impianto di depurazione (ITP) con eventuale momentanea non disponibilità di ricezione da parte di depuratori limitrofi ma esterni all'Impianto;
- guasti ai dispositivi di sollevamento del percolato dai pozzi.

Si definisce condizione straordinaria di livello alto la situazione nella quale il livello del percolato supera i 6,0 m dal fondo.

In tale circostanza si opererà affinché il livello di percolato nei pozzi sia ricondotto sotto i 3,0 m circa entro quindici giorni dall'inizio di situazione straordinaria e sotto 1,5 m circa entro i successivi dieci giorni.

3.14.1.3. POMPE DI SOLLEVAMENTO

Le tre pompe, delle medesime caratteristiche, in condizioni ordinarie svolgeranno un funzionamento alternato ad ogni ciclo di pompaggio (per mezzo di un gruppo di commutazione), in modo da bilanciare il carico di lavoro tra le tre macchine.

Il misuratore di livello verrà inserito nel pozzo centrale garantendo una lettura corretta del battente di percolato all'interno del corpo discarica.

Il misuratore permetterà l'impostazione dei livelli di allarme per il comando delle pompe, sulla base dei battenti idrici all'interno della discarica e dei livelli di riempimento dei bacini di accumulo del percolato.

Per dimensionare il gruppo di sollevamento del percolato al servizio del nuovo bacino di stoccaggio dei rifiuti è necessario determinare la portata e la prevalenza necessari al corretto funzionamento del sistema.

Portata di progetto del nuovo gruppo di sollevamento percolato

Per la portata di progetto è stata adottata quella definita come Pioggia critica nella fase successiva all'approntamento del fondo discarica (vedi risposta al successivo **punto 14.14.c**), che risulta essere la più critica, pari a 144.58 m³/h. Si ritiene corretto gestire questa portata mediante l'impiego contemporaneo di tutte e tre le pompe. Pertanto, ciascuna pompa dovrà essere in grado di sollevare una portata pari ad almeno 50 m³/h, in corrispondenza della prevalenza di progetto.

Prevalenza di progetto del nuovo gruppo di sollevamento percolato

Per il calcolo della prevalenza massima da superare, sono stati considerati i seguenti fattori:

- prevalenza geodetica (dislivello tra il livello massimo del pozzo in condizioni normali di funzionamento e il tratto terminale delle tubazioni di mandata del percolato verso i serbatoi di accumulo;
- perdite di carico distribuite, causate dall'attrito all'interno della tubazione;
- perdite di carico concentrate, causate dai punti singolari delle linee di mandata (curve, Tee, valvole, pezzi speciali, etc.).

La prevalenza geodetica H_g da superare, tra il livello pozzo e il tratto di ingresso della tubazione di mandata ai serbatoi, è pari ad 13.2 m. Per il calcolo delle perdite distribuite, è stato considerato il tratto più lungo dai pozzi di sollevamento ai serbatoi di accumulo. La lunghezza della tubazione di mandata L_t è di circa 280 m e sono presenti n. 11 curve a 90°, n. 3 Tee e n. 3 valvole a saracinesca.

Per la linea di mandata, è stata scelta una tubazione a sezione circolare, in acciaio AISI 304 DN150 PN10.

La portata di progetto, per ciascuna linea, è stata assunta pari a 50 mc/hr. La perdita di carico complessiva è stata ricavata con la seguente relazione:

$$\Delta H = \frac{Q^2 \cdot L}{K^2 \left(\pi \cdot D^2/4 \right)^2 (D/4)^{4/3}} + \frac{Q^2}{\left(\pi \cdot D^2/4 \right)^2} \cdot \left(\frac{\sum \varepsilon_i}{2 \cdot g} \right)$$

dove, oltre alla portata Q della condotta, compare il coefficiente di Manning K , il diametro della sezione di tubazione D e i coefficienti delle perdite di carico concentrate ε . Per una tubazione in acciaio saldato, il coefficiente di Manning varia in un intervallo compreso tra 70 e 100: cautelativamente, nella formula, verrà inserito il valore più basso.

Complessivamente, il gruppo di sollevamento dovrà superare una prevalenza pari a:

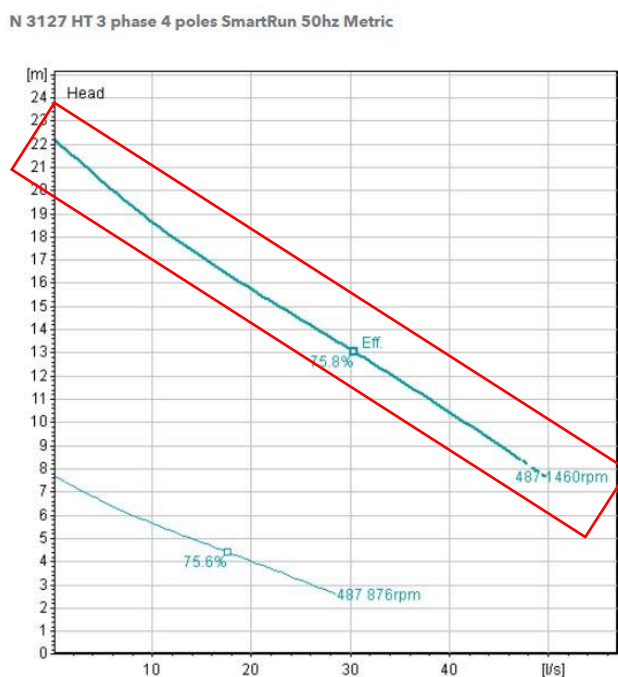
$$H = H_g + \Delta H = 16.30$$

Le pompe saranno ad alimentazione elettrica, del tipo sommerso, in configurazione antideflagrante, a girante arretrata non intasabile, adatte al sollevamento di liquami aggressivi e con presenza di solidi sospesi.

Per il sistema di sollevamento, potrà essere utilizzata una pompa tipo “Flygt N 3127 LT Trifase 4 Poli Smartrun 50 hz metrico” avente le seguenti caratteristiche:

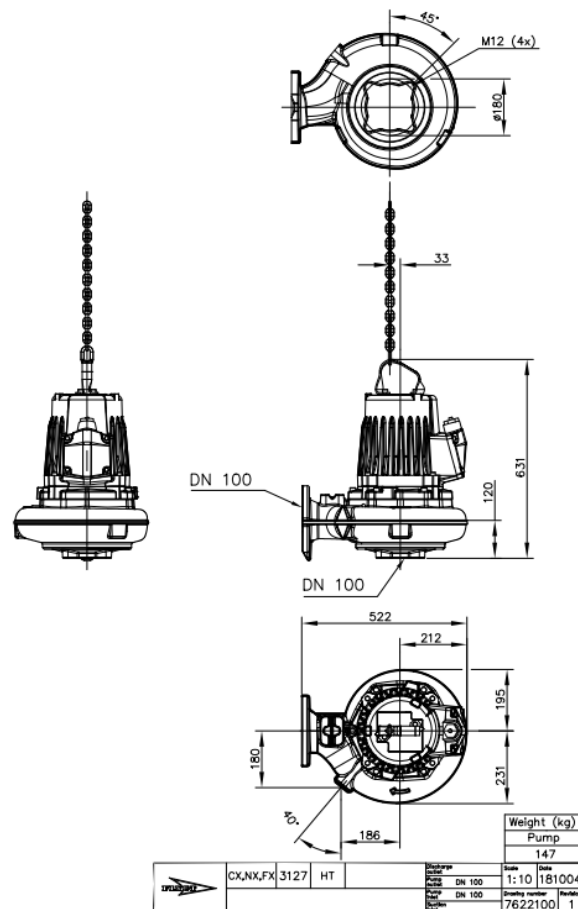
| PUMP | N 3127 LT FASE 3 SISTEMA ADATTATIVO A 4 POLI 50 HZ METRICO | N 3127 LT TRIFASE 4 POLI SMARTRUN 50 HZ METRICO | N 3127 LT TRIFASE ADATTIVA 4 POLI SMARTRUN 50 HZ METRICO | N 3127 MT FASE 3 A 4 POLI 50 HZ METRICO | N 3127 MT FASE 3 SISTEMA ADATTATIVO A 4 POLI 50 HZ METRICO | N 3127 MT FASE 3, A 4 POLI SMARTRUN 50 HZ METRICO |
|----------------------------------|--|---|---|---|--|--|
| f) Frequency | 50 Hz | 50 Hz | 50 Hz | 50 Hz | 50 Hz | 50 Hz |
| g) Number of poles | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| h) Phase | 3~ | 3~ | 3~ | 3~ | 3~ | 3~ |
| d) Discharge outlet diameter | 150 mm | 150 mm | 150 mm | 100 mm | 100 mm | 100 mm |
| i) Rated power | 4.7 kW - 5.9 kW | 4.7 kW | 5.9 kW | 4.7 kW - 5.9 kW | 4.7 kW - 5.9 kW | 4.7 kW |
| j) Rated currents @400V | 10 A - 13 A | 9.6 A | 13 A | 9.6 A - 13 A | 10 A - 13 A | 9.6 A |
| a) Impeller material | Grey cast iron | | Grey cast iron | | Grey cast iron | |
| b) Impeller material option 1 | Stainless steel | | | | Stainless steel | |
| | Standard, Premium efficiency (IE3) | Standard, Premium efficiency (IE3) | Standard, Premium efficiency (IE3) | Standard, Premium efficiency (IE3) | Standard, Premium efficiency (IE3) | Standard, Premium efficiency (IE3) |

Di seguito si riporta la curva caratteristica interna della pompa rappresentata in figura:



Confrontando la curva caratteristica interna con la curva caratteristica esterna dell'impianto la pompa è in grado di sollevare all'incirca una portata di 16 l/s o 57,6 m³/h, con una prevalenza di circa 17.20 metri.

Di seguito si riportano le caratteristiche geometriche della pompa in esame.



3.14.2. STIMA DELLA PRODUZIONE DI PERCOLATO DURANTE LA FASE DI COLTIVAZIONE

Nel presente capitolo si riporta la stima di produzione del percolato della discarica al fine di dimensionare il volume di stoccaggio dei silos; per la determinazione di tale valore **sono state analizzate tutte le fasi di gestione previste in progetto.**

Per il calcolo del quantitativo di percolato prodotto in queste fasi ci si è avvalsi di espressioni empiriche di bilancio scegliendo come dati delle precipitazioni quelle medie mensili ottenute dai valori di pioggia. Il dato di partenza per poter determinare la produzione di percolato sono le precipitazioni che devono essere scomposte nelle varie componenti del bilancio idrologico, che rappresentano i fenomeni che contribuiscono a determinare il flusso dell'acqua nel sito in esame.

Quando l'acqua raggiunge la superficie sarà soggetta ai seguenti fenomeni:

- Runoff o ruscellamento, parte dell'acqua non si infila nel terreno e scorre superficialmente;
- Evapotraspirazione, oltre alla parte intercettata direttamente dalla vegetazione, una parte di acqua che si è infiltrata nel terreno viene restituita in atmosfera sia dalla vegetazione che da evaporazione diretta;
- Immagazzinamento e infiltrazione negli stati successivi.

L'acqua infiltrata in parte viene trattenuta dalle barriere impermeabili presenti sul pacchetto di copertura sulle quali si forma un battente e in parte raccolta dal sistema di drenaggio superficiale. La formazione del battente provoca l'infiltrazione di acqua nell'ammasso di rifiuti, che una volta raggiunta la capacità di campo rilascia il percolato. Di seguito si riporta l'equazione di bilancio idrologico utilizzata

$$P = I + ETR + R$$

Dove:

- P = precipitazione [mm]
- I = infiltrazioni [mm]
- ETR = evapotraspirazione reale [mm]
- R = ruscellamento [mm]

L'evapotraspirazione reale può essere ricavata indirettamente attraverso la stima, preliminare, dell'evapotraspirazione potenziale, mediante il bilancio di Thornthwaite-Mather secondo la relazione:

$$ETP = 16 \cdot k \cdot \left(\frac{10 \cdot T_m}{I} \right)^a$$

Dove:

- ETP = Evaporazione potenziale media mensile [mm/mese]
- k = Coefficiente di irraggiamento mensile [tabella 1]
- T_m = temperatura media giornaliera del mese [°C]
- $I = \sum_{i=1}^{12} \left(\frac{T_m}{5} \right)^{1,514}$ = Indice di calore annuo
- $a = 675 \cdot 10^{-9} \cdot I^3 - 771 \cdot 10^{-7} \cdot I^2 + 1972 \cdot 10^{-5} \cdot I + 0,49239$ = esponente dell'espressione ETP

| MESI | G | F | M | A | M | G | L | A | S | O | N | D |
|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| LAT. N | k | k | k | k | k | k | k | k | k | k | k | k |
| 36 | 0,87 | 0,85 | 1,03 | 1,1 | 1,21 | 1,22 | 1,24 | 1,16 | 1,03 | 0,97 | 0,86 | 0,84 |
| 37 | 0,86 | 0,84 | 1,03 | 1,1 | 1,22 | 1,23 | 1,25 | 1,17 | 1,03 | 0,97 | 0,85 | 0,83 |
| 38 | 0,85 | 0,84 | 1,03 | 1,1 | 1,23 | 1,24 | 1,25 | 1,17 | 1,04 | 0,96 | 0,84 | 0,83 |
| 39 | 0,85 | 0,84 | 1,03 | 1,11 | 1,23 | 1,24 | 1,26 | 1,18 | 1,04 | 0,96 | 0,84 | 0,82 |
| 40 | 0,84 | 0,83 | 1,03 | 1,11 | 1,24 | 1,25 | 1,27 | 1,18 | 1,04 | 0,96 | 0,83 | 0,81 |
| 41 | 0,83 | 0,83 | 1,03 | 1,11 | 1,25 | 1,26 | 1,27 | 1,19 | 1,04 | 0,96 | 0,82 | 0,8 |
| 42 | 0,82 | 0,83 | 1,03 | 1,12 | 1,26 | 1,27 | 1,28 | 1,19 | 1,04 | 0,95 | 0,82 | 0,79 |
| 43 | 0,81 | 0,82 | 1,02 | 1,12 | 1,26 | 1,28 | 1,29 | 1,2 | 1,04 | 0,95 | 0,81 | 0,77 |
| 44 | 0,81 | 0,82 | 1,02 | 1,13 | 1,27 | 1,29 | 1,3 | 1,2 | 1,04 | 0,95 | 0,8 | 0,76 |
| 45 | 0,8 | 0,81 | 1,02 | 1,13 | 1,28 | 1,29 | 1,31 | 1,21 | 1,04 | 0,94 | 0,79 | 0,75 |
| 46 | 0,79 | 0,81 | 1,02 | 1,13 | 1,29 | 1,31 | 1,32 | 1,22 | 1,04 | 0,94 | 0,79 | 0,74 |
| 47 | 0,77 | 0,8 | 1,02 | 1,14 | 1,3 | 1,32 | 1,33 | 1,22 | 1,04 | 0,93 | 0,78 | 0,73 |
| 48 | 0,76 | 0,8 | 1,02 | 1,14 | 1,31 | 1,33 | 1,34 | 1,23 | 1,05 | 0,93 | 0,77 | 0,72 |

Tabella 3.14/1: Coefficiente di irraggiamento k, in funzione della latitudine

Ai fini del calcolo si pone:

$$ETP = ETR$$

La determinazione della componente di ruscellamento è stata realizzata con il metodo di Kennessey, che definisce un coefficiente di deflusso:

$$C_d = (C_a + C_v + C_p)$$

Dove:

- C_a = Coefficiente di acclività;
- C_v = Coefficiente di copertura vegetale;
- C_p = Coefficiente di permeabilità;

Tali parametri sono definibili da tabelle attraverso l'indice di aridità medio I_a calcolato con la seguente formula:

$$i_a = 12 \cdot \frac{p}{(t + 10)}$$

$$I_a = \sum_{i=1}^{12} i_{a_i}$$

dove

- p = afflusso medio del mese più arido [mm];
- t = temperatura media del mese più arido [°C];

Di seguito si riporta la tabella per la definizione dei parametri sopra descritti:

| Coefficiente | Valore | $I_a < 25$ | $25 \leq I_a \leq 40$ | $I_a > 40$ |
|---|-------------|------------|-----------------------|------------|
| C_a Acclività | > 35 % | 0,22 | 0,26 | 0,30 |
| | 10 - 35 | 0,12 | 0,16 | 0,20 |
| | 3,5 - 10 | 0,01 | 0,03 | 0,05 |
| | < 3,5 | 0,00 | 0,01 | 0,03 |
| C_p Permeabilità | Molto bassa | 0,21 | 0,26 | 0,30 |
| | Mediocre | 0,12 | 0,16 | 0,20 |
| | Buona | 0,06 | 0,08 | 0,10 |
| | Elevata | 0,03 | 0,04 | 0,05 |
| C_v Vegetazione | Roccia | 0,26 | 0,28 | 0,30 |
| | Pascolo | 0,17 | 0,21 | 0,25 |
| | Coltivo | 0,07 | 0,11 | 0,15 |
| | Bosco | 0,03 | 0,04 | 0,05 |

Tabella 3.14/2: Valori dei coefficienti parziali di Cd in funzione dell'indice di aridità

A tale coefficiente si moltiplica un coefficiente di correzione C_m che tiene di conto della saturazione dei suoli nei vari mesi dell'anno. Si ottiene così il coefficiente di ruscellamento:

$$C_r = C_m + C_d$$

3.14.2.1. Dati pluviometrici

Per il calcolo **sono stati presi in considerazione anche gli ultimi 10 anni** e sono state adottate precipitazioni medie mensili ottenuto dai valori di pioggia ricavati dall'analisi degli ultimi **71 anni** di dati, in particolare dall'anno 1951 al 2022, ad eccezione dell'anno 2007 per il quale non sono resi a disposizione dati da parte del Servizio Idrologico Regionale. Quale stazione pluviometrica di riferimento è stata presa quella presente a Legoli, che rappresenta una stazione ufficiale LAMMA, con codice TOS11000507.

| ANNO | GEN [mm] | FEB [mm] | MAR [mm] | APR [mm] | MAG [mm] | GIU [mm] | LUG [mm] | AGO [mm] | SET [mm] | OTT [mm] | NOV [mm] | DIC [mm] |
|-----------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|-------------|
| 1951 | 83,2 | 147,5 | 142,3 | 46,2 | 77,8 | 35,1 | 50,2 | 0,0 | 104,9 | 51,7 | 148,5 | 68,2 |
| 1952 | 110,3 | 119,9 | 10,6 | 65,0 | 40,4 | 0,0 | 25,2 | 30,8 | 76,8 | 51,9 | 89,4 | 135,0 |
| 1953 | 67,8 | 50,4 | 8,5 | 85,8 | 46,6 | 62,9 | 32,0 | 47,2 | 107,5 | 164,8 | 38,5 | 51,6 |
| 1954 | 42,6 | 66,4 | 58,3 | 54,8 | 105,0 | 67,0 | 38,3 | 61,4 | 24,6 | 83,6 | 36,9 | 40,5 |
| 1955 | 44,3 | 133,4 | 42,2 | 5,9 | 16,3 | 15,9 | 36,0 | 19,0 | 65,2 | 40,7 | 110,2 | 139,1 |
| 1956 | 146,2 | 50,1 | 81,3 | 111,3 | 54,0 | 94,2 | 17,9 | 8,3 | 63,0 | 35,0 | 135,0 | 38,0 |
| 1957 | 45,2 | 92,4 | 21,0 | 110,0 | 149,0 | 24,2 | 39,0 | 0,0 | 7,8 | 48,5 | 87,0 | 54,0 |
| 1958 | 41,0 | 15,0 | 160,1 | 121,1 | 36,0 | 14,1 | 6,8 | 0,0 | 12,6 | 102,0 | 81,6 | 147,6 |
| 1959 | 67,1 | 36,0 | 113,0 | 72,0 | 89,8 | 19,3 | 20,8 | 72,0 | 50,6 | 67,0 | 96,7 | 202,0 |
| 1960 | 91,2 | 80,0 | 136,8 | 87,0 | 8,0 | 94,0 | 84,0 | 2,0 | 157,0 | 223,0 | 170,0 | 216,0 |
| 1961 | 100,0 | 29,0 | 0,0 | 136,0 | 49,0 | 51,5 | 2,0 | 7,0 | 47,5 | 232,0 | 177,0 | 121,6 |
| 1962 | 57,0 | 47,0 | 123,0 | 16,0 | 44,0 | 18,7 | 5,0 | 0,0 | 53,5 | 130,0 | 178,0 | 62,6 |
| 1963 | 171,9 | 108,0 | 55,0 | 81,0 | 62,5 | 76,0 | 71,0 | 99,0 | 137,5 | 44,0 | 97,0 | 142,0 |
| 1964 | 0,4 | 78,8 | 117,6 | 55,6 | 99,4 | 43,6 | 88,8 | 33,0 | 41,6 | 241,2 | 54,4 | 110,8 |
| 1965 | 86,0 | 13,2 | 85,6 | 106,4 | 52,2 | 42,4 | 0,2 | 54,8 | 197,4 | 5,0 | 180,4 | 96,6 |
| 1966 | 59,2 | 60,8 | 22,4 | 64,2 | 19,8 | 26,2 | 63,0 | 105,2 | 48,4 | 227,2 | 219,4 | 51,8 |
| 1967 | 35,6 | 38,8 | 75,2 | 20,6 | 79,0 | 118,2 | 0,0 | 26,4 | 82,6 | 27,0 | 115,2 | 89,8 |
| 1968 | 62,8 | 148,0 | 16,6 | 37,0 | 92,2 | 50,8 | 41,6 | 53,6 | 32,2 | 64,8 | 94,4 | 60,2 |
| 1969 | 89,8 | 131,6 | 68,6 | 47,0 | 48,8 | 37,0 | 33,4 | 47,2 | 97,8 | 22,0 | 147,8 | 117,6 |
| 1970 | 113,4 | 50,0 | 129,2 | 40,6 | 23,6 | 73,0 | 26,6 | 31,0 | 0,0 | 9,8 | 114,0 | 65,2 |
| 1971 | 69,2 | 54,2 | 68,8 | 18,8 | 147,0 | 68,8 | 4,6 | 1,8 | 49,6 | 31,6 | 127,8 | 8,8 |
| 1972 | 116,0 | 70,8 | 83,8 | 91,8 | 24,4 | 28,0 | 24,0 | 43,6 | 68,8 | 56,4 | 55,2 | 58,6 |
| 1973 | 55,2 | 54,0 | 6,6 | 56,2 | 24,4 | 85,6 | 21,8 | 71,8 | 206,4 | 64,6 | 60,0 | 40,2 |
| 1974 | 37,4 | 92,2 | 65,2 | 85,2 | 56,2 | 23,6 | 25,2 | 33,0 | 55,2 | 70,4 | 64,6 | 8,8 |
| 1975 | 16,0 | 55,2 | 89,2 | 57,2 | 43,4 | 53,6 | 0,8 | 20,2 | 48,4 | 82,8 | 121,4 | 114,4 |
| 1976 | 20,8 | 51,4 | 40,4 | 73,0 | 24,8 | 19,4 | 85,0 | 99,6 | 97,6 | 139,0 | 58,2 | 188,0 |
| 1977 | 91,0 | 90,6 | 85,8 | 27,6 | 140,6 | 15,2 | 32,4 | 97,6 | 37,0 | 59,6 | 94,8 | 67,0 |
| 1978 | 75,0 | 87,6 | 50,8 | 140,8 | 75,8 | 32,0 | 96,6 | 24,6 | 10,0 | 63,8 | 28,4 | 78,0 |
| 1979 | 82,0 | 46,4 | 57,4 | 63,8 | 0,0 | 38,2 | 18,6 | 61,2 | 66,2 | 104,6 | 135,2 | 112,4 |
| 1980 | 40,2 | 20,0 | 190,8 | 63,2 | 92,6 | 87,2 | 10,6 | 44,4 | 57,8 | 155,6 | 164,2 | 58,6 |
| 1981 | 43,2 | 21,0 | 63,0 | 68,0 | 70,8 | 59,8 | 30,2 | 7,8 | 104,2 | 151,2 | 1,8 | 227,4 |
| 1982 | 34,0 | 28,4 | 41,4 | 14,8 | 39,2 | 10,0 | 18,6 | 171,8 | 111,6 | 137,8 | 129,0 | 118,2 |
| 1983 | 9,0 | 144,6 | 102,4 | 96,2 | 40,4 | 48,8 | 5,2 | 115,2 | 5,8 | 77,2 | 14,2 | 125,0 |
| 1984 | 105,0 | 47,8 | 55,0 | 96,6 | 150,4 | 40,8 | 13,8 | 113,7 | 139,4 | 132,0 | 116,0 | 74,0 |
| 1985 | 70,6 | 39,8 | 120,6 | 10,2 | 73,4 | 22,2 | 0,2 | 28,8 | 1,6 | 60,8 | 78,8 | 42,8 |
| 1986 | 98,4 | 58,0 | 87,6 | 76,8 | 5,2 | 106,0 | 52,4 | 4,6 | 65,4 | 29,2 | 11,8 | 36,8 |
| 1987 | 83,8 | 74,4 | 17,2 | 24,6 | 39,3 | 8,6 | 27,4 | 2,2 | 9,2 | 164,0 | 86,0 | 63,2 |
| 1988 | 52,6 | 38,8 | 42,4 | 126,8 | 176,0 | 147,2 | 0,8 | 29,4 | 9,4 | 75,7 | 92,6 | 23,8 |
| 1989 | 9,8 | 27,2 | 19,8 | 115,8 | 12,6 | 30,0 | 109,2 | 76,2 | 77,8 | 7,6 | 113,6 | 23,2 |
| 1990 | 14,2 | 24,4 | 36,0 | 107,4 | 8,2 | 18,0 | 30,0 | 42,0 | 28,6 | 149,0 | 109,8 | 103,0 |
| 1991 | 19,6 | 27,4 | 38,8 | 45,6 | 105,2 | 52,8 | 5,2 | 26,0 | 95,2 | 225,6 | 116,6 | 17,6 |
| 1992 | 17,4 | 12,0 | 35,6 | 64,6 | 58,6 | 94,8 | 18,8 | 31,0 | 58,0 | 343,8 | 84,2 | 71,0 |
| 1993 | 0,2 | 0,4 | 17,4 | 54,4 | 19,6 | 18,0 | 8,6 | 12,4 | 73,8 | 441,4 | 103,8 | 56,8 |
| 1994 | 30,6 | 6,2 | 3,2 | 78,6 | 51,6 | 47,8 | 14,4 | 0,8 | 127,8 | 50,0 | 95,2 | 14,4 |
| 1995 | 15,6 | 52,8 | 45,4 | 34,0 | 44,4 | 29,6 | 1,0 | 37,2 | 103,6 | 24,4 | 33,0 | 86,8 |
| 1996 | 27,4 | 101,6 | 9,6 | 106,8 | 69,4 | 38,2 | 23,4 | 25,0 | 145,8 | 52,2 | 157,8 | 64,4 |
| 1997 | 86,0 | 36,6 | 13,8 | 48,2 | 25,2 | 69,6 | 11,2 | 16,4 | 48,4 | 28,4 | 143,0 | 62,2 |
| 1998 | 40,6 | 42,4 | 69,4 | 73,0 | 84,0 | 56,6 | 3,6 | 2,2 | 95,4 | 75,4 | 52,2 | 65,4 |
| 1999 | 86,4 | 40,2 | 72,0 | 56,2 | 5,6 | 53,0 | 2,2 | 11,8 | 10,0 | 57,6 | 81,6 | 66,8 |
| 2000 | 52,4 | 10,0 | 50,4 | 92,4 | 11,6 | 73,4 | 58,2 | 40,6 | 7,2 | 58,6 | 190,0 | 4,8 |
| 2001 | 17,0 | 21,0 | 81,4 | 46,0 | 31,4 | 14,6 | 31,4 | 0,0 | 101,6 | 63,2 | 27,6 | 15,4 |
| 2002 | 18,4 | 41,8 | 5,8 | 18,2 | 101,0 | 24,4 | 11,2 | 115,4 | 80,2 | 81,2 | 115,0 | 108,2 |
| 2003 | 85,2 | 22,2 | 22,2 | 86,8 | 24,0 | 6,0 | 0,2 | 14,4 | 19,6 | 37,8 | 75,6 | 16,8 |
| 2004 | 42,0 | 48,9 | 20,0 | 47,6 | 46,0 | 12,0 | 32,0 | 4,0 | 37,7 | 61,1 | 31,5 | 57,8 |
| 2005 | 20,0 | 48,0 | 34,0 | 44,0 | 7,7 | 2,0 | 0,0 | 10,0 | 60,0 | 82,0 | 106,0 | 68,0 |
| 2006 | 53,0 | 19,6 | 42,2 | 7,2 | 45,0 | 17,2 | 16,7 | 28,1 | 75,5 | 39,8 | 72,0 | 20,0 |
| 2008 | 18,2 | 12,8 | 19,4 | 31,8 | 30,4 | 31,4 | 16,2 | 3,4 | 28,4 | 32,6 | 79,4 | 50,6 |
| 2009 | 44,0 | 52,0 | 84,0 | 72,0 | 2,0 | 16,0 | 0,0 | 0,0 | 2,0 | 14,0 | 4,0 | 120,0 |
| 2010 | 148,0 | 51,2 | 62,4 | 69,0 | 155,4 | 96,0 | 49,4 | 118,2 | 67,4 | 70,6 | 219,8 | 113,8 |
| 2011 | 35,6 | 82,4 | 96,4 | 18,4 | 13,2 | 67,8 | 49,8 | 0,0 | 12,0 | 99,4 | 16,0 | 42,8 |
| 2012 | 25,4 | 7,2 | 21,4 | 80,8 | 89,6 | 16,0 | 0,0 | 51,6 | 119,2 | 182,2 | 118,0 | 128,2 |
| 2013 | 70,4 | 68,6 | 162,6 | 63,8 | 76,4 | 63,2 | 18,2 | 76,0 | 44,2 | 177,2 | 110,0 | 23,8 |
| 2014 | 195,6 | 150,8 | 72,4 | 57,4 | 25,2 | 103,2 | 238,4 | 11,4 | 63,4 | 73,6 | 229,0 | 45,2 |
| 2015 | 51,0 | 63,6 | 69,8 | 56,6 | 29,4 | 47,0 | 21,0 | 53,6 | 33,2 | 134,4 | 36,2 | 11,8 |
| 2016 | 100,0 | 187,4 | 48,0 | 166,8 | 72,6 | 33,6 | 5,8 | 18,4 | 105,8 | 128,4 | 98,0 | 5,6 |
| 2017 | 28,8 | 95,6 | 32,6 | 33,6 | 18,0 | 22,2 | 3,0 | 5,8 | 146,0 | 6,4 | 88,0 | 98,0 |
| 2018 | 42,4 | 82,4 | 126,2 | 45,0 | 101,0 | 27,6 | 33,8 | 2,8 | 39,8 | 86,8 | 64,6 | 49,2 |
| 2019 | 29,2 | 55,0 | 6,0 | 115,8 | 81,4 | 1,0 | 104,8 | 27,8 | 60,4 | 75,2 | 306,0 | 103,2 |
| 2020 | 40,8 | 24,4 | 53,0 | 39,8 | 61,4 | 60,2 | 7,0 | 59,6 | 160,6 | 185,2 | 29,4 | 151,0 |
| 2021 | 127,2 | 45,2 | 0,4 | 66,4 | 54,8 | 0,6 | 18,8 | 13,0 | 34,8 | 54,2 | 88,0 | 142,8 |
| 2022 | 74,0 | 32,4 | 26,2 | 75,6 | 20,2 | 4,6 | 0,2 | 54,6 | 111,0 | 21,0 | 99,4 | 132,0 |
| Precipitazioni media | 60,3 | 58,7 | 59,6 | 65,8 | 56,3 | 43,8 | 29,5 | 37,4 | 68,0 | 95,0 | 100,1 | 78,8 |

Tabella 3.14/3: Dati pluviometrici negli ultimi 71 anni

3.14.2.2. Determinazione coefficiente di deflusso

Di seguito si riportano i valori adottati per la determinazione del coefficiente di deflusso. In primo luogo dall'analisi del triennio 2018-2020 è stato possibile determinare il valore dell'indice di aridità medio I_a :

| 2020 | | | | 2019 | | | | 2018 | | | |
|-----------|----------|----------|----------|-----------|----------|----------|----------|-----------|----------|----------|----------|
| | Pm | Tm | ia | | Pm | Tm | ia | | Pm | Tm | ia |
| | [m] | [°] | - | | [m] | [°] | - | | [m] | [°] | - |
| Gen | 3,153846 | 8,209677 | 2,078354 | Gen | 2,923077 | 5,364516 | 2,282983 | Gen | 3,783333 | 9,741935 | 2,299673 |
| Feb | 2,2 | 10,38621 | 1,294993 | Feb | 7,666667 | 8,960714 | 4,852138 | Feb | 5,293333 | 4,535714 | 4,369926 |
| Mar | 5,888889 | 9,893548 | 3,55224 | Mar | 1 | 10,84516 | 0,575673 | Mar | 7,077778 | 8,719355 | 4,537193 |
| Apr | 6,633333 | 13,92667 | 3,326832 | Apr | 8,907692 | 12,23 | 4,808471 | Apr | 4,866667 | 15,67333 | 2,274734 |
| Mag | 6,822222 | 18,15484 | 2,90773 | Mag | 4,788235 | 13,7 | 2,424423 | Mag | 5,315789 | 17,36452 | 2,331102 |
| Giu | 7,525 | 20,35333 | 2,974962 | Giu | 0,333333 | 22,84667 | 0,121778 | Giu | 3,942857 | 21,37667 | 1,507945 |
| Lug | 1,75 | 24,0871 | 0,616069 | Lug | 17,46667 | 24,50968 | 6,073659 | Lug | 5,633333 | 24,57097 | 1,955398 |
| Ago | 14,84 | 25,03226 | 5,083315 | Ago | 5,56 | 24,60645 | 1,927964 | Ago | 0,933333 | 25,27097 | 0,317542 |
| Set | 16,22222 | 20,95333 | 6,289037 | Set | 6,711111 | 20,45 | 2,644773 | Set | 3,618182 | 21,40667 | 1,382451 |
| Ott | 7,123077 | 14,24194 | 3,525994 | Ott | 6,984615 | 16,68387 | 3,14105 | Ott | 8,76 | 17,28065 | 3,853281 |
| Nov | 2,45 | 11,97667 | 1,337782 | Nov | 10,79259 | 10,84839 | 6,212045 | Nov | 3,19 | 11,52581 | 1,778331 |
| Dic | 6,592 | 8,03871 | 4,385236 | Dic | 7,938462 | 9,625806 | 4,853892 | Dic | 2,744444 | 8,2 | 1,809524 |
| Ia | | | | Ia | | | | Ia | | | |
| = | | | | = | | | | = | | | |
| 37,37254 | | | | 39,91885 | | | | 28,4171 | | | |

Tabella 3.14/4: Per la determinazione del coefficiente di aridità

$$I_{a_m} = 35.23$$

Con tale valore si sono utilizzati i coefficienti della colonna centrale della tabella 2. Per definire i valori dei tre parametri da sommare sono stata fatte due ipotesi:

- Per l'acclività è stato scelto un valore minore del 10% ;
- Per il coefficiente di permeabilità è stato tenuto conto che le coperture verranno realizzate con terreni classificabili, dal punto di vista geotecnico come, **"limo con argilla debolmente sabbioso"**, caratterizzati da permeabilità molto bassa in sito. Durante le fasi di messa in posto delle terre però (scavo, trasporto, scarico, stendimento, compattazione) i terreni subiranno comunque un rimaneggiamento che ne aumenterà la permeabilità, quindi è stato adottato un valore medio pari a **Cp=0.12**.

Si riportano i valori ottenuti:

| p < 10% | |
|-----------|------|
| Ca | 0,03 |
| Cp | 0,12 |
| Cv | 0,21 |
| Cr | |
| | 0,36 |

Tabella 3.14/5: Coefficiente di ruscellamento

Di seguito si riportano i coefficienti correttivi adottati per il calcolo:

| MESE | C _m |
|------|----------------|
| GEN | 1,600 |
| FEB | 1,800 |
| MAR | 1,430 |
| APR | 0,970 |
| MAG | 0,890 |
| GIU | 0,370 |
| LUG | 0,290 |
| AGO | 0,290 |
| SET | 0,460 |
| OTT | 1,200 |
| NOV | 1,400 |
| DIC | 1,600 |

Tabella 3.14/6: Coefficiente di correzione

3.14.2.3. Risultati numerici

Di seguito si riportano i risultati numerici relativi alle varie Fasi di coltivazione.

Per le varie Fasi, ad eccezione della Fase n. 1 (completamente in vasca), la superficie è stata suddivisa in due diverse aree, caratterizzate da una copertura provvisoria (con pendenza <10%) e da una copertura definitiva (con pendenza >10%). La copertura definitiva, per come progettata, non sarà soggetta ad infiltrazione e di conseguenza non è stata considerata nel calcolo per la produzione di percolato.

3.14.2.3.1 Fase di coltivazione n° 1

Superficie con copertura provvisoria: 42'000 mq
Superficie con copertura definitiva: 0 mq
Superficie coperta totale: 42'000 mq

| Discarica Legoli 3 | | | | | | | | | |
|--|---------------------------------|-----------|------|-------------|--|--------------|------------|------------------|--------------------|
| CALCOLO DELL'INFILTRAZIONE METEORICA NELLA DISCARICA | | | | | | | | | |
| Bilancio idrico secondo THORNTHWAITE | | | | | | | | | |
| Coltivazione 1 - p < 10% | | | | | | | | | |
| MESE | P (mm) | T (°C) | Cd | Cm | Cr | Rpot (mm) | R (mm) | P-R (mm) | |
| GEN | 60,3 | 6,1 | 0,36 | 1,600 | 0,58 | 34,73 | 35 | 26 | |
| FEB | 58,7 | 7,3 | 0,36 | 1,800 | 0,65 | 38,01 | 38 | 21 | |
| MAR | 59,6 | 9,9 | 0,36 | 1,430 | 0,51 | 30,70 | 31 | 29 | |
| APR | 65,8 | 13,2 | 0,36 | 0,970 | 0,35 | 22,99 | 23 | 43 | |
| MAG | 56,3 | 17,1 | 0,36 | 0,890 | 0,32 | 18,05 | 18 | 38 | |
| GIU | 43,8 | 20,9 | 0,36 | 0,370 | 0,13 | 5,83 | 6 | 38 | |
| LUG | 29,5 | 23,6 | 0,36 | 0,290 | 0,10 | 3,08 | 3 | 26 | |
| AGO | 37,4 | 23,7 | 0,36 | 0,290 | 0,10 | 3,91 | 4 | 34 | |
| SET | 68,0 | 20,5 | 0,36 | 0,460 | 0,17 | 11,26 | 11 | 57 | |
| OTT | 95,0 | 15,7 | 0,36 | 1,200 | 0,43 | 41,06 | 41 | 54 | |
| NOV | 100,1 | 10,9 | 0,36 | 1,400 | 0,50 | 50,44 | 50 | 50 | |
| DIC | 78,8 | 7,5 | 0,36 | 1,600 | 0,58 | 45,41 | 45 | 33 | |
| TOTALE | 753 | 14,7 | | | | | 305 | | |
| MESE | k | It | a | PEm (mm) | ETR (mm) | I (mm) | I/P (%) | Q / mese (m3) | Q / giorno (m3) |
| GEN | 0,81 | 1,35 | | 11,57 | 12 | 14 | 23 | 588 | 19 |
| FEB | 0,82 | 1,77 | | 15,41 | 15 | 5 | 9 | 220 | 8 |
| MAR | 1,02 | 2,81 | | 30,53 | 29 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| APR | 1,12 | 4,35 | | 52,01 | 43 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| MAG | 1,26 | 6,43 | | 86,88 | 38 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| GIU | 1,28 | 8,72 | | 119,90 | 38 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| LUG | 1,29 | 10,48 | | 145,47 | 26 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| AGO | 1,2 | 10,55 | | 136,19 | 34 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SET | 1,04 | 8,47 | | 94,59 | 57 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| OTT | 0,95 | 5,65 | | 57,49 | 54 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| NOV | 0,81 | 3,25 | | 28,08 | 28 | 22 | 22 | 905 | 30 |
| DIC | 0,77 | 1,85 | | 15,08 | 15 | 18 | 23 | 770 | 25 |
| TOTALE | 65,69 | 1,53 | | 793 | 389 | 59 | 6 | 2.483 | m3/anno |
| LEGENDA | | | | | | | | | |
| P | = precipitazione mensile media | | | P-R | = precipitazione - ruscellamento | | | | |
| T | = temperatura mensile media | | | k | = coefficiente di correzione funzione della latitudine | | | | |
| N | = insolazione media | | | It | = indice termico (mensile e annuale) | | | | |
| Cd | = coefficiente di deflusso | | | a | = coefficiente funzione dell'indice termico | | | | |
| Cm | = coefficiente di correzione | | | PEm | = evapotraspirazione potenziale mensile | | | | |
| Cr | = coefficiente di ruscellamento | | | ETR | = evapotraspirazione reale mensile | | | | |
| Rpot | = ruscellamento potenziale | | | I | = infiltrazione mensile | | | | |
| R | = ruscellamento mensile | | | I/P | = rapporto tra l'infiltrazione e la precipitazione | | | | |
| INFILTRAZIONE METEORICA | | | | = | 59 mm/anno | | | | |
| AREA PERMEABILE | | | | = | 42.000 m2 | | | | |
| INFILTRAZIONE TOTALE ANNUA | | | | = | 2.483 m3/anno | | | | |
| INFILTRAZIONE MEDIA GIORNALIERA | | | | = | 6,80 m3/giorno | | | | |

3.14.2.3.2 Fase di coltivazione n° 2

Superficie con copertura provvisoria: 61'000 mq
Superficie con copertura definitiva: 6'000 mq
Superficie coperta totale: 67'000 mq

| Discarica Legoli 3 | | | | | | | | | |
|--|---------------------------------|-------|------|--------|--|-------|------|----------|------------|
| CALCOLO DELL'INFILTRAZIONE METEORICA NELLA DISCARICA | | | | | | | | | |
| Bilancio idrico secondo THORNTHWAITE | | | | | | | | | |
| Coltivazione 2 - p < 10% | | | | | | | | | |
| MESE | P | T | Cd | Cm | Cr | Rpot | R | P-R | |
| | (mm) | (°C) | | | | (mm) | (mm) | (mm) | |
| GEN | 60,3 | 6,1 | 0,36 | 1,600 | 0,58 | 34,73 | 35 | 26 | |
| FEB | 58,7 | 7,3 | 0,36 | 1,800 | 0,65 | 38,01 | 38 | 21 | |
| MAR | 59,6 | 9,9 | 0,36 | 1,430 | 0,51 | 30,70 | 31 | 29 | |
| APR | 65,8 | 13,2 | 0,36 | 0,970 | 0,35 | 22,99 | 23 | 43 | |
| MAG | 56,3 | 17,1 | 0,36 | 0,890 | 0,32 | 18,05 | 18 | 38 | |
| GIU | 43,8 | 20,9 | 0,36 | 0,370 | 0,13 | 5,83 | 6 | 38 | |
| LUG | 29,5 | 23,6 | 0,36 | 0,290 | 0,10 | 3,08 | 3 | 26 | |
| AGO | 37,4 | 23,7 | 0,36 | 0,290 | 0,10 | 3,91 | 4 | 34 | |
| SET | 68,0 | 20,5 | 0,36 | 0,460 | 0,17 | 11,26 | 11 | 57 | |
| OTT | 95,0 | 15,7 | 0,36 | 1,200 | 0,43 | 41,06 | 41 | 54 | |
| NOV | 100,1 | 10,9 | 0,36 | 1,400 | 0,50 | 50,44 | 50 | 50 | |
| DIC | 78,8 | 7,5 | 0,36 | 1,600 | 0,58 | 45,41 | 45 | 33 | |
| TOTALE | 753 | 14,7 | | | | | 305 | | |
| MESE | k | It | a | PEm | ETR | I | I/P | Q / mese | Q / giorno |
| | | | | (mm) | (mm) | (mm) | (%) | (m3) | (m3) |
| GEN | 0,81 | 1,35 | | 11,57 | 12 | 14 | 23 | 853 | 28 |
| FEB | 0,82 | 1,77 | | 15,41 | 15 | 5 | 9 | 319 | 11 |
| MAR | 1,02 | 2,81 | | 30,53 | 29 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| APR | 1,12 | 4,35 | | 52,01 | 43 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| MAG | 1,26 | 6,43 | | 86,88 | 38 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| GIU | 1,28 | 8,72 | | 119,90 | 38 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| LUG | 1,29 | 10,48 | | 145,47 | 26 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| AGO | 1,2 | 10,55 | | 136,19 | 34 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SET | 1,04 | 8,47 | | 94,59 | 57 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| OTT | 0,95 | 5,65 | | 57,49 | 54 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| NOV | 0,81 | 3,25 | | 28,08 | 28 | 22 | 22 | 1315 | 44 |
| DIC | 0,77 | 1,85 | | 15,08 | 15 | 18 | 23 | 1119 | 36 |
| TOTALE | | 65,69 | 1,53 | 793 | 389 | 59 | 6 | 3.607 | m3/anno |
| LEGENDA | | | | | | | | | |
| P | = precipitazione mensile media | | | P-R | = precipitazione - ruscellamento | | | | |
| T | = temperatura mensile media | | | k | = coefficiente di correzione funzione della latitudine | | | | |
| N | = insolazione media | | | It | = indice termico (mensile e annuale) | | | | |
| Cd | = coefficiente di deflusso | | | a | = coefficiente funzione dell'indice termico | | | | |
| Cm | = coefficiente di correzione | | | PEm | = evapotraspirazione potenziale mensile | | | | |
| Cr | = coefficiente di ruscellamento | | | ETR | = evapotraspirazione reale mensile | | | | |
| Rpot | = ruscellamento potenziale | | | I | = infiltrazione mensile | | | | |
| R | = ruscellamento mensile | | | I/P | = rapporto tra l'infiltrazione e la precipitazione | | | | |
| INFILTRAZIONE METEORICA = 59 mm/anno | | | | | | | | | |
| AREA PERMEABILE = 61.000 m2 | | | | | | | | | |
| INFILTRAZIONE TOTALE ANNUA = 3.607 m3/anno | | | | | | | | | |
| INFILTRAZIONE MEDIA GIORNALIERA = 9,88 m3/giorno | | | | | | | | | |

3.14.2.3.3 Fase di coltivazione n° 3

Superficie con copertura provvisoria: 107'000 mq
Superficie con copertura definitiva: 22'000 mq
Superficie coperta totale: 129'000 mq

| Discarica Legoli 3 | | | | | | | | | |
|--|---------------------------------|-------|------|--------|--|-------|------|----------|------------|
| CALCOLO DELL'INFILTRAZIONE METEORICA NELLA DISCARICA | | | | | | | | | |
| Bilancio idrico secondo THORNTHWAITE | | | | | | | | | |
| Coltivazione 3 - p < 10% | | | | | | | | | |
| MESE | P | T | Cd | Cm | Cr | Rpot | R | P-R | |
| | (mm) | (°C) | | | | (mm) | (mm) | (mm) | |
| GEN | 60,3 | 6,1 | 0,36 | 1,600 | 0,58 | 34,73 | 35 | 26 | |
| FEB | 58,7 | 7,3 | 0,36 | 1,800 | 0,65 | 38,01 | 38 | 21 | |
| MAR | 59,6 | 9,9 | 0,36 | 1,430 | 0,51 | 30,70 | 31 | 29 | |
| APR | 65,8 | 13,2 | 0,36 | 0,970 | 0,35 | 22,99 | 23 | 43 | |
| MAG | 56,3 | 17,1 | 0,36 | 0,890 | 0,32 | 18,05 | 18 | 38 | |
| GIU | 43,8 | 20,9 | 0,36 | 0,370 | 0,13 | 5,83 | 6 | 38 | |
| LUG | 29,5 | 23,6 | 0,36 | 0,290 | 0,10 | 3,08 | 3 | 26 | |
| AGO | 37,4 | 23,7 | 0,36 | 0,290 | 0,10 | 3,91 | 4 | 34 | |
| SET | 68,0 | 20,5 | 0,36 | 0,460 | 0,17 | 11,26 | 11 | 57 | |
| OTT | 95,0 | 15,7 | 0,36 | 1,200 | 0,43 | 41,06 | 41 | 54 | |
| NOV | 100,1 | 10,9 | 0,36 | 1,400 | 0,50 | 50,44 | 50 | 50 | |
| DIC | 78,8 | 7,5 | 0,36 | 1,600 | 0,58 | 45,41 | 45 | 33 | |
| TOTALE | 753 | 14,7 | | | | | 305 | | |
| MESE | k | It | a | PEm | ETR | I | I/P | Q / mese | Q / giorno |
| | | | | (mm) | (mm) | (mm) | (%) | (m3) | (m3) |
| GEN | 0,81 | 1,35 | | 11,57 | 12 | 14 | 23 | 1497 | 48 |
| FEB | 0,82 | 1,77 | | 15,41 | 15 | 5 | 9 | 560 | 20 |
| MAR | 1,02 | 2,81 | | 30,53 | 29 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| APR | 1,12 | 4,35 | | 52,01 | 43 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| MAG | 1,26 | 6,43 | | 86,88 | 38 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| GIU | 1,28 | 8,72 | | 119,90 | 38 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| LUG | 1,29 | 10,48 | | 145,47 | 26 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| AGO | 1,2 | 10,55 | | 136,19 | 34 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SET | 1,04 | 8,47 | | 94,59 | 57 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| OTT | 0,95 | 5,65 | | 57,49 | 54 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| NOV | 0,81 | 3,25 | | 28,08 | 28 | 22 | 22 | 2307 | 77 |
| DIC | 0,77 | 1,85 | | 15,08 | 15 | 18 | 23 | 1962 | 63 |
| TOTALE | | 65,69 | 1,53 | 793 | 389 | 59 | 6 | 6.326 | m3/anno |
| LEGENDA | | | | | | | | | |
| P | = precipitazione mensile media | | | P-R | = precipitazione - ruscellamento | | | | |
| T | = temperatura mensile media | | | k | = coefficiente di correzione funzione della latitudine | | | | |
| N | = insolazione media | | | It | = indice termico (mensile e annuale) | | | | |
| Cd | = coefficiente di deflusso | | | a | = coefficiente funzione dell'indice termico | | | | |
| Cm | = coefficiente di correzione | | | PEm | = evapotraspirazione potenziale mensile | | | | |
| Cr | = coefficiente di ruscellamento | | | ETR | = evapotraspirazione reale mensile | | | | |
| Rpot | = ruscellamento potenziale | | | I | = infiltrazione mensile | | | | |
| R | = ruscellamento mensile | | | I/P | = rapporto tra l'infiltrazione e la precipitazione | | | | |
| INFILTRAZIONE METEORICA = 59 mm/anno | | | | | | | | | |
| AREA PERMEABILE = 107.000 m2 | | | | | | | | | |
| INFILTRAZIONE TOTALE ANNUA = 6.326 m3/anno | | | | | | | | | |
| INFILTRAZIONE MEDIA GIORNALIERA = 17,33 m3/giorno | | | | | | | | | |

3.14.2.3.4 Fase di coltivazione n° 4

Superficie con copertura provvisoria: 188'000 mq
Superficie con copertura definitiva: 48'000 mq
Superficie coperta totale: 236'000 mq

Discarica Legoli 3

CALCOLO DELL'INFILTRAZIONE METEORICA NELLA DISCARICA

Bilancio idrico secondo THORNTHWAITE

Coltivazione 4 - p < 10%

| MESE | P (mm) | T (°C) | Cd | Cm | Cr | Rpot (mm) | R (mm) | P-R (mm) | | |
|---------------|------------|--------------|-------------|-------------|-------------|--------------|------------|------------------|--------------------|--|
| GEN | 60,3 | 6,1 | 0,36 | 1,600 | 0,58 | 34,73 | 35 | 26 | | |
| FEB | 58,7 | 7,3 | 0,36 | 1,800 | 0,65 | 38,01 | 38 | 21 | | |
| MAR | 59,6 | 9,9 | 0,36 | 1,430 | 0,51 | 30,70 | 31 | 29 | | |
| APR | 65,8 | 13,2 | 0,36 | 0,970 | 0,35 | 22,99 | 23 | 43 | | |
| MAG | 56,3 | 17,1 | 0,36 | 0,890 | 0,32 | 18,05 | 18 | 38 | | |
| GIU | 43,8 | 20,9 | 0,36 | 0,370 | 0,13 | 5,83 | 6 | 38 | | |
| LUG | 29,5 | 23,6 | 0,36 | 0,290 | 0,10 | 3,08 | 3 | 26 | | |
| AGO | 37,4 | 23,7 | 0,36 | 0,290 | 0,10 | 3,91 | 4 | 34 | | |
| SET | 68,0 | 20,5 | 0,36 | 0,460 | 0,17 | 11,26 | 11 | 57 | | |
| OTT | 95,0 | 15,7 | 0,36 | 1,200 | 0,43 | 41,06 | 41 | 54 | | |
| NOV | 100,1 | 10,9 | 0,36 | 1,400 | 0,50 | 50,44 | 50 | 50 | | |
| DIC | 78,8 | 7,5 | 0,36 | 1,600 | 0,58 | 45,41 | 45 | 33 | | |
| TOTALE | 753 | 14,7 | | | | | 305 | | | |
| MESE | k | It | a | PEm (mm) | ETR (mm) | I (mm) | I/P (%) | Q / mese (m3) | Q / giorno (m3) | |
| GEN | 0,81 | 1,35 | | 11,57 | 12 | 14 | 23 | 2630 | 85 | |
| FEB | 0,82 | 1,77 | | 15,41 | 15 | 5 | 9 | 984 | 35 | |
| MAR | 1,02 | 2,81 | | 30,53 | 29 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| APR | 1,12 | 4,35 | | 52,01 | 43 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| MAG | 1,26 | 6,43 | | 86,88 | 38 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| GIU | 1,28 | 8,72 | | 119,90 | 38 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| LUG | 1,29 | 10,48 | | 145,47 | 26 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| AGO | 1,2 | 10,55 | | 136,19 | 34 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| SET | 1,04 | 8,47 | | 94,59 | 57 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| OTT | 0,95 | 5,65 | | 57,49 | 54 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| NOV | 0,81 | 3,25 | | 28,08 | 28 | 22 | 22 | 4053 | 135 | |
| DIC | 0,77 | 1,85 | | 15,08 | 15 | 18 | 23 | 3448 | 111 | |
| TOTALE | | 65,69 | 1,53 | 793 | 389 | 59 | 6 | 11.115 | m3/anno | |

LEGENDA

| | | | |
|------|---------------------------------|-----|--|
| P | = precipitazione mensile media | P-R | = precipitazione - ruscellamento |
| T | = temperatura mensile media | k | = coefficiente di correzione funzione della latitudine |
| N | = insolazione media | It | = indice termico (mensile e annuale) |
| Cd | = coefficiente di deflusso | a | = coefficiente funzione dell'indice termico |
| Cm | = coefficiente di correzione | PEm | = evapotraspirazione potenziale mensile |
| Cr | = coefficiente di ruscellamento | ETR | = evapotraspirazione reale mensile |
| Rpot | = ruscellamento potenziale | I | = infiltrazione mensile |
| R | = ruscellamento mensile | I/P | = rapporto tra l'infiltrazione e la precipitazione |

INFILTRAZIONE METEORICA = 59 mm/anno

AREA PERMEABILE = 188.000 m2

INFILTRAZIONE TOTALE ANNUA = 11.115 m3/anno

INFILTRAZIONE MEDIA GIORNALIERA = 30,45 m3/giorno

3.14.2.3.5 Fase di coltivazione n° 5

Questa fase di coltivazione presenta la maggior superficie esposta in fase di coltivazione, quindi con la massima produzione di percolato.

Superficie con copertura provvisoria: 245'000 mq

Superficie con copertura definitiva: 82'000 mq

Superficie coperta totale: 327'000 mq

| Discarica Legoli 3 | | | | | | | | | |
|--|---------------------------------|-----------|------|-------------|--|--------------|------------|------------------|--------------------|
| CALCOLO DELL'INFILTRAZIONE METEORICA NELLA DISCARICA | | | | | | | | | |
| Bilancio idrico secondo THORNTHWAITE | | | | | | | | | |
| Coltivazione 5 - p < 10% | | | | | | | | | |
| MESE | P (mm) | T (°C) | Cd | Cm | Cr | Rpot (mm) | R (mm) | P-R (mm) | |
| GEN | 60,3 | 6,1 | 0,36 | 1,600 | 0,58 | 34,73 | 35 | 26 | |
| FEB | 58,7 | 7,3 | 0,36 | 1,800 | 0,65 | 38,01 | 38 | 21 | |
| MAR | 59,6 | 9,9 | 0,36 | 1,430 | 0,51 | 30,70 | 31 | 29 | |
| APR | 65,8 | 13,2 | 0,36 | 0,970 | 0,35 | 22,99 | 23 | 43 | |
| MAG | 56,3 | 17,1 | 0,36 | 0,890 | 0,32 | 18,05 | 18 | 38 | |
| GIU | 43,8 | 20,9 | 0,36 | 0,370 | 0,13 | 5,83 | 6 | 38 | |
| LUG | 29,5 | 23,6 | 0,36 | 0,290 | 0,10 | 3,08 | 3 | 26 | |
| AGO | 37,4 | 23,7 | 0,36 | 0,290 | 0,10 | 3,91 | 4 | 34 | |
| SET | 68,0 | 20,5 | 0,36 | 0,460 | 0,17 | 11,26 | 11 | 57 | |
| OTT | 95,0 | 15,7 | 0,36 | 1,200 | 0,43 | 41,06 | 41 | 54 | |
| NOV | 100,1 | 10,9 | 0,36 | 1,400 | 0,50 | 50,44 | 50 | 50 | |
| DIC | 78,8 | 7,5 | 0,36 | 1,600 | 0,58 | 45,41 | 45 | 33 | |
| TOTALE | 753 | 14,7 | | | | | 305 | | |
| MESE | k | It | a | PEm (mm) | ETR (mm) | I (mm) | I/P (%) | Q / mese (m3) | Q / giorno (m3) |
| GEN | 0,81 | 1,35 | | 11,57 | 12 | 14 | 23 | 3428 | 111 |
| FEB | 0,82 | 1,77 | | 15,41 | 15 | 5 | 9 | 1283 | 46 |
| MAR | 1,02 | 2,81 | | 30,53 | 29 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| APR | 1,12 | 4,35 | | 52,01 | 43 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| MAG | 1,26 | 6,43 | | 86,88 | 38 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| GIU | 1,28 | 8,72 | | 119,90 | 38 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| LUG | 1,29 | 10,48 | | 145,47 | 26 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| AGO | 1,2 | 10,55 | | 136,19 | 34 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SET | 1,04 | 8,47 | | 94,59 | 57 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| OTT | 0,95 | 5,65 | | 57,49 | 54 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| NOV | 0,81 | 3,25 | | 28,08 | 28 | 22 | 22 | 5282 | 176 |
| DIC | 0,77 | 1,85 | | 15,08 | 15 | 18 | 23 | 4493 | 145 |
| TOTALE | | 65,69 | 1,53 | 793 | 389 | 59 | 6 | 14.485 | m3/anno |
| LEGENDA | | | | | | | | | |
| P | = precipitazione mensile media | | | P-R | = precipitazione - ruscellamento | | | | |
| T | = temperatura mensile media | | | k | = coefficiente di correzione funzione della latitudine | | | | |
| N | = insolazione media | | | It | = indice termico (mensile e annuale) | | | | |
| Cd | = coefficiente di deflusso | | | a | = coefficiente funzione dell'indice termico | | | | |
| Cm | = coefficiente di correzione | | | PEm | = evapotraspirazione potenziale mensile | | | | |
| Cr | = coefficiente di ruscellamento | | | ETR | = evapotraspirazione reale mensile | | | | |
| Rpot | = ruscellamento potenziale | | | I | = infiltrazione mensile | | | | |
| R | = ruscellamento mensile | | | I/P | = rapporto tra l'infiltrazione e la precipitazione | | | | |
| INFILTRAZIONE METEORICA | | | | = | 59 mm/anno | | | | |
| AREA PERMEABILE | | | | = | 245.000 m2 | | | | |
| INFILTRAZIONE TOTALE ANNUA | | | | = | 14.485 m3/anno | | | | |
| INFILTRAZIONE MEDIA GIORNALIERA | | | | = | 39,69 m3/giorno | | | | |

3.14.2.3.6 Riepilogo dei risultati

Di seguito si riportano i valori corretti, sommando il valore medio di produzione dei lotti di Legoli 1 e Legoli 2, pari a 75 m³/g che risulterà massimo nella Fase 1 ed andrà a diminuire durante l'avanzamento delle varie Fasi, per la progressiva copertura da parte di Legoli 3. Inoltre, a tale valore, viene sommato il volume di percolato prodotto considerando la **presenza di conferimenti con un fronte attivo in cui tutta l'acqua piovana si infila nei rifiuti**. Per calcolare questo valore si considera una pioggia annua di 751 mm e una superficie del lotto di coltivazione di 3000 mq con infiltrazione del 100%, ottenendo un volume di percolato di circa 2.253 mc/anno. Tale volume viene diviso per 365 giorni in modo da ottenere il volume giornaliero pari a circa 6 mc/g. Riteniamo giusto considerare questa media giornaliera in quanto la pioggia che cade all'interno della cella in coltivazione e si infila potrà raggiungere il fondo solamente dopo il tempo di attraversamento dell'ammasso dei rifiuti sottostanti, caratterizzati da permeabilità normalmente medio-bassa.

| Produzione di percolato corretto | | |
|----------------------------------|---------------------|---------------------|
| | Legoli 1 e 2 | Fase 1 |
| | [m ³ /g] | [m ³ /g] |
| GEN | 81 | 100 |
| FEB | 81 | 89 |
| MAR | 0 | 0 |
| APR | 0 | 0 |
| MAG | 0 | 0 |
| GIU | 0 | 0 |
| LUG | 0 | 0 |
| AGO | 0 | 0 |
| SET | 0 | 0 |
| OTT | 0 | 0 |
| NOV | 81 | 111 |
| DIC | 81 | 106 |

Tabella 3.14/7 - Tabella riepilogativa di produzione di percolato corretta per la Fase 1

| Produzione di percolato corretto | | |
|----------------------------------|---------------------|---------------------|
| | Legoli 1 e 2 | Fase 2 |
| | [m ³ /g] | [m ³ /g] |
| GEN | 76 | 103 |
| FEB | 76 | 87 |
| MAR | 0 | 0 |
| APR | 0 | 0 |
| MAG | 0 | 0 |
| GIU | 0 | 0 |
| LUG | 0 | 0 |
| AGO | 0 | 0 |
| SET | 0 | 0 |
| OTT | 0 | 0 |
| NOV | 76 | 119 |
| DIC | 76 | 112 |

Tabella 3.14/8 - Tabella riepilogativa di produzione di percolato corretta per la Fase 2

| Produzione di percolato corretto | | |
|---|---------------------|---------------------|
| | Legoli 1 e 2 | Fase 3 |
| | [m ³ /g] | [m ³ /g] |
| GEN | 62 | 110 |
| FEB | 62 | 82 |
| MAR | 0 | 0 |
| APR | 0 | 0 |
| MAG | 0 | 0 |
| GIU | 0 | 0 |
| LUG | 0 | 0 |
| AGO | 0 | 0 |
| SET | 0 | 0 |
| OTT | 0 | 0 |
| NOV | 62 | 139 |
| DIC | 62 | 125 |

Tabella 3.14/9 - Tabella riepilogativa di produzione di percolato corretta per la Fase 3

| Produzione di percolato corretto | | |
|---|---------------------|---------------------|
| | Legoli 1 e 2 | Fase 4 |
| | [m ³ /g] | [m ³ /g] |
| GEN | 38 | 123 |
| FEB | 38 | 73 |
| MAR | 0 | 0 |
| APR | 0 | 0 |
| MAG | 0 | 0 |
| GIU | 0 | 0 |
| LUG | 0 | 0 |
| AGO | 0 | 0 |
| SET | 0 | 0 |
| OTT | 0 | 0 |
| NOV | 38 | 173 |
| DIC | 38 | 149 |

Tabella 3.14/10 - Tabella riepilogativa di produzione di percolato corretta per la Fase 4

| Produzione di percolato corretto | | |
|---|---------------------|---------------------|
| | Legoli 1 e 2 | Fase 5 |
| | [m ³ /g] | [m ³ /g] |
| GEN | 18 | 128 |
| FEB | 18 | 63 |
| MAR | 0 | 0 |
| APR | 0 | 0 |
| MAG | 0 | 0 |
| GIU | 0 | 0 |
| LUG | 0 | 0 |
| AGO | 0 | 0 |
| SET | 0 | 0 |
| OTT | 0 | 0 |
| NOV | 18 | 194 |
| DIC | 18 | 162 |

Tabella 3.14/11 - Tabella riepilogativa di produzione di percolato corretta per la Fase 5

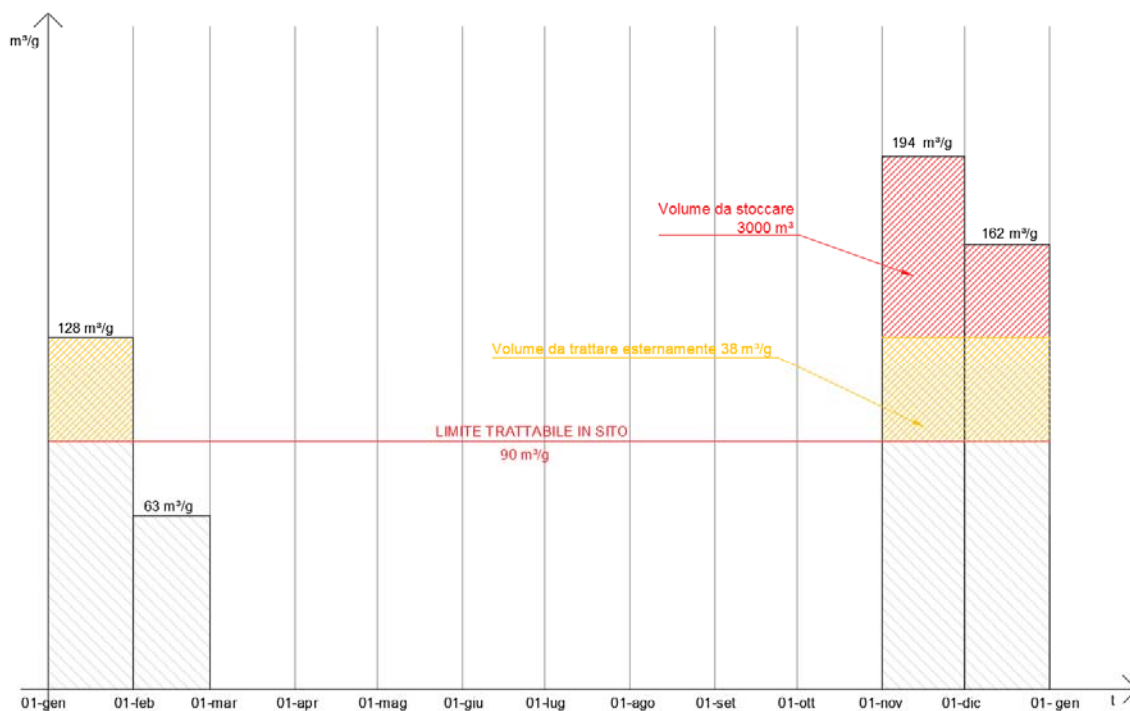


Figura 3.14/1 - Istogramma riepilogativo di produzione di percolato nella Coltivazione di Legoli 3

Dall'analisi dei dati sopra riportati, ed esaminando la Figura 1, si evince che la soluzione migliore per la gestione del sito, considerando che l'impianto di trattamento della discarica è in grado di processare 90 m³/g di percolato, è quella di realizzare un deposito intermedio di percolato costituito da **n. 6 silos** in acciaio INOX aventi ognuno la capacità di **500 m³**, per un **totale di 3.000 m³**. L'eccesso di portata di percolato prodotto (evidenziato in giallo) sarà trattato in un impianto di trattamento terzi, per un volume massimo giornaliero, nel periodo autunnale/invernale, non superiore a 40 m³/g.

3.14.3. VALIDAZIONE DEI DATI DI PRODUZIONE DEL PERCOLATO

Al fine di ottenere una validazione del modello teorico utilizzato per il calcolo del volume di percolato di Legoli 3, lo stesso modello è stato applicato all'impianto attuale di Legoli 1 e Legoli 2, per i quali sono disponibili le produzioni reali di percolato, considerando la produzione di percolato per l'anno 2021 in quanto per tale anno abbiamo una buona conoscenza sia sulla produzione di percolato sia sulle caratteristiche delle superfici delle due discariche.

3.14.3.1. VALIDAZIONE SU LEGOLI 1

Di seguito si riporta il modello di calcolo del percolato impiegato per l'analisi di Legoli 3 applicato alla discarica di Legoli 1 esistente:

Discarica Legoli 1 - VALIDAZIONE DEL MODELLO CALCOLO DELL'INFILTRAZIONE METEORICA NELLA DISCARICA

Bilancio idrico secondo THORNTHWAITE

Legoli 1

| MESE | P (mm) | T (°C) | Cd | Cm | Cr | Rpot (mm) | R (mm) | P-R (mm) | | |
|---------------|--------------|-------------|------|-------------|-------------|--------------|------------|------------------|--------------------|--|
| GEN | 58,3 | 6,1 | 0,45 | 1,600 | 0,72 | 41,98 | 42 | 16 | | |
| FEB | 55,9 | 7,3 | 0,45 | 1,800 | 0,81 | 45,28 | 45 | 11 | | |
| MAR | 61,3 | 9,9 | 0,45 | 1,430 | 0,64 | 39,45 | 39 | 22 | | |
| APR | 64,6 | 13,2 | 0,45 | 0,970 | 0,44 | 28,20 | 28 | 36 | | |
| MAG | 57,1 | 17,1 | 0,45 | 0,890 | 0,40 | 22,87 | 23 | 34 | | |
| GIU | 46,3 | 20,9 | 0,45 | 0,370 | 0,17 | 7,71 | 8 | 39 | | |
| LUG | 28,8 | 23,6 | 0,45 | 0,290 | 0,13 | 3,76 | 4 | 25 | | |
| AGO | 43,1 | 23,7 | 0,45 | 0,290 | 0,13 | 5,62 | 6 | 37 | | |
| SET | 66,2 | 20,5 | 0,45 | 0,460 | 0,21 | 13,70 | 14 | 52 | | |
| OTT | 93,7 | 15,7 | 0,45 | 1,200 | 0,54 | 50,60 | 51 | 43 | | |
| NOV | 97,3 | 10,9 | 0,45 | 1,400 | 0,63 | 61,30 | 61 | 36 | | |
| DIC | 78,4 | 7,5 | 0,45 | 1,600 | 0,72 | 56,45 | 56 | 22 | | |
| TOTALE | 751 | 14,7 | | | | | 377 | | | |
| MESE | k | It | a | PEm (mm) | ETR (mm) | I (mm) | I/P (%) | Q / mese (m3) | Q / giorno (m3) | |
| GEN | 0,81 | 1,35 | | 11,57 | 12 | 5 | 8 | 816 | 26 | |
| FEB | 0,82 | 1,77 | | 15,41 | 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| MAR | 1,02 | 2,81 | | 30,53 | 22 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| APR | 1,12 | 4,35 | | 52,01 | 36 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| MAG | 1,26 | 6,43 | | 86,88 | 34 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| GIU | 1,28 | 8,72 | | 119,90 | 39 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| LUG | 1,29 | 10,48 | | 145,47 | 25 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| AGO | 1,2 | 10,55 | | 136,19 | 37 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| SET | 1,04 | 8,47 | | 94,59 | 52 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| OTT | 0,95 | 5,65 | | 57,49 | 43 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| NOV | 0,81 | 3,25 | | 28,08 | 28 | 8 | 8 | 1361 | 45 | |
| DIC | 0,77 | 1,85 | | 15,08 | 15 | 7 | 9 | 1181 | 38 | |
| TOTALE | 65,69 | 1,53 | | 793 | 355 | 20 | 2 | 3 359 | m3/anno | |

LEGENDA

| | | | |
|------|---------------------------------|-----|--|
| P | = precipitazione mensile media | P-R | = precipitazione - ruscellamento |
| T | = temperatura mensile media | k | = coefficiente di correzione funzione della latitudine |
| N | = insolazione media | It | = indice termico (mensile e annuale) |
| Cd | = coefficiente di deflusso | a | = coefficiente funzione dell'indice termico |
| Cm | = coefficiente di correzione | PEm | = evapotraspirazione potenziale mensile |
| Cr | = coefficiente di ruscellamento | ETR | = evapotraspirazione reale mensile |
| Rpot | = ruscellamento potenziale | I | = infiltrazione mensile |
| R | = ruscellamento mensile | I/P | = rapporto tra l'infiltrazione e la precipitazione |

INFILTRAZIONE METEORICA = 20 mm/anno

AREA PERMEABILE = 171 905 m2

INFILTRAZIONE TOTALE ANNUA = 3 359 m3/anno

INFILTRAZIONE MEDIA GIORNALIERA = 9,20 m3/giorno

I dati di produzione del 2021 forniti da Belvedere Spa relativi a Legoli 1 riportano un valore di 3.127 mc/anno. Il modello riporta una produzione teorica di 3.359 mc/anno. Per questa ragione si può concludere che il modello applicato per la produzione di percolato di Legoli 3 sia adeguato.

3.14.3.2. VALIDAZIONE SU LEGOLI 2

Di seguito si riporta il modello di calcolo del percolato impiegato per l'analisi di Legoli 3 applicato alla discarica di Legoli 2 esistente:

Discarica Legoli 2 - VALIDAZIONE DEL MODELLO CALCOLO DELL'INFILTRAZIONE METEORICA NELLA DISCARICA

Bilancio idrico secondo THORNTHWAITE

Legoli 2

| MESE | P (mm) | T (°C) | Cd | Cm | Cr | Rpot (mm) | R (mm) | P-R (mm) | | |
|---------------|------------|--------------|-------------|-------------|-------------|--------------|------------|------------------|--------------------|---|
| GEN | 58,3 | 6,1 | 0,32 | 1,600 | 0,51 | 29,94 | 30 | 28 | | |
| FEB | 55,9 | 7,3 | 0,32 | 1,800 | 0,58 | 32,30 | 32 | 24 | | |
| MAR | 61,3 | 9,9 | 0,32 | 1,430 | 0,46 | 28,14 | 28 | 33 | | |
| APR | 64,6 | 13,2 | 0,32 | 0,970 | 0,31 | 20,11 | 20 | 44 | | |
| MAG | 57,1 | 17,1 | 0,32 | 0,890 | 0,29 | 16,31 | 16 | 41 | | |
| GIU | 46,3 | 20,9 | 0,32 | 0,370 | 0,12 | 5,50 | 5 | 41 | | |
| LUG | 28,8 | 23,6 | 0,32 | 0,290 | 0,09 | 2,68 | 3 | 26 | | |
| AGO | 43,1 | 23,7 | 0,32 | 0,290 | 0,09 | 4,01 | 4 | 39 | | |
| SET | 66,2 | 20,5 | 0,32 | 0,460 | 0,15 | 9,78 | 10 | 56 | | |
| OTT | 93,7 | 15,7 | 0,32 | 1,200 | 0,39 | 36,09 | 36 | 58 | | |
| NOV | 97,3 | 10,9 | 0,32 | 1,400 | 0,45 | 43,73 | 44 | 54 | | |
| DIC | 78,4 | 7,5 | 0,32 | 1,600 | 0,51 | 40,27 | 40 | 38 | | |
| TOTALE | 751 | 14,7 | | | | | 269 | | | |
| MESE | k | It | a | PEm (mm) | ETR (mm) | I (mm) | I/P (%) | Q / mese (m3) | Q / giorno (m3) | |
| GEN | 0,81 | 1,35 | | 11,57 | 12 | 17 | 29 | 5249 | 93 | |
| FEB | 0,82 | 1,77 | | 15,41 | 15 | 8 | 15 | 2561 | 50 | ✓ |
| MAR | 1,02 | 2,81 | | 30,53 | 31 | 3 | 4 | 823 | 15 | |
| APR | 1,12 | 4,35 | | 52,01 | 44 | 0 | 0 | 0 | 0 | ✓ |
| MAG | 1,26 | 6,43 | | 86,88 | 41 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| GIU | 1,28 | 8,72 | | 119,90 | 41 | 0 | 0 | 0 | 0 | ✓ |
| LUG | 1,29 | 10,48 | | 145,47 | 26 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| AGO | 1,2 | 10,55 | | 136,19 | 39 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| SET | 1,04 | 8,47 | | 94,59 | 56 | 0 | 0 | 0 | 0 | ✓ |
| OTT | 0,95 | 5,65 | | 57,49 | 57 | 0 | 0 | 35 | 1 | |
| NOV | 0,81 | 3,25 | | 28,08 | 28 | 25 | 26 | 7973 | 146 | ✓ |
| DIC | 0,77 | 1,85 | | 15,08 | 15 | 23 | 29 | 7209 | 128 | |
| TOTALE | | 65,69 | 1,53 | 793 | 406 | 76 | 9 | 23 850 | m3/anno | |

LEGENDA

| | | | |
|------|---------------------------------|-----|--|
| P | = precipitazione mensile media | P-R | = precipitazione - ruscellamento |
| T | = temperatura mensile media | k | = coefficiente di correzione funzione della latitudine |
| N | = insolazione media | It | = indice termico (mensile e annuale) |
| Cd | = coefficiente di deflusso | a | = coefficiente funzione dell'indice termico |
| Cm | = coefficiente di correzione | PEm | = evapotraspirazione potenziale mensile |
| Cr | = coefficiente di ruscellamento | ETR | = evapotraspirazione reale mensile |
| Rpot | = ruscellamento potenziale | I | = infiltrazione mensile |
| R | = ruscellamento mensile | I/P | = rapporto tra l'infiltrazione e la precipitazione |

INFILTRAZIONE METEORICA = 76 mm/anno

AREA PERMEABILE = 312 754 m2

INFILTRAZIONE TOTALE ANNUA = 23 850 m3/anno

INFILTRAZIONE MEDIA GIORNALIERA = 65,34 m3/giorno

I dati di produzione del 2021 forniti da Belvedere s.p.a. relativi a Legoli 2 riportano un valore di 21.888 mc/anno. Il modello riporta una produzione teorica di 23.850 mc/anno. Per questa ragione si può concludere che il modello applicato per la produzione di percolato di Legoli 3 sia adeguato.

3.14.4. STIMA DELLA PRODUZIONE DI PERCOLATO NELLA FASE CRITICA INIZIALE

Dal momento del primo conferimento di rifiuti in discarica, le precipitazioni che cadono all'interno del perimetro delimitato dai fossi di guardia per la regimazione delle acque pluviali, devono essere soggette agli stessi trattamenti chimico-fisici del percolato, perché potenzialmente inquinanti. In questa condizione, di durata molto ridotta, la discarica non funziona da bacino di regimazione delle precipitazioni, dato che l'ammasso di rifiuti è molto ridotto, quindi è importante definire una pioggia critica sulla quale verificare che l'impianto non entri in crisi. La pioggia critica sicuramente sarà più gravosa di un valore medio di pioggia. Si è scelto di adottare una pioggia di progetto con $T_p = 24 h$ e un $T_r = 10$ anni pari a 97 mm. Tale valore è stato determinato dall'analisi sui dati pluviometrici utilizzati per la regimazione delle acque.

3.14.4.1. DATI PLUVIOMETRICI

I dati pluviometrici utilizzati sono riferiti al periodo 1966-2003 e rappresentano gli eventi di pioggia critici (in mm) per ciascuna durata, variabile da 10 minuti a 24 ore.

| | 5 min | 10 min | 15 min | 20 min | 30 min | 1 ora | 3 ore | 6 ore | 12 ore | 24 ore |
|------|-------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|--------|--------|
| 1966 | | 11,6 | | | 11,0 | 16,4 | 28,2 | 45,0 | 73,0 | 105,0 |
| 1967 | | 13,8 | | | | 25,0 | 32,4 | 38,2 | 38,2 | 50,2 |
| 1968 | | 20,0 | | | | 31,0 | 34,8 | 34,8 | 34,8 | 34,8 |
| 1969 | | 11,0 | | | | 36,2 | 47,2 | 48,8 | 48,8 | 49,0 |
| 1970 | | | | | 16,0 | 20,0 | 27,2 | 31,4 | 31,4 | 58,6 |
| 1971 | | | | 21,6 | | 24,4 | 25,6 | 35,4 | 41,6 | 43,8 |
| 1972 | | | 13,2 | | | 20,2 | 31,8 | 31,8 | 33,6 | 37,2 |
| 1973 | | | 20,4 | | | 38,8 | 54,2 | 54,2 | 54,2 | 68,2 |
| 1974 | | | | 6,4 | | 10,0 | 13,6 | 21,4 | 28,2 | 39,4 |
| 1975 | | | | 12,4 | | 14,0 | 24,0 | 43,0 | 58,0 | 58,8 |
| 1976 | | | 16,6 | | | 27,6 | 30,0 | 52,4 | 78,0 | 80,8 |
| 1977 | | | 12,8 | | | 20,0 | 28,0 | 33,4 | 42,4 | 53,4 |
| 1978 | | | 14,6 | | | 30,2 | 60,2 | 60,2 | 60,2 | 60,2 |
| 1979 | | | 12,0 | | | 17,6 | 17,6 | 21,0 | 24,2 | 34,8 |
| 1980 | | | 15,2 | | | 25,0 | 37,8 | 40,0 | 49,2 | 53,6 |
| 1981 | | | 11,2 | | | 20,6 | 23,0 | 42,6 | 48,8 | 68,2 |
| 1982 | | 14,6 | | | | 29,8 | 67,8 | 68,2 | 68,4 | 71,6 |
| 1983 | | | 10,0 | | | 13,0 | 23,6 | 31,4 | 52,6 | 64,6 |
| 1984 | | 14,0 | | | | 35,0 | 42,6 | 42,6 | 42,6 | 42,6 |
| 1985 | | | 16,2 | | | 18,2 | 22,0 | 27,8 | 28,2 | 29,2 |
| 1986 | | 11,2 | 12,4 | 13,6 | 16,0 | 21,6 | 23,6 | 24,4 | 32,6 | 41,2 |
| 1987 | | | | | | 6,6 | 11,8 | 18,4 | 30,4 | 50,8 |
| 1988 | | 7,7 | 10,2 | 12,8 | 18,1 | 27,9 | 44,6 | 48,0 | 48,0 | 48,0 |
| 1989 | | 14,0 | 16,6 | 19,2 | 31,9 | 41,6 | 55,6 | 56,2 | 56,6 | 56,6 |
| 1990 | | 6,7 | | 12,3 | 16,7 | 20,0 | 27,4 | 41,8 | 55,8 | 69,8 |
| 1991 | | 8,0 | | 15,7 | 23,4 | 41,4 | 71,8 | 93,7 | 104,4 | 133,6 |
| 1992 | | 6,8 | | 13,4 | 17,6 | 25,4 | 46,8 | 54,4 | 63,0 | 68,8 |
| 1993 | | 18,2 | | 31,2 | 47,2 | 70,8 | 144,6 | 162,4 | 166,6 | 167,2 |

| | | | | | | | | | | |
|------|--|-----|------|-----|------|------|------|------|------|------|
| 1994 | | 6,6 | | 7,8 | 9,8 | 15,2 | 25,4 | 25,4 | 40,6 | 52,2 |
| 1995 | | | | 7,2 | 7,6 | 11,8 | 22,4 | 30,6 | 38,6 | 47,6 |
| 1996 | | 4,6 | 12,8 | | 17,8 | 20,0 | 26,2 | 36,6 | 54,6 | 57,0 |
| 1997 | | | 18,4 | | 22,0 | 28,8 | 50,2 | 54,2 | 54,6 | 77,0 |
| 1998 | | | 11,4 | | 12,6 | 15,2 | 25,6 | 29 | 40,8 | 51,8 |
| 1999 | | | 26,0 | | 36,6 | 44 | 50,2 | 76,4 | 88,8 | 93,8 |
| 2000 | | | 15,4 | | 23,8 | 26,4 | 38,4 | 50,8 | 50,8 | 57,6 |
| 2001 | | | 12,8 | | 22,6 | 28 | 42,2 | 43,2 | 50,4 | 51 |
| 2002 | | | 17,4 | | 19,6 | 33,8 | 33,8 | 33,8 | 35,2 | 48,8 |
| 2003 | | | 16,0 | | 20,1 | 28,1 | 44,2 | 44,2 | 51,5 | 51,5 |

Tabella 3.14/12 - Dati pluviometrici

La curva di possibilità pluviometrica definisce, fissato un certo tempo di ritorno, la relazione tra l'altezza di pioggia e la sua durata. Essa è espressa dalla relazione:

$$h = a \cdot t^n$$

Con h che rappresenta l'altezza di pioggia in mm, t la durata in ore ed a e n sono due costanti da determinare in base ai dati storici sopra riportati.

Si procede nell'analisi utilizzando il Metodo di Gumbel e considerando la differenza numerica tra i dati disponibili per le piogge di durata uguale o superiore all'ora e quelle di durata inferiore sono state fatte elaborazioni distinte per i due gruppi di dati; pertanto otterremo due curve diverse.

Secondo Gumbel la grandezza idrologica x è legata al tempo di ritorno t_r secondo la relazione

$$x(T_r) = N + \frac{1}{\alpha} y$$

Dove:

$$y = -\ln[-\ln(1 - \frac{1}{T_r})]$$

$$N = M - 0.45 \cdot \sigma$$

$$\frac{1}{\alpha} = 0.7797 \cdot \sigma$$

$$M = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (M - x_i)^2}{n - 1}}$$

Elaborando i dati sopra riportati per ciascuna durata di pioggia, i parametri calcolati risultano i seguenti:

Tp 24 ore

| | |
|---------|-------------|
| M | 61,27105 mm |
| sigma | 26,7128 |
| N | 49,25029 |
| 1/alfa | 20,82797 |
| Tr=10 | 10 anni |
| y | 2,250367 |
| h=x(Tr) | 96,12087 mm |

3.14.4.1. STIMA DELLA PORTATA

Dall'elaborato grafico (PAR-EG-051) è stato possibile stimare la superficie sulla quale si considera cadere il quantitativo di pioggia sopra descritto, pari a circa 35.000 m². Il volume di acqua che cade risulta essere pari a 3.395 m³. A tale valore dovrà essere sommato il valore del percolato prodotto dai lotti di discarica Legoli 1 e Legoli 2 per i quali si assumerà una produzione pari a 75 m³/g., per un totale di 3.470 m³. Considerando che l'indicatore posto in basso nel pozzo di captazione interromperà l'alimentazione alla pompa di sollevamento nel caso in cui il livello del percolato si abbassi al di sotto della quota di circa 1,5 m dal fondo, e comunque al di sotto di un livello tale da provocare il danneggiamento della pompa a causa del fenomeno denominato cavitazione, è possibile considerare un piccolo volume di compenso alla base dei pozzi.

| | | | |
|--|--------------|----------------|----------------|
| Tempo di ritorno | Tr | 10 | anni |
| Tempo di pioggia | Tp | 24 | h |
| Altezza di pioggia | h | 97 | mm |
| Superficie | A | 35000 | m ² |
| Volume precipitazioni | Vp | 3395 | m ³ |
| Volume percolato Legoli 1-2 | Vd1-2 | 75 | m ³ |
| Volume percolato tot | Vtot | 3470 | m ³ |
| Spessore drenaggio | htd | 0,5 | m |
| Superficie fondo pozzi | Afp | 250 | m ² |
| Volume ghiaia dreno | Vgd | 125 | m ³ |
| Indice dei vuoti | n | 0,3 | m ³ |
| Volume percolato nel drenaggio | Vpd | 37,5 | m ³ |
| Superficie sopra drenaggio | Asd | 305 | m ² |
| Volume percolato fuori ghiaia | Vfg | 305 | m ³ |
| Volume percolato trattato in sito | Vtin | 90 | m ³ |
| Volume percolato trattato esternamente | Vtout | 40 | m ³ |
| Volume residuo da stoccare | Vstoc | 2.997,5 | m ³ |

Per il calcolo del volume di percolato all'interno dello strato drenante è stata utilizzata la seguente espressione:

$$V_p = S_{fp} \cdot h_{td} \cdot n$$

Dove:

- S_{fp} = superficie fondo pozzi [m²];
- h_{td} = spessore drenaggio [m];
- n = indice dei vuoti;

Dalla precedente tabella si può riscontrare che i silos dimensionati nel capitolo precedente risultano essere dimensionati correttamente anche per sopperire ad una pioggia critica di tale entità, scongiurando una potenziale crisi dell'impianto.

3.14.5. ULTERIORE VERIFICA DEI SILOS

Di seguito, come richiesto dal Settore Autorizzazione Rifiuti, si riporta un'ulteriore verifica per controllare il corretto dimensionamento dei silos.

L'approccio utilizzato è il seguente:

1. Calcolare il percolato prodotto dalla superficie del modulo in coltivazione, con un'infiltrazione pari al 100% delle precipitazioni massime sulle 48h degli ultimi 50 anni per un $T_r=10$ anni;
2. Calcolare il percolato prodotto dalle superfici dotate di copertura, considerandole indifferenti all'evento meteo intenso a causa del ruscellamento, calcolando la produzione di percolato da tali superfici su 48h riferita alla piovosità dell'intero anno (il peggiore degli ultimi 50 anni).

Per il punto 2) sono state considerate solo le superfici dotate di copertura provvisoria in quanto per le superfici dotate di copertura definitiva l'infiltrazione sarà nulla in quanto la superficie risulta impermeabile.

| | | |
|---|---------------------|----------|
| Evento meteo intenso su 48h [X] | mm | 158,2 |
| Piovosità anno [Y] | mm | 2056,6 |
| Superficie lotto in coltivazione [Z] | m ² | 3000 |
| Acque meteo evento intenso [$Q_1=Z*X/1000$] | m ³ | 474,6 |
| Tasso infiltrazione [I_1] | % | 100 |
| Percolato prodotto in 48h [$P_1=Q_1*I_1$] | m ³ /48h | 474,6 |
| | | |
| Superficie in copertura provvisoria [W] | m ² | 245.000 |
| Acqua meteo anno [$Q_2=W*Y/1000$] | m ³ | 503.867 |
| Tasso infiltrazione medio [I_2] | % | 23 |
| Percolato [$V=Q_2*I_2$] | m ³ | 115889,4 |
| Percolato in 48h da coperture [$P_2=V/365$] | m ³ /48h | 635,0 |
| Volume minimo serbatoi di accumulo [$(P_1+P_2)+10\%$] | m ³ /48h | 1220,6 |

Il tasso di infiltrazione medio I_2 è stato assunto pari al massimo calcolato.

Si rileva che il valore calcolato come richiesto dal Settore Autorizzazione Rifiuti (1.220 m³) risulta notevolmente inferiore alla capacità massima dei silos progettati (3.000 m³) in quanto Belvedere Spa ha tenuto conto, nel dimensionamento dei silos, della situazione critica che potrebbe verificarsi nella fase immediatamente successiva all'approntamento del fondo discarica, nella quale tutte le acque meteoriche ricadranno nella vasca di fondo dell'invaso realizzato.

3.14.6. SILOS DI ACCUMULO DEL PERCOLATO E LINEA DI CARICAMENTO

Premesso quanto sopra, a titolo cautelativo sarà realizzato un deposito intermedio di percolato costituito da **n. 6 silos** in acciaio INOX aventi ognuno la capacità di **500 m³**, per un **totale di 3.000 m³**, dai quali sarà prelevato e inviato ad un idoneo impianto di depurazione (in sito oppure ex sito) (vedi **Tavola IMP-EG-030**).

Il deposito intermedio sarà dotato di una pompa di caricamento, che provvederà al conferimento del percolato all'Impianto di Trattamento del Percolato (ITP).

Qualora, in caso di precipitazioni eccezionali, l'ITP non sia in grado di ricevere il refluo, lo stesso sistema provvederà al caricamento su automezzi che provvederanno al suo prelievo per l'invio ad un impianto di depurazione esterno al sito; il piping sarà realizzato per garantire elasticità al sistema e poter gestire al meglio i volumi.

Per tale operazione sarà realizzata un'apposita piattaforma di caricamento adeguatamente protetta dal rischio di sversamenti accidentali (vedi **Tavole IMP-EG-030/040**).

Nei casi di manutenzione straordinaria (programmata o non programmata) dell'impianto di trattamento del percolato o in altra situazione di particolare necessità, il percolato sarà prelevato dai silos ed inviato ad un idoneo impianto di depurazione esterno.

Le condutture di trasporto del percolato saranno alloggiate in canalette ispezionabili adeguatamente protette.

Le pompe verranno fatte funzionare in alternanza tra loro in modo da non sovraccaricare la rete di alimentazione elettrica.

Il sistema, in grado di monitorare i livelli nei pozzi e comandare il pompaggio tramite PC anche da postazione remota presso gli uffici del Responsabile d'Impianto, potrà funzionare sia in automatico che in modalità manuale, comandato direttamente da personale esperto ed addestrato.

Nei silos sarà installato un regolatore che segnalerà il livello di attenzione a circa 0,8 m dal limite superiore degli stessi.

A questo livello il sistema invierà segnalazioni di allarme ai telefoni cellulari del personale incaricato, il quale gestirà la situazione provvedendo ad aumentare la portata di alimentazione all'impianto di depurazione interno od eventualmente, se necessario, intensificando i prelievi di percolato da inviare ad un impianto di depurazione esterno.

Il misuratore di livello nei silos di accumulo del percolato avrà un livello di emergenza con priorità assoluta: quando esso viene raggiunto si bloccano tutte le pompe di sollevamento; ciò al fine di scongiurare il rischio di tracimazione di percolato dai silos.

I silos saranno comunque alloggiati in una vasca di contenimento di volume pari ad almeno 1/3 del volume totale, cioè pari ad almeno 1.000 m³, che risulta anche superiore al volume di un singolo silos.

La vasca, da realizzare in cls armato, sarà impermeabilizzata internamente mediante telo saldato in polietilene ad alta densità (HDPE) dello spessore di 3 mm.

3.14.6.1. GESTIONE DELLA PIAZZOLA DI CARICAMENTO DEL PERCOLATO

La raccolta del percolato sarà realizzata mediante una rete di tubazioni forate poste nello strato di materiale drenante che costituisce il fondo della discarica e che confluirà nei pozzi di raccolta del percolato (vedi **Tavole PAR-EG-030/050**) dai quali il percolato sarà pompato e inviato ai silos di stoccaggio provvisorio, ubicati sul piazzale impianti (vedi **Tavole IMP-EG-010/030**), dai quali sarà prelevato e inviato all'impianto di depurazione in sito (vedi **Tavola IMP-EG-010 ed Elaborati GPP**).

Per lo stoccaggio provvisorio del percolato saranno quindi presenti silos di stoccaggio provvisorio, ubicati sul piazzale impianti, con installata una pompa di caricamento, che provvederà all'invio all'Impianto di Trattamento del Percolato (ITP) presente presso l'Impianto; il trattamento e la depurazione del percolato saranno quindi eseguiti, in condizioni di normale gestione, in sito.

Qualora, in caso di precipitazioni eccezionali, l'ITP non sia in grado di ricevere il refluo, lo stesso sistema provvederà al caricamento su automezzi che provvedono al suo prelievo per l'invio ad un impianto di depurazione esterno al sito.

Per tale operazione sarà realizzata un'apposita piattaforma di caricamento adeguatamente protetta dal rischio di sversamenti accidentali (vedi **Tavola IMP-EG-040**).

La piattaforma di caricamento dedicata alla sosta delle autocisterne atte a caricare il percolato raccolto nei silos avrà forma rettangolare e sarà dotata di una canaletta protetta da una griglia che comunica con un pozzetto di raccolta, realizzati con l'obiettivo di raccogliere eventuali sversamenti nelle operazioni di carico del percolato; una volta che il liquido sversato tramite la canaletta avrà raggiunto il pozzetto, da qui potrà essere reimmesso nei silos attraverso una tubazione mediante apposita pompa di sollevamento.

3.14.7. IMPIANTO DI TRATTAMENTO IN SITO DEL PERCOLATO

L'impianto di trattamento esistente, la cui configurazione è riportata nelle **Tavole GPA**, è stato avviato nel 2000 e Belvedere Spa ha maturato anni di esperienza nella gestione dell'impianto; ciò ha permesso di conoscere in modo approfondito sia le caratteristiche del liquame, sia le specificità ed i limiti della tecnologia impiegata.

La produzione media di percolato attuale, calcolata sugli ultimi 5 anni di produzione, risulta pari a circa 75 m3/g.

| | Produzione percolato (t) | | | | | Totale (t) |
|---------------------|--------------------------|--------|--------|-----------------|--------|------------|
| Anno | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | |
| Mese | | | | | | |
| GEN | 1.949 | 3.512 | 1.718 | 3.102 | 1.670 | |
| FEB | 2.756 | 2.930 | 2.476 | 4.290 | 1.626 | |
| MAR | 2.129 | 2.309 | 1.973 | 6.727 | 1.604 | |
| APR | 1.642 | 3.021 | 1.685 | 1.779 | 2.022 | |
| MAG | 1.376 | 3.736 | 1.539 | 3.559 | 2.202 | |
| GIU | 1.785 | 1.567 | 1.403 | 1.847 | 1.802 | |
| LUG | 1.388 | 1.422 | 1.594 | 1.799 | 1.967 | |
| AGO | 1.938 | 1.190 | 1.591 | 1.429 | 1.770 | |
| SET | 1.551 | 1.920 | 3.741 | 1.756 | 2.685 | |
| OTT | 2.626 | 3.189 | 1.894 | 2.281 | 2.362 | |
| NOV | 2.377 | 2.801 | 2.906 | 2.175 | 3.995 | |
| DIC | 1.348 | 1.662 | 3.289 | 1.766 | 3.856 | 138.004 |
| Totale/anno | 22.865 | 29.259 | 25.809 | 32.510 | 27.561 | |
| Media/giorno | 63 | 80 | 71 | 89 | 76 | |
| | | | | t/giorno | | 76 |

Tabella 3.14/13 – Produzione percolato – Anni 2015-2019

e comunque, analizzando statisticamente i dati disponibili, può essere stimato un picco di produzione, nella configurazione attuale della discarica, pari a circa 95 m3/g nel 2023.

L'impianto di trattamento del percolato esistente risulta in grado, nella sua configurazione attuale, di gestire circa 14.000 m³/anno di percolato, pari a una media di circa 38 m³/g.

| | Percolato Trattato (t) | | | | | Totale (t) |
|---------------------|------------------------|--------|-------|-----------------|--------|------------|
| Anno | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | |
| Mese | | | | | | |
| GEN | 1.354 | 672 | 716 | 1.258 | 939 | |
| FEB | 1.170 | 921 | 937 | 1.094 | 934 | |
| MAR | 1.071 | 1.056 | 878 | 923 | 1.190 | |
| APR | 1.217 | 942 | 356 | 1.164 | 1.021 | |
| MAG | 1.341 | 1.129 | 1 | 1.656 | 1.114 | |
| GIU | 1.167 | 1.063 | 810 | 1.628 | 1.331 | |
| LUG | 1.103 | 1.066 | 1.117 | 1.437 | 1.200 | |
| AGO | 0 | 1.149 | 764 | 1.120 | 1.440 | |
| SET | 0 | 1.042 | 810 | 1.143 | 1.240 | |
| OTT | 1.085 | 1.040 | 856 | 1.003 | 1.221 | |
| NOV | 1.212 | 948 | 895 | 808 | 1.229 | |
| DIC | 1.053 | 1.193 | 725 | 1.082 | 1.047 | 61.081 |
| Totale/anno | 11.773 | 12.221 | 8.865 | 14.316 | 13.906 | |
| Media/giorno | 32 | 33 | 24 | 39 | 38 | |
| | | | | t/giorno | | 33 |

Tabella 3.14/14 –Percolato trattato – Anni 2015-2019

L'eccedenza, pari a circa 40 m³/g nei 5 anni analizzati, è stata inviata per il trattamento presso impianti esterni.

Per quanto concerne la produzione di percolato è lecito attendersi un incremento a seguito della realizzazione dell'intervento in oggetto; infatti, tenendo conto:

- della proiezione dei dati di produzione attuali
- della diversa conformazione planimetrica dell'impianto a seguito dell'intervento in oggetto

è stato stimato un picco di produzione pari a circa 109 m³/g, con un **valore medio giornaliero di circa 87 m³/g**.

Il nuovo impianto di trattamento del percolato avrà una potenzialità oraria di trattamento di circa 3.75 m³/h di percolato, con una potenzialità giornaliera pari a circa **90 m³/g** (per maggiori dettagli vedi elaborato **GPG-RT-010** e relativi allegati).

Nell'ottica del miglioramento continuo previsto dalla certificazione EMAS, è stata data indicazione al progettista, come **obiettivo di qualità**, di prevedere un sistema di trattamento del percolato finalizzato al raggiungimento dei limiti allo scarico sul suolo da parte del refluo depurato.

Comunque, essendo lo scarico con portate inferiori a 100 m³/giorno e l'impianto ubicato ad una distanza inferiore a 1.000 metri dal Rio Melogio, nel rispetto dell'Allegato 5 alla Parte Terza del D.Lgs. 152/2006 **lo scarico NON sarà effettuato sul suolo, ma sarà recapitato in corpo idrico superficiale (Rio Melogio)**.

Gli scarichi di acque reflue dall'impianto di depurazione saranno quindi avviati al **Pozzetto S** e da qui al **Rio Melogio**.

Il monitoraggio della qualità delle acque depurate effluenti dall'impianto di trattamento del percolato si configura come controllo di conformità dello scarico all'autorizzazione a recapitare in **corpo idrico superficiale – Tab. 3** - All.5 alla parte Terza del D.Lgs.152/2006 e smi.

Nell'elaborato PMC-RT-010 sono indicati i parametri che, in base al processo e alla matrice trattata, saranno monitorati.

3.15. SISTEMA DI GESTIONE DEL BIOGAS

Durante la fase di fermentazione anaerobica che si sviluppa in presenza della porzione di rifiuti costituiti da sostanza organica, si produce biogas costituito prevalentemente da metano ed anidride carbonica. Il metano, che possiede un alto PCI, rappresenta una risorsa energetica che per obbligo di legge (D.Lgs 121/2020 – all.1 – punto 2.5) deve essere recuperata.

3.15.1. CONFIGURAZIONE ATTUALE

Nella configurazione attuale (vedi **Elaborati GB**) sono operativi 286 elementi di captazione (pozzi e dreni) a contatto con i rifiuti smaltiti nella discarica e nella fase finale della Legoli 3 si prevede un incremento di tale dotazione fino a 404 elementi di captazione; tutti gli elementi di captazione sono collegati con una rete di trasporto realizzata con tubazioni in HDP.

Si osserva che la rete di captazione è gestita in depressione (depressione massima -0,1 bar) e che quindi non sono possibili "perdite" del sistema. Eventuali discontinuità sono rilevate da analizzatori di processo di ossigeno che monitorano le possibili infiltrazioni anomale di aria.

Tale dotazione sarà simile per tutto il processo futuro di coltivazione e gestione post-mortem.

Nella fase di coltivazione la rete di trasporto sarà appoggiata sulle coperture ed adeguatamente zavorrata. Nella fase successiva alla chiusura finale le linee saranno interrare.

La Centrale di estrazione del biogas ha la funzione di aspirare il biogas e comprimerlo verso le sezioni di trattamento.

Attualmente sono in esercizio 6 aspiratori/compressori di diversa taglia (500 / 800 / 1.200 Nm³/h) che presto verranno affiancati, presso l'impianto ALBE, da due nuovi aspiratori da 700 Nm³/h; gli aspiratori sono dotati di protezioni termostatiche e pressostatiche per prevenire condizioni di surriscaldamento ed anomalia.

3.15.2. CONFIGURAZIONE DI PROGETTO

La rete di captazione in progetto (vedi **Elaborati GB**) avrà caratteristiche innovative rispetto a quanto presente attualmente in discarica, infatti verrà realizzato un collettore principale a doppio anello parzializzabile che garantirà l'aspirazione del biogas dai pozzi attraverso l'installazione di nuove sottostazioni, sia fisse per quelle perimetrali che mobili per quelle da mantenere nelle aree interessate dai conferimenti.

L'aumento della produzione di biogas e l'aumento della complessità del sistema di gestione biogas ha richiesto inoltre la revisione completa del sistema di aspirazione e trattamento con la sostituzione delle soffianti a servizio del biogas profondo, lo spostamento delle attuali a servizio del superficiale, l'installazione di un nuovo gruppo frigo nonché la previsione di un sistema di trattamento ad umido del biogas profondo per la rimozione dei silos sani.

Dal punto di vista del recupero energetico saranno approntati interventi mirati alla massimizzazione del recupero termico ed elettrico. Il recupero elettrico avverrà tramite l'installazione di due gruppi elettrogeni ad alto rendimento mentre il recupero termico,

sfruttato dall'impianto di trattamento dei percolati, avverrà mediante scambiatori sui circuiti di raffreddamento dei motori e sui fumi di scarico. I fumi di scarico dei 2 motori saranno trattati da una coppia di post-combustori adiabatici.

Per quanto attiene la stima della produzione del biogas, la relazione tecnica sul biogas (vedi **GBG_RT_010**) fornisce indicazioni sulla tipologia dei rifiuti smaltibili nel futuro e relative parametrizzazioni con indicazione esplicita della composizione e della produttività del biogas. Inoltre i parametri inseriti nel modello di calcolo (BIO-8) sono stati estesi ad una fascia probabilistica molto più ampia definendo un "best case" (massima produttività biogas) ed un "worst case" (minima produttività biogas) consentendo di compensare imprecisioni e variabilità tipiche di una "previsione merceologica".

I dati di base sono in ogni caso stati assunti su uno studio del CNR e UNIFI, definito VAPORE, basato proprio sulla tipologia di rifiuto (FOS) proveniente dall'impianto TMB Belvedere, oltre che dai rifiuti pregressi che in ogni caso continueranno a produrre biogas nei prossimi anni anche se già depositi.

Inoltre la variabilità della tipologia dei rifiuti conferibili in futuro potrà essere compensabile dalla escursione probabilistica tra i casi Best e Worst Case.

Il nuovo sistema di captazione e adduzione del biogas sarà costituito da:

- pozzi di captazione
- teste di pozzo
- sottostazioni di regolazione
- rete di trasporto
- collettore generale
- unità filtrante del biogas
- unità di aspirazione e compressione del biogas
- strumentazione di comando e controllo
- Impianto di depurazione del biogas

Le teste di pozzo saranno attrezzate con punto di misura e controllo del biogas; apertura per controllo livello piezometrico del percolato; possibilità di apertura totale della flangia di testa per inserire pompa antideflagrante sommergibile per eventuale necessità di pompaggio del percolato. Inoltre un pozzo ogni 4 avrà un diametro maggiorato (De 400 mm) in modo da poterci installare in caso di necessità delle pompe per l'asportazione del percolato.

Nella configurazione di progetto saranno presenti solo 3 aspiratori compressori con portata nominale da 2.000 Nm³/h.

La prevalenza degli aspiratori sarà di 0,15 bar in aspirazione e 0,25 bar in mandata. Ne consegue che tutta la rete in pressione a valle degli aspiratori avrà una pressione non superiore a 0,25 bar.

Tutte le dotazioni di aspirazione e compressione del biogas, compresi gli stadi di separazione delle condense mediante deumidificazione forzata saranno posti all'aperto senza limiti di ventilazione.

I quadri di comando e controllo saranno posti all'interno di una sala di controllo dotata di sistemi di monitoraggio dell'atmosfera (interno quadri ed interno locale) con sistema di ventilazione forzata ed allarme generale. L'interruttore generale (fungo rosso) sarà posto sull'esterno del container comando in posizione ben visibile.

Tutta la rete in pressione, compresi gli impianti intermedi e le utenze di trattamento, saranno realizzati in acciaio inox e posizionate ad una quota elevata (tra 3,5 e 5 m) per consentire l'accesso e favorire le vie di fuga in ogni sezione dell'impianto.

Gli impianti di trattamento del biogas captato saranno di due tipi: combustione adiabatica e recupero energetico.

I gas non recuperati energeticamente saranno destinati a 3 combustori adiabatici ad elevata temperatura ($> 1.000^{\circ}\text{C}$) di taglie differenti al fine di poter gestire tutte le portate prevedibili da 100 a 4.200 Nm³/h.

I combustori avranno portate nominali di 2,4 – 5,8 – 12,0 MWt corrispondenti alle portate di 500 – 1.200 – 2.500 Nm³/h se parametrare al potere calorifico standard del biogas di 4,79 kWh/Nm³.

I combustori saranno conformi alla nuova Norma ISO22580 per le torce alimentate a biogas e pertanto dotati di tutte le dotazioni di sicurezza, compresi i rompifiamma omologati. La combustione sarà completamente interna ai combustori i quali saranno completamente refrattariati al fine da ridurre al minimo l'irraggiamento esterno.

Gli impianti di recupero energetico saranno identificati da 2 gruppi elettrogeni alimentati a biogas. Nel futuro (con previsione non antecedente a 15 anni) si prevede che vengano installati, con una sequenza progressiva in funzione dell'incremento della disponibilità del biogas, ulteriori 2 motori per il recupero cogenerativo dell'energia. I complessivi 4 gruppi saranno identici tra loro.

Ogni gruppo elettrogeno sarà composto da un motore endotermico a ciclo otto a basso numero di giri (1.500 rpm) abbinato ad un generatore elettrico in bassa tensione e ad un trasformatore elevatore.

La potenza elettrica generabile di ogni gruppo sarà di 845 kW con un rendimento elettrico medio del 40% ne consegue una potenza introdotta di circa 2.025 kW corrispondente ad un consumo di biogas (PCI 4,79 kWh/Nm³) di 441 Nm³/h.

Ogni singolo gruppo elettrogeno sarà inoltre in grado di cogenerare 827 kW termici mediante il recupero dell'energia termica dissipata dai radiatori dei fluidi idraulici e da una caldaia di recupero termico dei fumi di scarico. I fumi saranno trattati mediante post-combustione ossidativa.

I gruppi elettrogeni saranno pre-assemblati su modulo in container dotato di tutti i sistemi di sicurezza quali sensori di monitoraggio presenza gas nei vari vani del container e valvole di intercettazione dei flussi di alimentazione poste all'esterno del container.

Il container non prevede un accumulo di gas ma sarà attrezzato con un serbatoio di rabbocco olii di lubrificazione da 300 litri.

All'esterno del modulo sarà previsto un serbatoio di stoccaggio lubrificanti a servizio per due moduli con una capacità di 2.000 litri per gli olii freschi e di altrettanti 2.000 litri per gli olii esausti. I serbatoi saranno montati su una struttura metallica dotata di vasca di contenimento per eventuali perdite.

3.15.3. TRATTAMENTO DEL BIOGAS (IN ESUBERO) NELLA FASE TRANSITORIA

Si rappresenta che attualmente la discarica produce due flussi di biogas, un biogas profondo, di maggiore pregio a causa dell'alto tenore di Metano al suo interno (circa 45-50%) ed un biogas superficiale, con un tenore di metano di circa il 25-30%.

I due flussi, che hanno sistemi di raccolta dal corpo rifiuti differenziati, vengono mantenuti separati ed avviati a trattamenti diversi: il biogas superficiale viene aspirato tal quale, viene sottoposto ad una separazione delle condense attraverso un pozzetto di separazione ed avviato, sulla mandata delle soffianti a termodistruzione in torcia. Il biogas profondo viene

invece aspirato dai pozzi, deumidificato anch'esso in un pozzetto di separazione, deumidificato con un ciclone e filtro a coalescenza, ed avviato a valle delle soffianti ad un trattamento ulteriore di deumidificazione per condensazione, alimentato da due gruppi frigo, ed infine avviato ai motori di cogenerazione.

Le torce installate sono tre: una da 500 Nmc/h, una da 800 Nmc/h ed una da 1200 Nmc/h:

- la torcia da 500 Nmc/h brucia il biogas superficiale proveniente dal lotto esaurito;
- la torcia da 800 Nmc/h brucia il biogas profondo in esubero proveniente dal vecchio modulo (in genere in caso di guasto motore e/o fermo impianto per manutenzione);
- la torcia da 1.200 Nmc/h brucia il biogas profondo in esubero proveniente dal primo e secondo ampliamento.

Per quanto riguarda i motori, sono attualmente presenti, e lo saranno anche nella fase transitoria, quattro motori:

- tre di potenza 625 kW che garantiscono il trattamento di una portata pari a 900-1000 Nm³/hr
- uno di potenza nominale 511 kW che tratta circa 240 Nm³/hr.

Allo stato attuale il biogas captato dalla discarica viene utilizzato come combustibile da fonte rinnovabile per produrre energia elettrica e termica.

Il biogas che non può momentaneamente essere avviato ai motori (ad esempio in caso di manutenzione ordinaria e straordinaria ovvero per fermo impianto), viene avviato alle torce di termocombustione che sono ampiamente sufficienti a trattare tutto il biogas captato.

In fase transitoria, ossia in attesa che vengano avviati i gruppi di cogenerazione di ALBE Srl, le modalità di trattamento e gestione del biogas saranno identiche allo stato attuale.

Infatti **il biogas che verrà ceduto ad ALBE** non rappresenta il biogas di supero che, in caso di insufficienza delle torce potrebbe essere immesso in atmosfera, ma **rappresenta una quota di biogas che sarà detratto dalla produzione di biogas convogliato, attuale e della fase transitoria, che al momento va ai motori esistenti e che sarà successivamente inviato ai motori di ALBE per produrre energia elettrica e termica in auto consumo.**

3.16. IMPIANTO ANTINCENDIO

Le attività presenti nell'impianto di gestione integrata dei rifiuti non rientrano nel campo d'applicazione del D.M. 18/10/2019 e relativi aggiornamenti, che comunque è stato preso a riferimento per i due magazzini, presenti nell'area impianti e per il fabbricato uffici.

Per maggiori dettagli sul nuovo impianto antincendio si rimanda all'elaborato **IAP-RT-010** e relativi allegati.

3.17. IMPIANTO ELETTRICO

Saranno realizzati un nuovo impianto elettrico e un nuovo sistema di supervisione e controllo.

Per maggiori dettagli sul nuovo impianto elettrico si rimanda all'elaborato **IEP-RT-010** e relativi allegati.

3.18. VIABILITA' E AREE SERVIZI

La viabilità di servizio dell'impianto sarà completamente riorganizzata per consentire un agevole flusso dei numerosi mezzi in ingresso, sia per l'accesso alla Discarica e al TMB ma anche per un agevole accesso monitorato ad Albe (vedi **Tavole** da **IEV-EG-010** a **IEV-EG-150**). Per evitare sollevamento di polveri, tutta la nuova viabilità, fino al punto di accesso alla Discarica, sarà pavimentata con conglomerato bituminoso.

Per eseguire i lavori e garantire la gestione dei lotti di coltivazione senza soluzione di continuità sarà necessario **mantenere due aree di accettazione** che verranno utilizzate nel corso della gestione.

3.18.1. ACCETTAZIONE ALTA

Per la coltivazione dei lotti alti verrà utilizzata l'accettazione alta, **già realizzata**, con relativa nuova viabilità ed ingresso dalla strada comunale di Castelfalfi (vedi **Tavole AAA-EG-010/020/030/040/050/060**).

3.18.2. ACCETTAZIONE BASSA – NUOVO CENTRO SERVIZI CENTRALIZZATO

Per coltivare i lotti bassi sarà realizzata una nuova struttura (vedi **Tavole AUS-EG-010/020/030/040/050/060**) nella quale saranno localizzati:

- le nuove pese, con relativa rotatoria di smistamento dei mezzi in ingresso
- l'ufficio accettazione dei mezzi in ingresso
- gli spogliatoi per gli operatori addetti all'impianto
- uffici per i dipendenti e per la direzione tecnica
- sale riunioni

L'edificio da realizzare avrà le funzioni e le caratteristiche di un Centro Servizi Centralizzato e al suo interno troveranno collocazione:

- gli uffici e i servizi per il personale di Belvedere e per quello di Albe; in tal senso, tenuto conto del traffico di mezzi pesanti, per consentire un agevole attraversamento in sicurezza della viabilità di accesso all'impianto sarà realizzata una passerella di collegamento aereo tra l'edificio di Albe e la struttura della Belvedere;
- una centrale di controllo per la supervisione complessiva dell'Impianto di Legoli (discarica, TMB, Albe)
- l'ufficio accettazione di tutti i mezzi in ingresso a tutti gli impianti (discarica, TMB, Albe)

Per quanto attiene i materiali e finiture dei manufatti dell'area uffici, al fine di ridurne l'impatto, essi sono indicati negli elaborati:

- **AUA - AREA UFFICI – SERVIZI – ELABORATI GENERALI**

AUS-RT-010 - Relazione tecnica

AUS-EG-010 - Planimetria generale

AUS-EG-020 - Approntamento area - Paratia di pali

AUS-EG-030 - Piante

AUS-EG-040 - Prospetti

AUS-EG-050 - Sezioni

AUS-EG-060 - Pese - Pianta e sezioni

AUS-EG-070 - Area uffici - Render

- **AUA - AREA UFFICI – SERVIZI – ELABORATI ARCHITETTONICI**

AUA-RT-010 - Relazione generale

AUA-RT-020 - Abbattimento barriere architettoniche

AUA-RT-030 - Relazione acustica

AUA-EG-010 - Inquadramento fotografico

AUA-EG-020 - Inquadramento urbanistico

AUA-EG-030 - Planimetria generale

AUA-EG-040 - Pianta piano terra

AUA-EG-050 - Pianta piano primo

AUA-EG-060 - Pianta piano secondo

AUA-EG-070 - Pianta piano terzo

AUA-EG-080 - Pianta piano quarto

AUA-EG-090 - Pianta piano terra - controsoffitti

AUA-EG-100 - Pianta piano primo - controsoffitti

AUA-EG-110 - Pianta piano Secondo - controsoffitti

AUA-EG-120 - Pianta piano terzo - controsoffitti

AUA-EG-130 - Prospetti 1/2

AUA-EG-140 - Prospetti 2/2

AUA-EG-150 - Sezioni 1/2

AUA-EG-160 - Sezioni 2/2

AUA-EG-170 - Pianta piano terra - accessibilità

AUA-EG-180 - Pianta piano primo - accessibilità

AUA-EG-190 - Pianta piano secondo - accessibilità

AUA-EG-200 - Verifica sup. aeroilluminanti - piano terra

AUA-EG-210 - Verifica sup. aeroilluminanti - piano primo

AUA-EG-220 - Verifica sup. aeroilluminanti - piano secondo

AUA-EG-230 - Dettagli muri e pavimenti

AUA-EG-240 - Abaco infissi

AUA-EG-250 - Smaltimento acque meteoriche e reflue

AUA-EG-260 - Elaborato tecnico di copertura

Per quanto attiene il rivestimento delle strutture in c.a. di sbarramento e contenimento dei versanti, si precisa che dette superfici saranno lasciate libere, come risulta dagli elaborati:

- **PAR-EG-090 - Render sbarramento - Render**
- **AUS-EG-070 - Area uffici - Render**

per i futuri interventi di installazioni artistiche che il Comune di Peccioli vorrà realizzare all'interno dell'impianto, in sintonia con quanto già presente nell'area.

In arrivo, prima del fabbricato, sarà realizzato un parcheggio per gli uffici e la direzione tecnica, per complessivi 15 posti auto; gli addetti potranno accedere alla struttura mediante un ingresso riservato e da qui direttamente ai piani superiori (uffici e sale riunioni). L'accesso alla parte successiva dell'impianto sarà impedito tramite sbarre a chiusura automatica collocate sulla viabilità principale.

Dopo il fabbricato e l'area di pesatura sarà realizzato il parcheggio per i dipendenti (discarica, TMB, Albe), per complessivi 70 posti auto, con accesso posto in posizione tale da non intralciare la zona di pesatura e smistamento dei mezzi

3.18.3. ACQUE REFLUE DOMESTICHE

Per quanto riguarda le acque reflue provenienti dalla palazzina uffici e dai servizi igienici predisposti per gli operatori, esse ricadono all'interno di quanto previsto all'art. 101 comma 7 lettera e) del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i., e rientrano al punto 1, tabella 1 dell'allegato 2 al DPGR 46/r/2008 e s.m.i., e pertanto sono assimilate ad acque reflue domestiche.

Le dimensioni dell'insediamento saranno inferiori ai 200 AE, e pertanto si procederà ad un pretrattamento dei reflui ai sensi del DPGR 46/r/2008 e s.m.i., con trattamento finale del refluo e scarico in acque superficiali.

Nello stesso impianto di trattamento saranno inoltre convogliate le acque di condensa derivanti dagli impianti di condizionamento e/o climatizzazione che, ai sensi dell'Art. 18 del Regolamento 8 settembre 2008, n. 46/R - Regolamento di attuazione della legge regionale 31 maggio 2006, n. 20, sono assimilate ad acque reflue domestiche.

3.19. MESSA IN POSTO DEI RIFIUTI – PIANO DI COLTIVAZIONE

La coltivazione della discarica avverrà procedendo da valle verso monte su lotti di coltivazione delimitati dai gradoni ricavati dalla preparazione del fondo.

Una volta costruito lo sbarramento di valle e completata la preparazione del primo lotto, potrà iniziare la coltivazione; durante la coltivazione inizieranno i lavori di allestimento e costruzione del secondo lotto e così via (vedi **Tavole** da **PDC-EG-010** a **PDC-EG-130**).

La stabilità morfologica dell'insieme rifiuti/terreno e dei singoli strati di coltivazione è stata verificata (vedi elaborato **PDC-AL-010**) e risulta garantita nelle condizioni di progetto.

Si procederà in maniera graduale in modo da riutilizzare al massimo i materiali di scavo all'interno del cantiere; anche la costruzione della rete di raccolta percolato, biogas ed acque pluviali sarà realizzata con il procedere della coltivazione che avverrà secondo le modalità e l'organizzazione attuale:

- scarico dei rifiuti sull'area di coltivazione;
- delimitazione dell'area di coltivazione con arginelli in argilla
- spandimento e pressatura con compattatore meccanico
- copertura giornaliera con compost fuori specifica o terra di scavo
- costruzione o prolungamento dei dreni intermedi
- costruzione di piste provvisorie e canalette provvisorie
- prolungamento e collegamento dei pozzi di captazione del biogas
- sigillature provvisorie e definitive come previste in progetto

Per quanto riguarda il transito di mezzi d'opera deve essere fatta una distinzione tra la fase di cantiere e la fase di gestione, infatti i lavori di approntamento si collocheranno temporalmente durante la fase di coltivazione della attuale discarica; una volta che i lavori di approntamento saranno stati ultimati inizieranno i conferimenti nel primo lotto della discarica in progetto.

3.19.1. COPERTURA FINALE

Raggiunte le quote di colmatazione finale della discarica, sarà eseguita la copertura temporanea, con le modalità precedentemente descritte, che durerà per un periodo di circa 24 mesi.

Successivamente si procederà ad eseguire la copertura definitiva, realizzata come indicato in **Tavola PDC-EG-130** e secondo le modalità operative indicate nell'elaborato **PGO-RT-010**.

La copertura definitiva di progetto è stata integrata con la posa in opera di rivestimento impermeabile superficiale (vedi **Tavola PAR-EG-080-particolare-A**).

Si evidenzia che la realizzazione della copertura finale è stata impostata per **fasi successive di minore entità e durata** per fornire maggiori garanzie in termini di attuabilità delle previsioni progettuali e per il controllo della loro effettiva e corretta esecuzione; in particolare oltre al **ripristino ambientale delle aree della Legoli 2** (la parte di monte, più prossima all'abitato di Legoli, che non sarà interessata da ulteriori conferimenti di rifiuti) che potrà iniziare **a partire dal 2027**, cioè nel corso della gestione del **Piano di coltivazione - Lotto 2 - Sottofase 1**, sono stati programmati interventi intermedi di messa in posto della copertura definitiva e di ripristino ambientale praticamente continui negli anni di gestione, come risulta dall'esame delle tavole **PDC**.

3.19.2. VERIFICHE DI STABILITA'

Sulla morfologia finale di progetto sono state eseguite le necessarie **Verifiche di stabilità globali e locali** (vedi elaborato **PDC-AL-010**) che sono state implementate; in particolare:

- a. comprendono quanto previsto alla lettera f-bis) dell'art. 8 del D.Lgs. 36/2003, riguardo le barriere composite;
- b. la traccia delle sezioni utilizzate nelle verifiche di stabilità è stata riportata in planimetria;
- c. comprendono le verifiche degli assestamenti attesi che si avranno nei corpi di rifiuti sottostanti, anche a seguito della ricarica conseguente la realizzazione dell'ampliamento, al fine di garantire il mantenimento della funzionalità delle opere e dei sistemi realizzati sopra gli stessi.

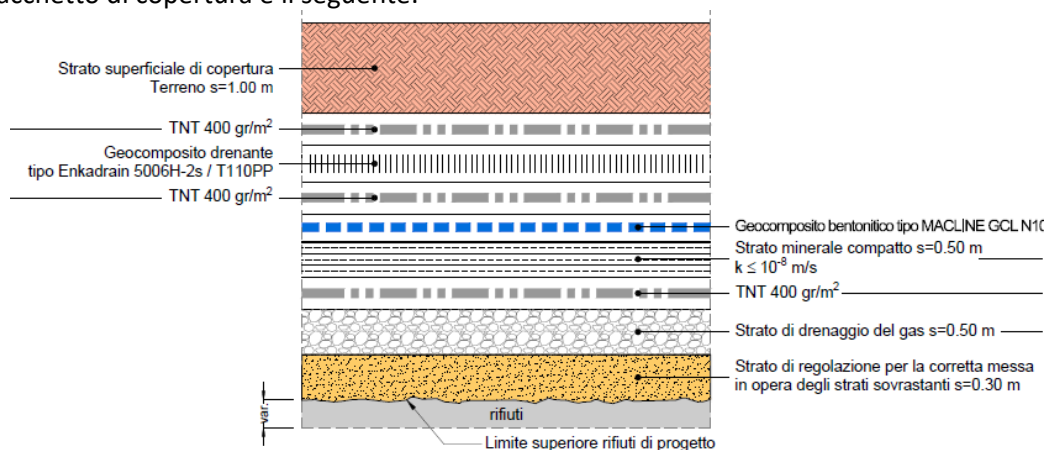
A seguito dei calcoli eseguiti si dichiara che:

- I cedimenti stimati sono compatibili con la barriera e il sistema di drenaggio di Legoli 3;
- La dissipazione dei nuovi carichi nei corpi delle discariche esistenti non provocano cedimenti significativi sui sistemi di impermeabilizzazione e drenaggio di Legoli 1 e 2, tali da comprometterne la funzionalità.

3.19.2.1. VERIFICA DI STABILITA' DEL SISTEMA GEOSINTETICO DI COPERTURA

La natura della verifica riguarda la possibile traslazione del sistema di copertura sintetico/naturale, lungo il piano di posa, per effetto delle azioni applicate.

Il pacchetto di copertura è il seguente:



- Strato 1 Terreno di copertura
- Strato 2 TNT 400
- Strato 3 Geocomposito drenante
- Strato 4 TNT 400
- Strato 5 Geocomposito bentonitico
- Strato 6 Strato minerale compatto
- Strato 7 TNT 400
- Strato 8 Strato drenante

3.19.2.1.1 Risultati di calcolo in combinazione statica

Si utilizza l'approccio 2 combinazione A1+M1+R3.

Di seguito vengono riportati integralmente le tabelle relative a ciascuna dei 3 gruppi di fattori numerici, a seguito estrapolazione dal testo unico NTC 2018, cap. 6 Progettazione geotecnica.

| Tab. 6.2.1 – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni. | | | | | |
|--|-------------|----------------------------------|-----|--------|--------|
| CARICHI | EFFETTO | Coefficienti parziali γ_F | EQU | A1 STR | A2 GEO |
| Carichi Permanenti G_1 | Favorevole | γ_{G1} | 0,9 | 1,0 | 1,0 |
| | Sfavorevole | | 1,1 | 1,3 | 1,0 |
| Permanenti G_2 | Favorevole | γ_{G2} | 0,8 | 0,8 | 0,8 |
| | Sfavorevole | | 1,5 | 1,5 | 1,3 |
| Azioni Variabili Q | Favorevole | γ_{Qi} | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| | Sfavorevole | | 1,5 | 1,5 | 1,3 |

Si precisa che lo strato di terreno posto sopra il sistema geosintetico è stato considerato come un'azione permanente di tipo strutturale, contribuendo in maniera sostanziale al comportamento dell'opera. Pertanto, la sua componente W (forza peso applicata al sistema) è stata in condizioni statiche amplificata del fattore γ_{G1} pari a 1,3 (vedi tabella A1).

Tab. 6.2.II - Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

| PARAMETRO | Grandezza alla quale applicare il coeff. parziale | Coefficienti parziali γ_M | M1 | M2 |
|--|---|----------------------------------|-----|------|
| Tangente dell'angolo di resistenza al taglio | $\tan\phi'_k$ | γ_ϕ | 1,0 | 1,25 |
| Coesione efficace | c'_k | $\gamma_{c'}$ | 1,0 | 1,25 |
| Resistenza non drenata | c_{uk} | γ_{cu} | 1,0 | 1,4 |
| Peso dell'unità di volume | γ | γ_γ | 1,0 | 1,0 |

Tab. 6.5.I - Coefficienti parziali per le resistenze

| Tipo di verifica | coefficienti parziali γ_R | | |
|------------------|----------------------------------|----|-----|
| | R1 | R2 | R3 |
| Scorrimento | 1 | 1 | 1,1 |

Il modello di calcolo assunto per le verifiche di stabilità allo scivolamento del sistema di copertura della sponda è schematizzato nella figura sottostante.

Si tratta di un versante definito di lunghezza L , alla cui base è prevista l'applicazione di una componente stabilizzante P_p dovuta alla spinta passiva del terreno che si genera in corrispondenza del cuneo posto alla base del pendio.

Lo schema concettuale prevede la presenza di uno strato di terreno lungo tutto lo sviluppo del versante (L) per uno spessore t .

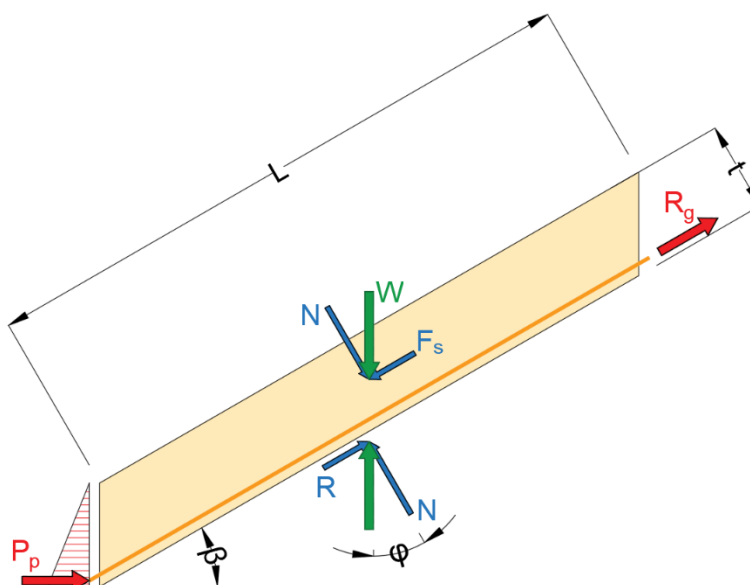


Figura 3.19/1 - Schema di calcolo usato per le verifiche

La componente forza peso del terreno (W) genera due componenti, F_s parallela e N normale al pendio.

Per effetto dell'angolo di attrito all'interfaccia tra terreno e prodotto geosintetico si genererà una componente resistita R .

Nel caso in cui la componente R non fosse in grado di rendere verificata la disequazione di progetto ($E_d \leq R_d$), sarà necessario attivare una componente aggiuntiva R_g , generata dal telo aggrappante, che consentirà il soddisfacimento della relazione analitica.

La verifica viene impostata sulla base dei seguenti step:

- Applicazione dei coefficienti correttivi secondo le NTC 2018;
- Sulla base del modello di calcolo adottato, si valuta inizialmente il valore di R , al fine di verificare se, in base alle condizioni geometriche al contorno della sezione analizzata, si renda necessario ricorrere all'impiego di un geosintetico di rinforzo;

Nel caso in cui la verifica non dovesse rispettare i requisiti minimi imposti dalla normativa, si procede con il calcolo della resistenza a trazione del geosintetico di rinforzo (R_g)

Le forze agenti sul sistema valutate dal modello sono rappresentate dalla componente della forza peso del terreno lungo il pendio.

$$W = \gamma_d \cdot t \cdot L$$

Dove:

- γ peso specifico del terreno caratteristico;
 t spessore dello strato di terreno;
 L lunghezza del pendio;

La componente peso dello strato di terreno gravante sulla barriera composita viene considerata un'azione permanente di tipo strutturale per il sistema, per cui viene opportunamente amplificata del fattore 1,3 (γ_{G1} della tabella delle NTC relativamente ai parametri A1).

La componente parallela al pendio generata dalla forza peso è la seguente:

$$E_d = F_s = W \cdot \sin \beta$$

Dove:

- β inclinazione del pendio

Le forze resistenti R_d sono rappresentate dalla sola componente R sviluppata lungo la superficie di interfaccia ritenuta potenzialmente critica e la spinta passiva al piede P_p .

✓ Nel caso in cui tra i materiali costituenti il pacchetto di copertura, esistesse una coppia il cui angolo di attrito all'interfaccia risultasse inferiore al valore dell'angolo di inclinazione del pendio lungo cui verranno installati, tale interfaccia risulterebbe quella potenzialmente critica e quindi soggetta al potenziale moto traslativo.

✓ In bibliografia sono disponibili prove di taglio diretto eseguite, con pressioni variabili, su superfici di contatto geosintetico-geosintetico e geosintetico-terreno (entrambe per differenti tipologie di materiali) dalle quali si ottengono valori di angolo di attrito all'interfaccia molto variabili.

✓ Una sintesi assai generale dei campi di variazione dei valori di angolo di resistenza al taglio delle interfacce normalmente utilizzati è riportata di seguito (per le resistenze all'interfaccia geosintetico-terreno) ed in Figura 6 (per le resistenze all'interfaccia geosintetico-geosintetico), tratte da "Solid waste containment systems". Proceedings International Conference on Geotechnical & Geological Engineering, Mario Manassero[1], Craig H. Benson[2], Abdelmalek Bouazza (Melbourne, 2000).

| INTERFACCIA | ANGOLO DI RESISTENZA AL TAGLIO $\phi' [^\circ]$ |
|--|--|
| Geomembrana HDPE – Sabbia | 15÷28 |
| Geomembrana HDPE – Argilla | 5÷29 |
| Geotessile – Sabbia | 22÷44 |
| Geocomposito bentonitico - Sabbia | 20÷25 |
| Geocomposito bentonitico - Argilla | 14÷16 |
| Geomembrana HDPE a.m. – Ghiaia sferoidale (Pea gravel) | 20÷25 |
| Geomembrana HDPE a.m. – Sabbia | 30÷45 |
| Geomembrana HDPE a.m. – Argilla compattata | 7÷35 ($c' = 20 \div 30$ kPa) |
| Geotessile - Argilla | 15÷33 |

**Caratteristiche di resistenza al taglio di interfaccia geosintetico-terreno
(Manassero et al., 1996, 2011)**

| INTERFACCIA | ANGOLO DI RESISTENZA AL TAGLIO $\phi' [^\circ]$ |
|--|--|
| Georete – Geomembrana HDPE | 6÷10 |
| Geomembrana HDPE – Geotessile | 8÷18 |
| Geotessile – Georete | 10÷27 |
| Geocomposito bentonitico – Geomembrana HDPE a.m. | 15÷25 |
| Geocomposito bentonitico – Geomembrana HDPE | 8÷16 |
| Geocomposito bentonitico | 7÷35 ($c' = 20 \div 30$ kPa) |
| Georete – Geomembrana HDPE a.m. | 10÷25 |
| Geotessile – Geomembrana HDPE a.m. | 14÷52 |

**Caratteristiche di resistenza al taglio di interfaccia geosintetico-geosintetico
(Manassero et al., 1996, 2011)**

Il valore di δ (angolo di attrito all'interfaccia) viene assunto pari al valore minimo tra i vari angoli di attrito tra le interfacce tra gli strati. Tale valore, poi, viene ridotto attraverso il coefficiente γ_m che viene posto pari a 1.10 per le resistenze (R3):

$$\delta_d = \tan^{-1} \left(\tan \frac{\delta}{\gamma_m} \right)$$

Ottenendo, così R:

$$R = N \cdot \tan \delta_d + P_{p_//}$$

Dove:

N Componente normale di W pari a $W \cdot \cos(\beta)$

$P_{p_//}$ Componente parallela di P_p pari a $P_p \cdot \cos(\beta)$

La spinta passiva al piede P_p è data da:

$$P_p = \frac{\sigma'_h \cdot t}{2 \cdot \cos \beta}$$

Dove

$$\sigma'_h = \sigma'_{v0} \cdot K_p + 2 \cdot c' \cdot \sqrt{K_p}$$

$$K_p = \frac{\cos^2(\varphi + \vartheta)}{\cos^2 \vartheta \cdot \cos(\vartheta - \delta) \cdot \left[1 - \sqrt{\frac{\sin(\delta + \varphi) \cdot \sin(\varphi + \beta)}{\cos(\vartheta - \delta) \cdot \cos(\vartheta - \beta)}} \right]^2} \quad \text{coefficiente di spinta passiva}$$

φ Angolo di attrito

δ Angolo di attrito fra cuneo attivo e passivo

β Angolo di inclinazione del pendio

ϑ Angolo formato dal cuneo passivo con la verticale

A favore di sicurezza il coefficiente di spinta passiva verrà assunto pari al 50%.

Di seguito si riportano i valori dell'angolo di resistenza all'interfaccia utilizzati:

| | | |
|------------------|---------|---|
| δ_{i-1-2} | 24,00 ° | Angolo di resistenza all'interfaccia strato 1-2 - valore caratteristico |
| δ_{i-2-3} | 33,00 ° | Angolo di resistenza all'interfaccia strato 2-3 - valore caratteristico |
| δ_{i-3-4} | 33,00 ° | Angolo di resistenza all'interfaccia strato 3-4 - valore caratteristico |
| δ_{i-4-5} | 20,00 ° | Angolo di resistenza all'interfaccia strato 4-5 - valore caratteristico |
| δ_{i-5-6} | 22,50 ° | Angolo di resistenza all'interfaccia strato 5-6 - valore caratteristico |
| δ_{i-6-7} | 33,00 ° | Angolo di resistenza all'interfaccia strato 6-7 - valore caratteristico |
| δ_{i-7-8} | 33,00 ° | Angolo di resistenza all'interfaccia strato 7-8 - valore caratteristico |
| δ_k | 20,00 ° | Angolo di resistenza all'interfaccia più svantaggiosa - valore caratteristico |
| δ_d | 18,31 ° | Angolo di resistenza all'interfaccia più svantaggiosa - valore di progetto |

Di seguito si riportano i calcoli svolti:

| | | |
|------------------------|-------------------------|--|
| $\varphi_{k_residua}$ | 21,00 ° | Angolo di resistenza al taglio residuo del terreno - valore caratteristico |
| $\varphi_{d_residua}$ | 21,00 ° | Angolo di resistenza al taglio residuo del terreno - valore di progetto |
| $c'_{k_residua}$ | 3,60 kN/m ² | Coesione residua del terreno - valore caratteristico |
| $c'_{d_residua}$ | 3,60 kN/m ² | Coesione residua del terreno - valore di progetto |
| δ | 10,50 ° | Angolo di attrito fra cuneo attivo e passivo assunto, a favore di sicurezza, pari al 50% di ϕ |
| θ | 0 ° | Angolo formato dal cuneo passivo con la verticale |
| β | 20,00 ° | Inclinazione versante |
| γ_a | 19,00 kN/m ³ | Peso terreno di copertura |
| H_a | 6,00 m | Altezza scarpata potenzialmente instabile |
| L | 17,54 m | Lunghezza scarpata potenzialmente instabile |
| h_a | 1,00 m | Spessore terreno copertura (preso ortogonalmente al terreno) |
| W | 433,31 kN/m | Peso totale del cuneo attivo |
| N | 407,18 kN/m | Forza normale al pendio |
| F_s | 148,20 kN/m | Forza parallela al pendio generata dalla forza peso |
| γ_p | 19,00 kN/m ³ | Peso terreno potenzialmente stabile |
| h_p | 1,00 m | Spessore terreno potenzialmente stabile |
| k_p | 5,80 | Coefficiente di spinta passiva |
| $k_{p,m}$ | 2,90 | Coefficiente di spinta passiva mobilitata assunto pari al 50% |
| P_p | 37,73 kN/m | Risultante spinta passiva |
| $P_{p//}$ | 35,45 kN/m | Componente parallela al pendio della spinta passiva |
| R | 170,18 kN/m | Forza resistente |
| FS | 1,15 | >1 OK Fattore di sicurezza |

Si verifica la condizione in cui $E_d \leq R_d$, il rinforzo non è necessario.

3.19.2.1.2 Risultati di calcolo in combinazione sismica

Si utilizza la combinazione A1 unitari+M1+R3, in cui R3 risulta pari a 1.20.

Il modello di calcolo assunto per le verifiche di stabilità allo scivolamento del sistema di copertura della sponda è schematizzato nella figura sottostante. Coincide con il modello precedente con l'aggiunta delle due componenti, orizzontale e verticale, dovute alla sismica.

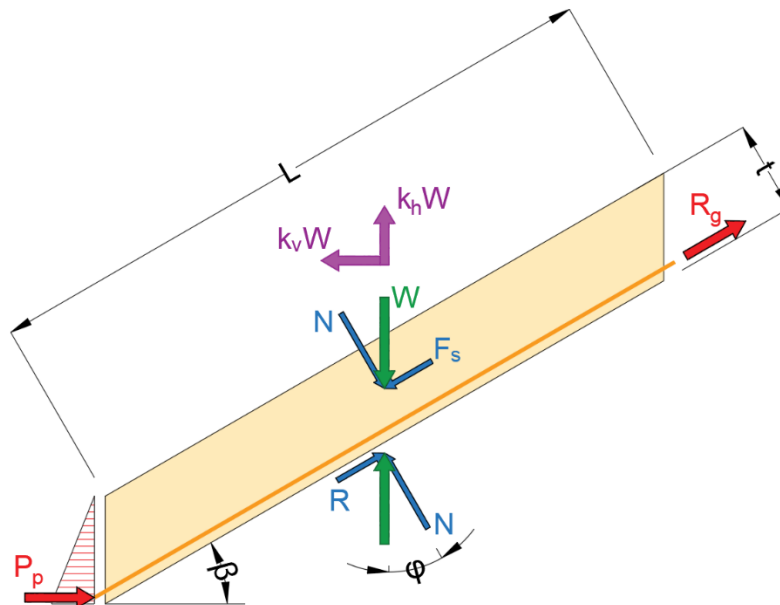


Figura 3.19/2 - Schema di calcolo usato per le verifiche

k_h è il coefficiente di accelerazione sismica orizzontale;

k_v è il coefficiente di accelerazione sismica verticale.

Le forze agenti sul sistema valutate dal modello sono rappresentate dalla componente della forza peso del terreno lungo il pendio.

$$W = \gamma_d \cdot t \cdot L$$

Dove:

γ peso specifico del terreno caratteristico;

t spessore dello strato di terreno;

L lunghezza del pendio;

La componente parallela al pendio generata dalla forza peso è la seguente:

$$E_d = F_s = W \cdot \sin \beta + k_h \cdot W \cdot \cos \beta - k_v \cdot W \cdot \sin \beta$$

Dove:

β inclinazione del pendio

Le forze resistenti R_d sono rappresentate dalla sola componente R sviluppata lungo la superficie di interfaccia ritenuta potenzialmente critica e la spinta passiva al piede P_p .

Il valore di δ (angolo di attrito all'interfaccia) viene assunto pari al valore minimo tra i vari angoli di attrito tra le interfacce tra gli strati. Tale valore, poi, viene ridotto attraverso il coefficiente γ_m che viene posto pari a 1.20 per le resistenze (R_3):

$$\delta_d = \tan^{-1} \left(\tan \frac{\delta}{\gamma_m} \right)$$

Ottenendo, così R :

$$R = N \cdot \tan \delta_d + P_{p_//}$$

Dove:

N Componente normale di W pari a $W \cdot \cos(\beta)$

$P_{p_//}$ Componente parallela di P_p pari a $P_p \cdot \cos(\beta)$

La spinta pasiva al piede P_p è data da:

$$P_p = \frac{\sigma'_h \cdot t}{2 \cdot \cos \beta}$$

Dove

$$\sigma'_h = \sigma'_{v0} \cdot K_{pe} + 2 \cdot c' \cdot \sqrt{K_{pe}}$$

$$K_{pe} = \frac{\cos^2(\varphi + \vartheta - \psi)}{\cos \psi \cdot \cos^2 \vartheta \cdot \cos(\vartheta - \delta + \psi) \cdot \left[1 - \sqrt{\frac{\sin(\delta + \varphi) \cdot \sin(\varphi + \beta - \psi)}{\cos(\vartheta - \delta + \psi) \cdot \cos(\vartheta - \beta)}} \right]^2} \quad \text{coefficiente di spinta passiva}$$

φ Angolo di attrito

δ Angolo di attrito fra cuneo attivo e passivo

β Angolo di inclinazione del pendio

ϑ Angolo formato dal cuneo passivo con la verticale

$\psi = \tan^{-1}[k_h/(1 + k_v)]$ angolo sismico

A favore di sicurezza il coefficiente di spinta passiva verrà assunto pari al 50%.

Di seguito si riportano i valori dell'angolo di resistenza all'interfaccia utilizzati:

| | | |
|-------------------|---------|---|
| δ_{i_1-2} | 24,00 ° | Angolo di resistenza all'interfaccia strato 1-2 - valore caratteristico |
| δ_{i_2-3} | 33,00 ° | Angolo di resistenza all'interfaccia strato 2-3 - valore caratteristico |
| δ_{i_3-4} | 33,00 ° | Angolo di resistenza all'interfaccia strato 3-4 - valore caratteristico |
| δ_{i_4-5} | 20,00 ° | Angolo di resistenza all'interfaccia strato 4-5 - valore caratteristico |
| δ_{i_5-6} | 22,50 ° | Angolo di resistenza all'interfaccia strato 5-6 - valore caratteristico |
| δ_{i_6-7} | 33,00 ° | Angolo di resistenza all'interfaccia strato 6-7 - valore caratteristico |
| δ_{i_7-8} | 33,00 ° | Angolo di resistenza all'interfaccia strato 7-8 - valore caratteristico |
| δ_k | 20,00 ° | Angolo di resistenza all'interfaccia più svantaggiosa - valore caratteristico |
| δ_d | 16,87 ° | Angolo di resistenza all'interfaccia più svantaggiosa - valore di progetto |

Di seguito si riportano i calcoli svolti:

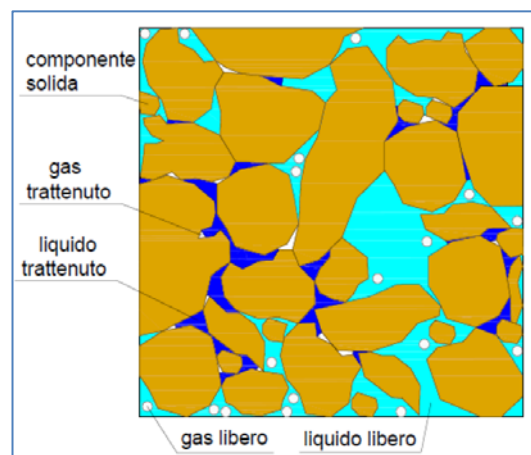
| | | |
|------------------------|-------------------------|---|
| $\varphi_{k_residua}$ | 21,00 ° | Angolo di resistenza al taglio residuo del terreno - valore caratteristico |
| $\varphi_{d_residua}$ | 21,00 ° | Angolo di resistenza al taglio residuo del terreno - valore di progetto |
| $c'_{k_residua}$ | 3,60 kN/m ² | Coesione residua del terreno - valore caratteristico |
| $c'_{d_residua}$ | 3,60 kN/m ² | Coesione residua del terreno - valore di progetto |
| δ | 14,00 ° | Angolo di attrito fra cuneo attivo e passivo assunto, a favore di sicurezza, pari a 2/3 di ϕ |
| θ | 0 ° | Angolo formato dal cuneo passivo con la verticale |
| β | 20,00 ° | Inclinazione versante |
| k_h | 0,05 | Coefficiente sismico orizzontale |
| k_v | 0,02 | Coefficiente sismico verticale |
| ψ | 0,05 | Angolo sismico |
| γ_a | 19,00 kN/m ³ | Peso terreno di copertura |
| H_a | 6,00 m | Altezza scarpata potenzialmente instabile |
| L | 17,54 m | Lunghezza scarpata potenzialmente instabile |

| | | | |
|-------------|--------|-------------------|---|
| h_a | 1,00 | m | Spessore terreno copertura (preso ortogonalmente al terreno) |
| C_a | - | kN/m ³ | Adesione tra terreno del cuneo attivo e la geomembrana |
| W | 333,31 | kN/m | Peso totale del cuneo attivo |
| $k_h W$ | 16,33 | kN/m | |
| $k_v W$ | 8,17 | kN/m | |
| N | 299,95 | kN/m | Forza normale al pendio |
| F_s | 126,55 | kN/m | Forza parallela al pendio generata dalla forza peso |
| γ_p | 19,00 | kN/m ³ | Peso terreno potenzialmente stabile |
| h_p | 1,00 | m | Spessore terreno potenzialmente stabile |
| k_{pe} | 6,37 | | Coefficiente di spinta passiva |
| $k_{pe,m}$ | 3,19 | | Coefficiente di spinta passiva mobilitata assunto pari al 50% |
| P_p | 41,12 | kN/m | Risultante spinta passiva |
| $P_{p, //}$ | 38,64 | kN/m | Componente parallela al pendio della spinta passiva |
| R | 129,62 | kN/m | Forza resistente |
| FS | 1,02 | >1 OK | Fattore di sicurezza |

Si verifica la condizione in cui $Ed \leq Rd$, il rinforzo non è necessario.

3.19.2.2. PARAMETRI GEOTECNICI DEI RIFIUTI

Il rifiuto è un mezzo poroso polifasico costituito da una fase solida, liquida e gassosa, in proporzioni variabili. La fase solida può essere separata schematicamente in tre componenti: materia inerte, materia deformabile e materia decomponibile. La fase liquida è composta dai residui liquidi provenienti dalla decomposizione dei rifiuti organici e dall'acqua di percolazione proveniente dalle precipitazioni. La fase gassosa è composta d'aria e di gas essenzialmente organico o azotato, prodotto dalla decomposizione della sostanza organica. Il comportamento complessivo del rifiuto dipende dal comportamento di ciascuna delle sue componenti, ma anche dalle loro interazioni. Costituito da materia organica che, nelle condizioni di stoccaggio, è portata a degradarsi, il rifiuto si distingue dai suoli convenzionali studiati in geotecnica a causa del suo carattere evolutivo nel tempo.



Rappresentazione della struttura del mezzo poroso di rifiuto

Il materiale "rifiuto" è stato caratterizzato come di seguito:

Peso specifico secco a lungo termine
Peso specifico secco a breve termine

$$\gamma_k = 12,00 \text{ kN/m}^3$$

$$\gamma_k = 8,00 \text{ kN/m}^3$$

Angolo di attrito efficace
Coesione efficace

$$\Phi_k = 30^\circ$$
$$c'_k = 5,00 \text{ kN/m}^2$$

È possibile considerare i seguenti fattori nella stima dell'unità di peso del rifiuto (Fassett et al., 1994):

- la composizione, compresa la presenza di copertura giornaliera: più il rifiuto è ricco in metalli o inerti, o più spesso è lo strato di copertura giornaliero, allora più il peso del cumulo di rifiuti è elevato;
- lo spessore degli strati;
- il metodo ed il grado di compattazione;
- il contenuto d'acqua del rifiuto;
- il grado di decomposizione biologica dei solidi organici;
- la profondità in cui la densità è calcolata: più la posizione del rifiuto è lontana dalla superficie, più questo risulta sovraccaricato, a causa degli sforzi verticali indotti;
- l'età del rifiuto: più il rifiuto è stagionato, più ha subito un aumento della densità nel tempo, poiché le particelle di sostanza organica sono state quasi tutte degradate e sono rimasti solamente i materiali più pesanti.

È possibile affermare che, all'inizio, la densità dipende strettamente dalla composizione del rifiuto, dalla copertura giornaliera e dal grado di compattazione; successivamente, per un rifiuto stagionato, la densità dipende soprattutto dalla profondità, dal grado di degradazione e dalle condizioni climatiche.

L'unità di peso è utilizzata, in fase di progetto, per determinare gli sforzi verticali ed orizzontali, che si generano in determinate profondità della discarica. Questo parametro è abbastanza anisotropo, e può variare significativamente anche a brevi distanze dal punto considerato. Tuttavia, valori medi di unità di peso possono essere ipotizzati, in maniera accettabile, in fase di progetto, per determinare, ad esempio, gli sforzi verticali agenti sulle geomembrane di fondo. Questo parametro può essere considerato sottoforma di densità o di peso di volume, nello specifico:

- densità (t/m³) o di peso di volume secco (kN/m³), se non vi è acqua all'interno del rifiuto;
- densità (t/m³) o di peso di volume solido (kN/m³), se si ha un certo valore del contenuto d'acqua;
- densità (t/m³) o di peso di volume umido (kN/m³), se l'acqua riempie i vuoti del mezzo poroso.

Il peso di volume secco γ_d ha importanza, di solito, quando si considerano dei campioni prelevati in un quadro di bilancio di massa prima e dopo la degradazione.

Il peso di volume solido γ_s è nettamente più utilizzato: viene quasi sempre calcolato tale valore durante le fasi di riempimento di un settore di discarica.

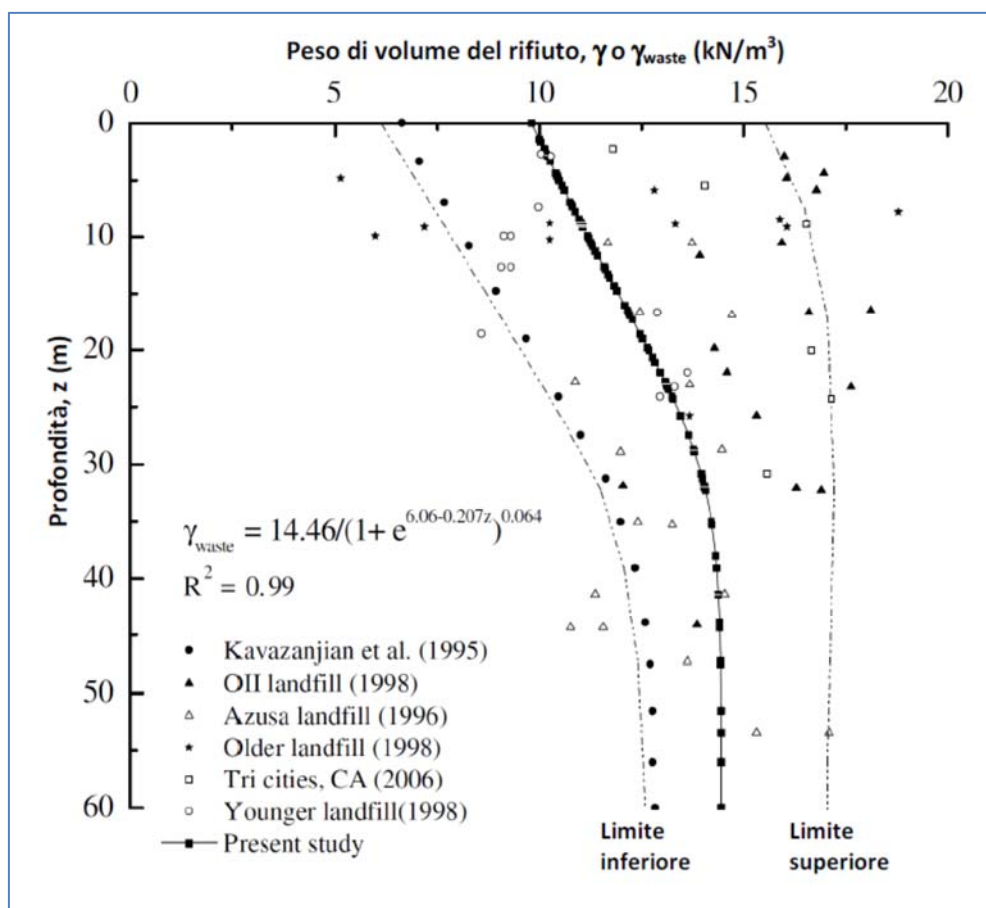
Il peso di volume umido γ_h , che include, a differenza del peso di volume solido, le precipitazioni infiltrate e l'acqua eventualmente iniettata nel rifiuto (per esempio derivante dal ricircolo del percolato), è ricavato da misure dirette (test in situ o carotaggi) o indirette. Il suo valore fluttua, generalmente, tra i seguenti intervalli (Olivier, 2003):

- per un rifiuto non compattato (immediatamente dopo deposito in situ): da 2 a 6 kN/m³;
- per un rifiuto fresco compattato (non sovraccaricato): da 6 a 9 kN/m³;
- per un rifiuto mediamente sovraccaricato: da 8 a 10 kN/m³;
- per un rifiuto fortemente sovraccaricato: da 9 a 13 kN/m³.

| Autore | Valori dell'unità di peso umida (kN/m ³) | Commenti |
|-----------------------|---|------------------------------------|
| Oweis e Khera, 1990 | 4,9 – 11,0 | RSU <i>in situ</i> |
| Arigala et al., 1995 | 8,0 | RSU <i>in situ</i> |
| Beaven e Powrie, 1995 | 3,2 – 7,5 | RSU fresco |
| Zornberg et al., 1999 | 10,0 – 15,0 | RSU <i>in situ</i> (8 e 50 m) |
| Gourc et al., 2001 | 7,0 | RSU <i>in situ</i> (in superficie) |
| Olivier, 2003 | 6,0 – 13,0 | RSU <i>in situ</i> |
| Jain et al., 2005 | 7,0 | RSU <i>in situ</i> (22 m) |
| Wang et al., 2006 | 6,8 – 7,3 | RSU fresco e compattato |
| Jun et al., 2007 | 11,0 | RSU fresco e compattato |
| Olivier e Gourc, 2007 | 10,3 | RSU fresco |
| Zhan et al., 2008 | 3,0 – 12,0 | RSU <i>in situ</i> |

Tipici valori di peso di volume umido per RSU freschi o per RSU stagionati in situ

L'unità di peso del rifiuto varia con lo sforzo effettivo, che è funzione della profondità. La figura seguente mostra la variazione dell'unità di peso in funzione della profondità, e presenta un'espressione per la determinazione empirica del peso di volume del rifiuto, in funzione di tale parametro (Choudhury e Savoikar, 2008).



Variazione dell'unità di peso in funzione della profondità (Choudhury e Savoikar, 2008)

Per la determinazione della resistenza a taglio in un cumulo di rifiuti, viene solitamente applicato il criterio di rottura di Coulomb, come avviene per i suoli in meccanica delle terre. Il criterio di Coulomb permette di considerare le variazioni della resistenza a taglio di un materiale come conseguenza alle variazioni nello sforzo verticale applicato. Le particelle di rifiuto, essendo compressibili, caratterizzano l'intero cumulo con un comportamento elasto-plastico, che può variare nel tempo a causa della degradazione.

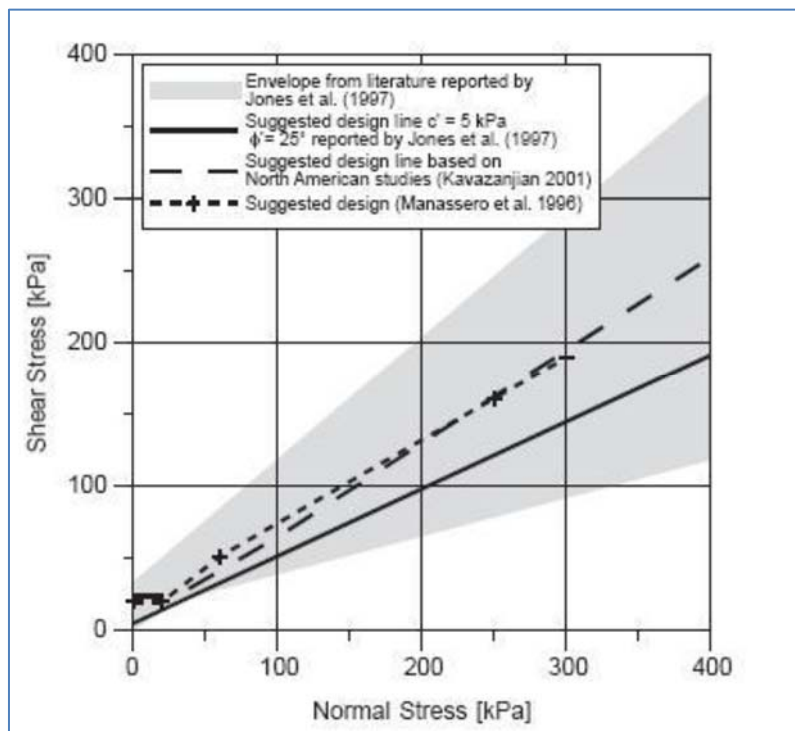
La conoscenza della resistenza a taglio permette di definire sia il piano di rottura del materiale sia i parametri intrinseci ad essa correlati, come l'angolo d'attrito (ϕ') e la coesione (c'). Nei grafici usualmente adoperati in meccanica delle terre, correlanti gli sforzi applicati alla tensione tangenziale, l'angolo di attrito determina la pendenza della curva di rottura, mentre la coesione l'intersezione con l'asse delle coordinate. In letteratura sono presenti valori di c' e di ϕ' per i rifiuti, ricavati tramite prove realizzate in laboratorio o in sito, e solitamente caratterizzati da una grande incertezza e variabilità.

Nell'ambito della meccanica delle terre, anche la resistenza a taglio degli RSU è spesso interpretata in termini dell'involuppo di rottura di Mohr-Coulomb. Tuttavia, a causa della sua eterogeneità e degli effetti di interlocking, confinamento e compressione, una completa caratterizzazione del rifiuto usando solamente i parametri di Mohr-Coulomb è impossibile (Van Impe e Squeglia, 1997).

Manassero et al. (1996) hanno definito i valori dei parametri c' e ϕ' , tramite la suddivisione, nel grafico $\sigma'_v - \tau$, in tre zone diverse:

- zona A: il rifiuto è descritto come puramente coesivo ($0 < \sigma'_v < 20$ kPa e $c' = 20$ kPa);
- zona B: corrisponde ad una zona di sforzo medio ($20 < \sigma'_v < 60$ kPa, $c' = 0$ kPa e $\phi' = 38^\circ$);
- zona C: corrisponde ad una zona di grande sforzo ($\sigma'_v > 60$ kPa, $c' > 20$ kPa e $\phi' = 30^\circ$).

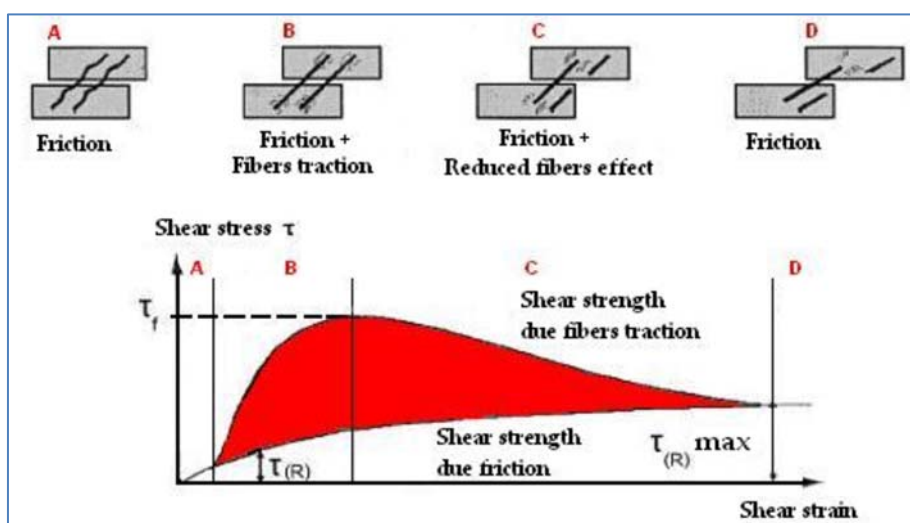
Queste tre zone così definite possono variare a seconda delle caratteristiche specifiche del sito e delle condizioni del rifiuto.



Resistenza a taglio dei rifiuti solidi urbani secondo Manassero et al. (1996)

La maggior parte dei suoli, i cui campioni sono stati sottoposti a prove triassiali, raggiunge il picco di resistenza a taglio per deformazioni vicine al 5%, mentre nei rifiuti solidi urbani la resistenza aumenta fino a deformazioni dell'ordine del 40%–50%. Questa differenza di comportamento si spiega solitamente con la presenza di materiale fibroso (plastiche, carta, cartoni, tessili), che non è possibile riscontrare, invece, per i suoli.

Il comportamento del cumulo di rifiuti alla resistenza a taglio può, dunque, essere assimilato a quello di un terreno rinforzato, dove le componenti fibrose forniscono questa resistenza; l'effetto di rinforzo delle fibre è considerato dipendente dall'entità dello sforzo verticale applicato. L'andamento della resistenza a taglio mobilitata viene solitamente riportato in letteratura. All'inizio del processo di resistenza, le fibre hanno un'influenza trascurabile nel corpo dei rifiuti; successivamente, al trascorrere del tempo, diventano sempre più determinanti nel garantire maggiore resistenza.



Effetto di rinforzo degli elementi fibrosi (adattata da Machado et al., 2008)

I metodi usati nella determinazione della resistenza a taglio, generalmente, possono essere costosi o difficili da eseguire, data la complessità a relazionare questi parametri con il materiale di rifiuto che, per sua natura, è eterogeneo. Nella maggior parte dei casi, i parametri di rottura possono essere ottenuti a partire da:

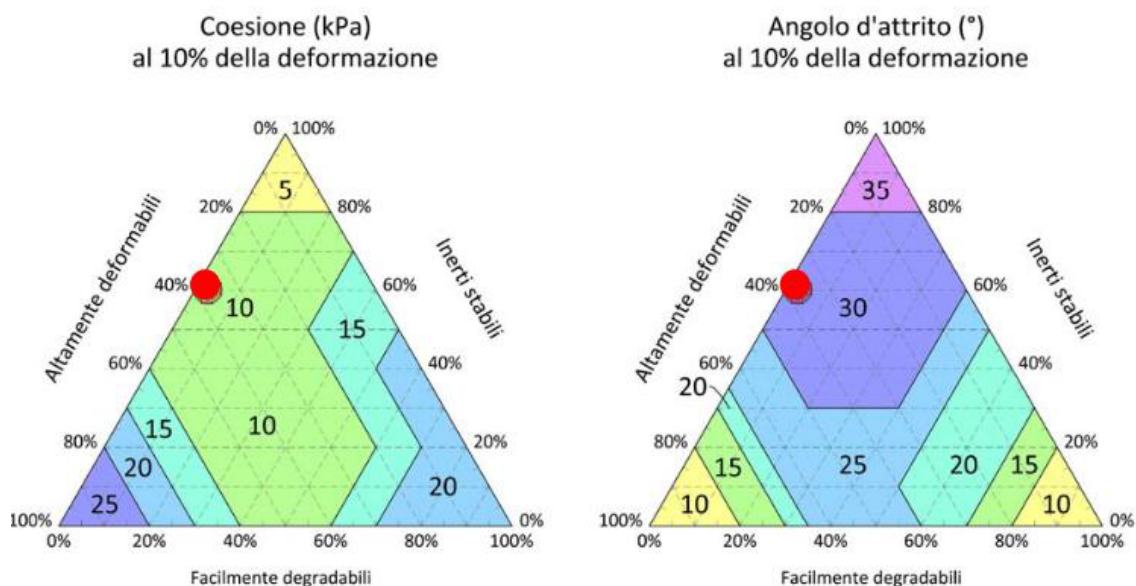
- test di laboratorio (apparecchio a taglio diretto, apparecchio triassiale);
- test in situ (prove di rottura, prove penetrometriche statiche, prove in trincea);
- retro-analisi (a partire da fenomeni di rottura osservati su larga scala);
- modellazione su scala ridotta (prove su profili ricostruiti in laboratorio).

La maggior parte degli studi realizzati sulla resistenza a taglio è stata condotta su degli apparecchi di rottura a taglio e tramite retro-analisi. La letteratura fornisce dei valori di c' e di ϕ' per i rifiuti, secondo delle prove fatte in laboratorio o in situ, dimostrando una grande incertezza e variabilità di valori.

Di seguito si riporta un esempio di valori dei parametri di resistenza a taglio presi in letteratura.

| Referenze | Parametri di resistenza a taglio | | Metodo | Commenti |
|---------------------------|----------------------------------|-------------|--------------------|---|
| | c' (kPa) | ϕ' (°) | | |
| Landva e Clark, 1986 | 19 | 42 | Taglio diretto | Rifiuto vecchio |
| | 16 | 38 | Taglio diretto | Rifiuto vecchio |
| | 16 | 33 | Taglio diretto | Rifiuto vecchio |
| | 23 | 24 | Taglio diretto | Rifiuto triturato fresco |
| | 10 | 33,6 | Taglio diretto | Scarti di legno e miscele di rifiuto |
| Cowland et al., 1993 | 10 | 25 | Retro-analisi | Trincea profonda scavata tra i rifiuti. Suggesto dagli autori |
| Del Greco e Oggieri, 1993 | 15,7 | 21 | Taglio diretto | Test su rifiuti imballati. Balle di rifiuti a bassa densità |
| | 23,5 | 22 | Taglio diretto | Test su rifiuti imballati. Balle di rifiuti a densità più elevata |
| Golder Associates, 1993 | 0 | 41 | Taglio diretto | Progetto di test specifici |
| Jessberger, 1994 | 7 | 38 | Non dichiarato | Riporta Gay e Kaiser (1981) |
| | 10 | 15 | Retro-analisi | Riporta Spillmann (1980) |
| | 10 | 17 | Retro-analisi | Riporta Spillmann (1980) |
| | 0 | 30 | Stimato | Da osservazioni dirette |
| | 7 | 42 | Taglio semplice | Riporta Gay e Kaiser (1981). Rifiuto MSW vecchio di 9 mesi. |
| | 28 | 26,5 | Taglio semplice | Rifiuto MSW fresco. Riporta Gay e Kaiser (1981) |
| Fasset et al., 1994 | 10 | 23 | Valore consigliato | Suggesto dagli autori |
| Kölsch, 1995 | 15 | 15 | Valore consigliato | Suggesto dagli autori |
| | 18 | 22 | Valore consigliato | Suggesto dagli autori |
| Gabr e Valero, 1995 | 17 | 34 | test CU | RSU degradato di 15-30 anni |
| Caceido et al., 2002 | 14 | 45 | test CD | Rifiuto non triturato, vecchio di 1 anno |
| Vilar e Carvalho, 2004 | 20 | 22 | test CD | RSU degradato di 15 anni |
| Reddy et al., 2009b | 38 | 16 | test CU | RSU fresco triturato |
| Bray et al., 2009 | 15 | 36 | Taglio diretto | Valori medi suggeriti dagli autori |
| Reddy et al., 2011 | 18 | 11 | test CU | Rifiuto fresco |
| Manassero et al., 2011 | - | 39 | Test triassiale | Valori medi suggeriti dagli autori |

A titolo di esempio, nella figura seguente si riporta una carta di resistenza costruita a partire da una serie di prove triassiali su campioni di grande diametro per una discarica di Pontedera (PI), che consente la determinazione dei valori di resistenza in termini di coesione efficace e angolo di resistenza al taglio al 10% di deformazione.



In questo caso si osserva che la coesione efficace varia da un minimo di 5 kPa ad un massimo di 25 kPa in funzione della composizione del rifiuto.

Pertanto, sulla base dei numerosi dati di letteratura, le verifiche di stabilità sono state eseguite adottando cautelativamente i seguenti parametri caratteristici e considerando un valore minimo della coesione efficace pari a 5 kPa.

Tale valore, ancorché cautelativamente modesto, è giustificato sia per i rifiuti appena abbancati dopo triturazione, a causa della notevole eterogeneità dei materiali che determina fenomeni di interconnessione, sia per i rifiuti antichi dopo che hanno subito un addensamento e una trasformazione fisico chimica della componente organica.

3.19.3. VERIFICHE DEGLI ASSESTAMENTI

3.19.3.1. COMPRESSIBILITA' DEI RIFIUTI SOLIDI

I rifiuti sono un mezzo multifase, composto da tre fasi distinte: solido, liquido e gas. La frazione solida può essere schematicamente differenziata in (Grisolia et al, 1995):

- inerti stabili: comprendono ceramiche, vetri, metalli, terre e simili;
- altamente deformabili: gomma, plastica, tessuti e carta;
- biodegradabili: rifiuti organici, vegetali e legno.

I meccanismi che determinano lo sviluppo della deformazione in un ammasso di un RSU sono stati discussi da vari autori e possono essere sintetizzati in (Favaretti et al, 1998):

- meccanico: distorsione, flessione e riorientazione delle particelle, meccanismo simile alla consolidazione delle terre organiche;
- erosione e trasporto: migrazione degli elementi più piccoli all'interno dei vuoti presenti nei materiali di dimensioni maggiori;
- variazioni fisico-chimiche: corrosione, ossidazione e combustione;
- decadimento biochimico: fermentazione e decomposizione, in condizioni sia aerobiche che anaerobiche;

- interazione: il metano prodotto dalla decomposizione può favorire la combustione, accendendosi spontaneamente grazie al calore prodotto dalla biodegradazione; gli acidi organici possono favorire la corrosione; i cambiamenti di volume dovuti al primo meccanismo possono favorire il secondo.

I rifiuti solidi urbani sono caratterizzati da un'elevata deformabilità, che presenta molte analogie con quella delle terre organiche (torbe), e dipende da molti fattori indipendenti fra loro pur influenzandosi l'un l'altro, come schematicamente riportato nella sottostante. Questi fattori determinano il comportamento complessivo dei RSU.

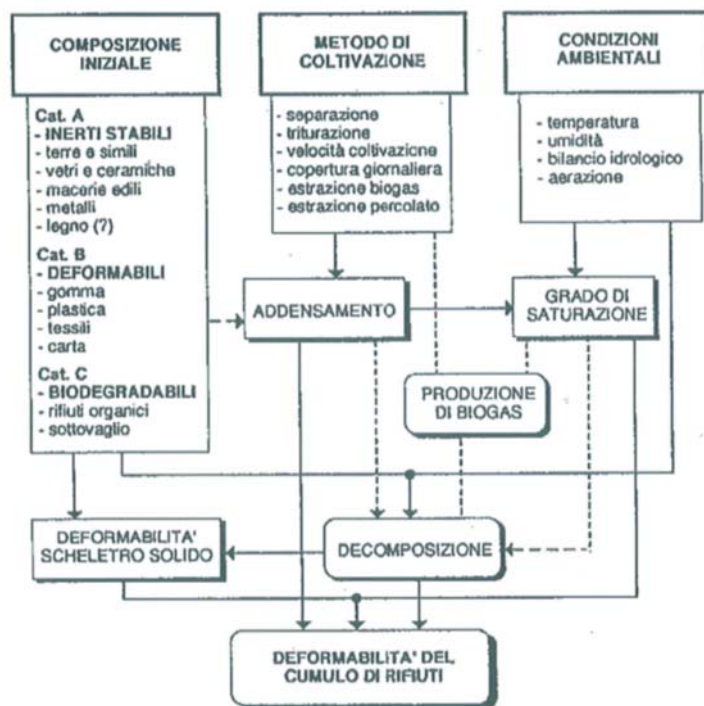


Figura 3.19/3 - Fattori che regolano la deformabilità di un cumulo di RS (Grisolia et al, 1995)

Facendo riferimento ad una composizione media di un cumulo di rifiuti, c'è da ritenere che in termini volumetrici gli elementi fortemente deformabili e degradabili siano prevalenti sugli inerti nella fase iniziale di collocazione a dimora. Il contatto diretto fra questi ultimi sarebbe limitato a pochi punti. Al crescere del carico applicato gli elementi molto deformabili producono la maggior parte della diminuzione del volume dell'ammasso. Gli inerti stabili tendono invece a traslare all'interno del cumulo fino ad una configurazione pressoché definitiva. La sostanza organica ed i materiali deformabili impediscono in questa fase il contatto diretto fra più elementi stabili. Con il passare del tempo, la deformazione del cumulo dipende dallo sviluppo di fenomeni viscosi (creep ossia deformazione lenta a carico costante) e dalla trasformazione della sostanza organica. L'entità ed il decorso nel tempo di queste deformazioni dipendono dalla natura e dalla quantità dei materiali a comportamento viscoso, dall'entità dei carichi trasmessi, oltre che dalle condizioni ambientali che regolano la decomposizione della sostanza organica. Una volta esauriti tutti i processi di decomposizione la rigidità e la compressibilità del cumulo potranno essere simili a quelli di un terreno sciolto naturale (Grisolia et al, 1995).

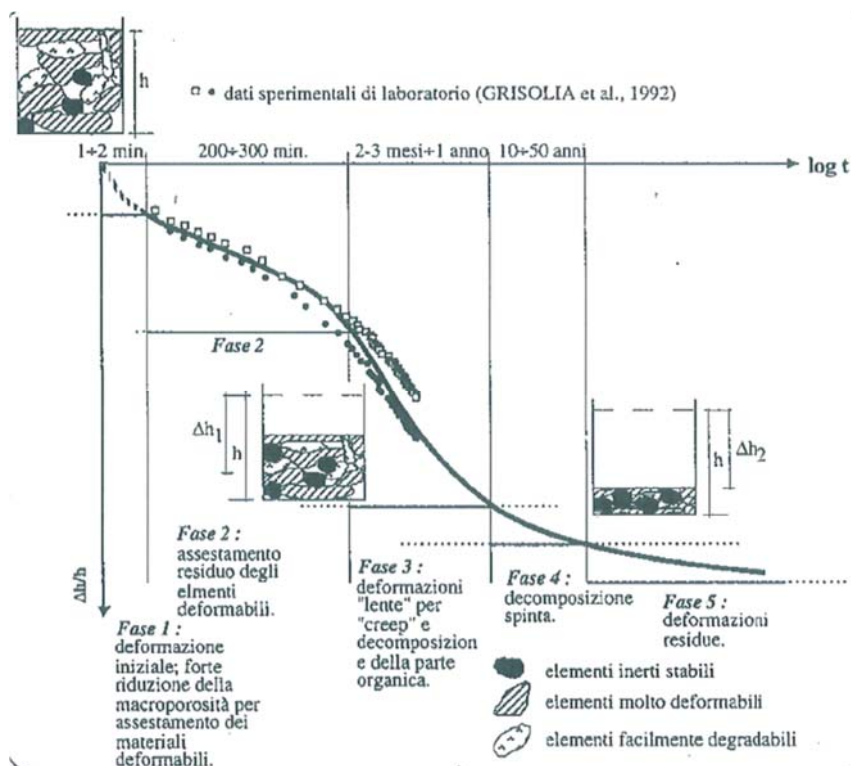


Figura 3.19/4 - Curva di compressibilità RSU (Grisolia et al, 1995)

3.19.3.2. MODELLO PER IL CALCOLO DEI CEDIMENTI

Dal monitoraggio e l'analisi di casi reali la deformazione dello scheletro solido nel tempo viene stimata utilizzando uno schema monodimensionale, con il cedimento totale suddiviso in primario e secondario.

La compressione primaria è legata principalmente all'espulsione dell'acqua e dei gas dai vuoti presenti all'interno della struttura dei rifiuti ed il cedimento associato avviene generalmente in tempi rapidi, di solito entro i primi 30 giorni che seguono l'applicazione del sovraccarico.

La compressione secondaria è dovuta al comportamento viscoso dello scheletro solido del rifiuto ed alla biodegradazione della sostanza organica. Il cedimento secondario può costituire la componente principale del cedimento totale: la decomposizione della sostanza organica influisce in maniera sensibile sulla deformabilità d'insieme dei RSU ed è legata ai principali processi che regolano la trasformazione della sostanza organica (vedere paragrafi dedicati alla stima di produzione del biogas); il contributo dovuto al creep può protrarsi per molti anni dopo l'applicazione del carico.

I vari modelli proposti dagli autori si distinguono per le modalità di stima dei due contributi, in particolare la compressione secondaria.

Come indicato nei paragrafi precedenti il calcolo dei cedimenti di un ammasso di rifiuti è notoriamente molto difficoltoso per l'eterogeneità ed anisotropia del materiale. Recentemente alcuni studi supportati da verifiche on-site su discariche RSU, Moruzzi Marques et al. (2003), hanno permesso la definizione di un modello empirico dipendente dalle variazioni dello stato tensionale interno.

Il modello di Moruzzi Marques et al. (2003) assume che la deformazione verticale (ϵ_i) di un generico strato di rifiuto è il risultato di tre differenti meccanismi di deformazione:

- compressione istantanea (ϵ_{pi});

- compressione per creep (ε_{Ci});
- compressione per biodegradazione (ε_{Bi}).

Posto N il numero di strati presenti nella discarica, ciascuno di altezza ΔH_i , il valore totale del cedimento $S(\Delta t)$ al tempo Δt , vale:

$$S(\Delta t) = \sum_{i=1}^N \Delta H_i \cdot [\varepsilon_{Pi} + \varepsilon_{Ci}(t) + \varepsilon_{Bi}(t)]$$

$$\varepsilon_{Pi} = C'_c \cdot \log \left(\frac{\frac{1}{2} \gamma_i \cdot \Delta H_i + \Delta \sigma_i}{\frac{1}{2} \gamma_i \cdot \Delta H_i} \right)$$

$$\varepsilon_{Ci}(\Delta t) = b \cdot \left(\frac{1}{2} \gamma_i \cdot \Delta H_i + \Delta \sigma_i \right) \cdot (1 - e^{-c \cdot \Delta t})$$

$$\varepsilon_{Bi}(\Delta t) = E_{DG} \cdot (1 - e^{-d \cdot \Delta t})$$

Dove

| | | |
|-------------------|-------------|--|
| γ_i | $[kN/m^3]$ | peso di volume dei rifiuti |
| $\Delta \sigma_i$ | $[kN/m^2]$ | incremento di tensione media verticale efficace |
| Δt | $[gg]$ | tempo dopo l'applicazione del carico |
| C'_c | | rapporto di compressione dei rifiuti |
| b | $[m^2/kN]$ | coefficiente per il creep |
| c | $[gg^{-1}]$ | velocità di compressione per il creep |
| E_{DG} | | quantità totale di deformazione dovuta alla biodegradazione |
| d | $[gg^{-1}]$ | velocità di compressione per la biodegradazione (d può essere assunta pari a 0,001 gg ⁻¹ (Favaretti et al. (1998)) |

Tale modello permette di valutare la quota parte dei cedimenti secondari dovuta agli effetti di biodegradazione del materiale e quella dovuta al fenomeno di creep.

3.19.3.3. APPLICAZIONE DEL MODELLO ALLA DISCARICA LEGOLI 2

Nella relazione tecnica del “Secondo ampliamento della discarica per rifiuti urbani e rifiuti non pericolosi sita in località Legoli nel Comune di Peccioli” sono state stimate le deformazioni nel tempo sia a modulo esaurito che in esercizio per Legoli 2. Di seguito si riportano i grafici delle deformazioni.

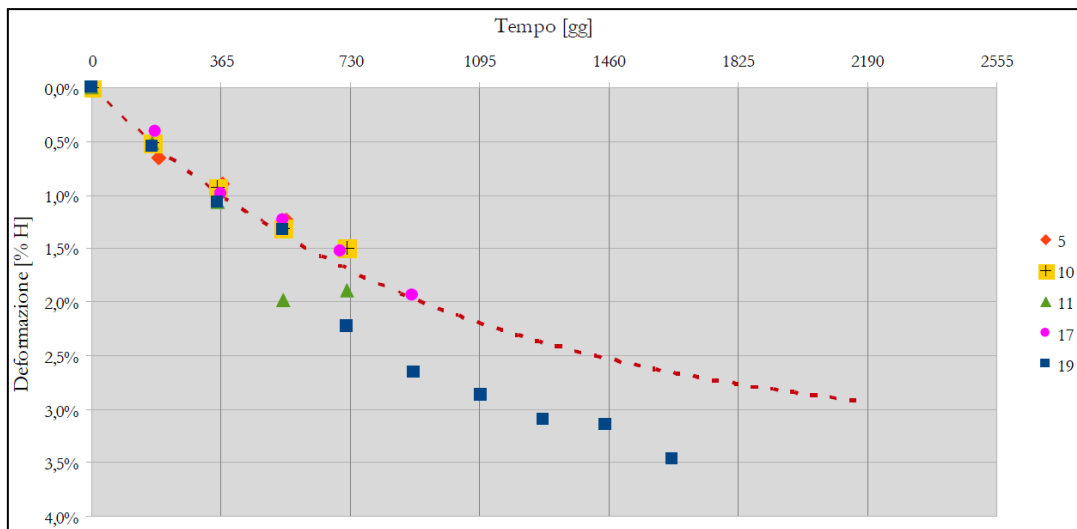


Figura 3.19/5 - Decorso delle deformazioni nel tempo: modulo esaurito discarica di Legoli 2

Da questo grafico possiamo determinare che le deformazioni massime raggiunte a modulo esaurito sono poco inferiori al 3%. Questo valore servirà successivamente per determinare l'abbassamento iniziale della discarica, prima dell'applicazione del carico dovuto a Legoli 3.

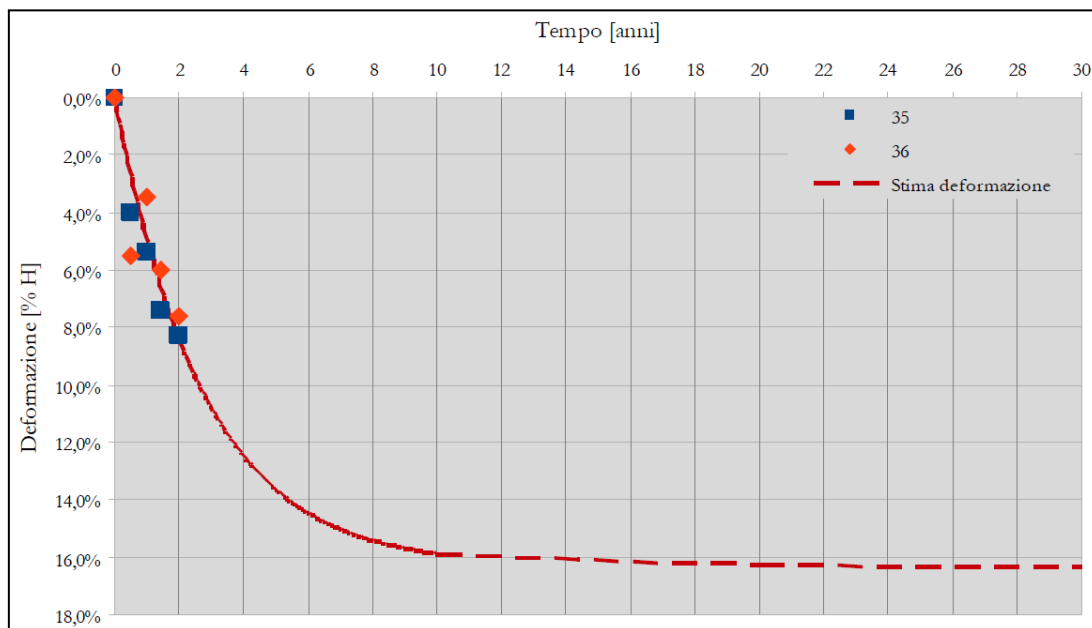


Figura 3.19/6 - Decorso delle deformazioni nel tempo: modulo in esercizio discarica di Legoli 2

Il grafico sopra riportato mostra il decorso delle deformazioni secondarie nel tempo. In particolare si noti come dopo due anni dall'abbancamento la deformazione sia circa la metà di quella totale (8,4%).

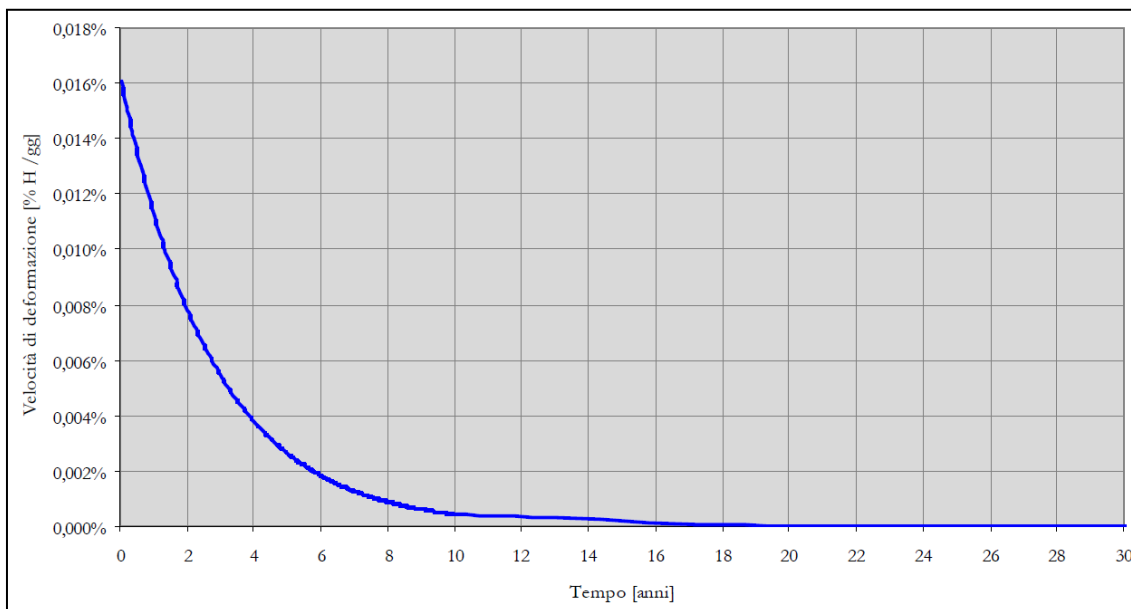
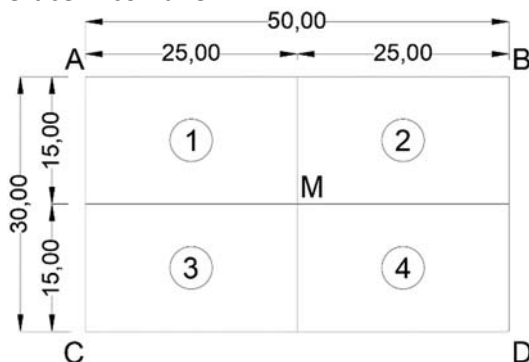


Figura 3.19/7 - Velocità di deformazione dei rifiuti

Infine l'ultimo grafico mostra come i cedimenti siano maggiori nei primi anni successivi al deposito dei rifiuti, per poi diminuire progressivamente, fino ad annullarsi dopo circa 20 anni.

3.19.3.4. VARIAZIONE DELLO SFORZO VERTICALE

Per la determinazione della variazione dello sforzo verticale viene utilizzata la teoria di Boussinesq. Il carico dovuto a Legoli 3 viene suddiviso in celle rettangolari di dimensioni 50x30 m. Tali celle saranno suddivise in quattro rettangoli aventi il vertice in comune al centro della cella. Attraverso la sovrapposizione degli effetti è possibile risalire alle tensioni indotte lungo la verticale passante per il vertice in comune.



M nel centro della cella ABCD; le tensioni risultano dalla somma delle tensioni indotte in M dalle 4 aree (1), (2), (3), e (4), ciascuna con vertice in M.

L'espressione analitica della tensione è la seguente:

$$\sigma_z = \frac{q}{2\pi} \left[\tan^{-1} \frac{LB}{cz} + \frac{LBz}{c} \left(\frac{1}{m^2} + \frac{1}{n^2} \right) \right]$$

Dove

$$m^2 = L^2 + z^2$$

$$n^2 = B^2 + z^2$$

$$c = \sqrt{L^2 + B^2 + z^2}$$

3.19.3.5. VERIFICA ASSESTAMENTI SOPRA LEGOLI 1

Nella valutazione degli assestamenti lo spessore dei rifiuti è stato suddiviso in strati e per ciascuno di essi è stato calcolato il cedimento nel suo baricentro dovuto al sovraccarico.

L'indice di compressione primaria per discariche RSU assume valori (Richardson et al. (1996)) $0,1 < C'_c < 0,4$ in dipendenza dal livello tensionale e dell'età dei rifiuti. Vista l'età dei rifiuti e dato che tali rifiuti avranno già subito una compressione primaria durante la fase di esercizio si assume un valore pari a 0,10.

Di seguito si riporta la verifica degli assestamenti per Legoli 1. Tale verifica è stata eseguita per 3 sezioni come riportato dall'immagine seguente.

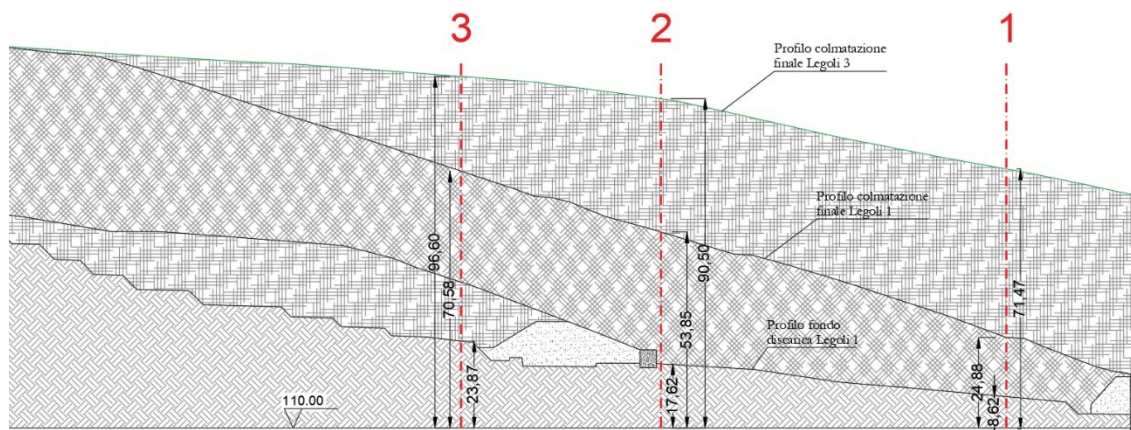


Figura 3.19/8 - Sezione trasversale Legoli 1

| DATI | | |
|--|----------------|----------------------|
| Peso di volume dei rifiuti | γ_r | 10 kN/m ³ |
| Peso di volume del terreno di copertura | γ_t | 18 kN/m ³ |
| Deformazione a modulo esaurito | ϵ | 3 % |
| Indice di compressione primaria modificato | C'_c | 0,1 |
| Altezza pacchetto strato di copertura Legoli 1 | h_{pcop_L1} | 1,5 m |
| Altezza pacchetto strato di copertura Legoli 3 | h_{pcop_L3} | 2,3 m |
| Base cella di coltivazione | B_{cella} | 30 m |
| Lunghezza cella di coltivazione | L_{cella} | 50 m |
| Mezza base cella di coltivazione | $B_{cella/2}$ | 15 m |
| Mezza lunghezza cella di coltivazione | $L_{cella/2}$ | 25 m |

| SEZIONE 1 | | |
|---|---------------------|--------------------------|
| Altezza del singolo strato di rifiuti Legoli 1 | h_0 | 4 m |
| Numero di strati | n | 4 |
| Quota progetto fondo scavo Legoli 1 | z_{fon_L1} | 118,62 m |
| Quota progetto copertura Legoli 1 | z_{cop_L1} | 134,88 m |
| Altezza rifiuti Legoli 1 | h_{rif_L1} | 14,76 m |
| Altezza rifiuti Legoli 1 a modulo esaurito | $h_{rif_L1_me}$ | 14,32 m |
| Quota progetto copertura Legoli 1 a modulo esaurito | $z_{cop_L1_me}$ | 134,44 m |
| Quota massima progetto copertura Legoli 3 | z_{cop_L3} | 180,86 m |
| Altezza sovraccarico rifiuti Legoli 3 | h_{sov_L3} | 44,12 m |
| Sovraccarico applicato in sommità dovuto a Legoli 3 | σ_{sov_L3} | 482,63 kN/m ² |
| Sovraccarico dovuto alla copertura di Legoli 1 | σ_{sov_L1} | 27,00 kN/m ² |
| Sovraccarico totale | σ_{sov_tot} | 509,63 kN/m ² |

| CEDIMENTO LEGOLI 1 - SEZIONE 1 | | | | | | | | | |
|--------------------------------|---------------------|-----------------------|---------------------|-------|--------|------|---|-----------------|----------------------|
| N° strato | z_{strati} [m] | $z_{centro,i}$ [m] | ΔH_i [m] | m^2 | n^2 | c | $\Delta\sigma_{ij}$ [kN/m ²] | ϵ_{pi} | $S(\Delta t)$ [m] |
| 0 | 132,94 | 0,00 | 0 | 625,0 | 900,0 | 29,2 | 0 | 0,000 | 0,00 |
| 1 | 130,62 | 1,16 | 2,32 | 626,3 | 901,3 | 29,2 | 491,7 | 0,164 | 0,38 |
| 2 | 126,62 | 4,32 | 4 | 643,6 | 918,6 | 29,5 | 414,4 | 0,134 | 0,53 |
| 3 | 122,62 | 8,32 | 4 | 694,2 | 969,2 | 30,3 | 327,5 | 0,124 | 0,50 |
| 4 | 118,62 | 12,32 | 4 | 776,7 | 1051,7 | 31,6 | 257,1 | 0,114 | 0,46 |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Totale | | | | | | | | | 1,87 |

| SEZIONE 2 | | |
|---|---------------------|--------------------------|
| Altezza del singolo strato di rifiuti Legoli 1 | h_0 | 4 m |
| Numero di strati | n | 9 |
| Quota progetto fondo scavo Legoli 1 | z_{fon_L1} | 127,62 m |
| Quota progetto copertura Legoli 1 | z_{cop_L1} | 163,85 m |
| Altezza rifiuti Legoli 1 | h_{rif_L1} | 34,73 m |
| Altezza rifiuti Legoli 1 a modulo esaurito | $h_{rif_L1_me}$ | 33,69 m |
| Quota progetto copertura Legoli 1 a modulo esaurito | $z_{cop_L1_me}$ | 162,81 m |
| Quota massima progetto copertura Legoli 3 | z_{cop_L3} | 189,48 m |
| Altezza sovraccarico rifiuti Legoli 3 | h_{sov_L3} | 24,37 m |
| Sovraccarico applicato in sommità dovuto a Legoli 3 | σ_{sov_L3} | 285,12 kN/m ² |
| Sovraccarico dovuto alla copertura di Legoli 1 | σ_{sov_L1} | 27,00 kN/m ² |
| Sovraccarico totale | σ_{sov_tot} | 312,12 kN/m ² |

| CEDIMENTO LEGOLI 1 - SEZIONE 2 | | | | | | | | | |
|--------------------------------|----------------------------|------------------------------|------------------------|----------------|----------------|------|---|-----------------|--------------|
| N° strato | Z _{strati} [m] | Z _{centro,i} [m] | ΔH _i [m] | m ² | n ² | c | Δσ _{i,j} [kN/m ²] | ε _{pi} | S(Δt) [m] |
| 0 | 161,31 | 0,00 | 0 | 625,0 | 900,0 | 29,2 | 0 | 0,000 | 0,00 |
| 1 | 159,62 | 0,84 | 1,69 | 625,7 | 900,7 | 29,2 | 306,0 | 0,157 | 0,27 |
| 2 | 155,62 | 3,69 | 4 | 638,6 | 913,6 | 29,4 | 263,0 | 0,115 | 0,46 |
| 3 | 151,62 | 7,69 | 4 | 684,1 | 959,1 | 30,2 | 208,3 | 0,106 | 0,42 |
| 4 | 147,62 | 11,69 | 4 | 761,6 | 1036,6 | 31,4 | 163,6 | 0,096 | 0,39 |
| 5 | 143,62 | 15,69 | 4 | 871,1 | 1146,1 | 33,1 | 128,8 | 0,087 | 0,35 |
| 6 | 139,62 | 19,69 | 4 | 1012,6 | 1287,6 | 35,2 | 102,3 | 0,079 | 0,31 |
| 7 | 135,62 | 23,69 | 4 | 1186,1 | 1461,1 | 37,6 | 82,3 | 0,071 | 0,28 |
| 8 | 131,62 | 27,69 | 4 | 1391,6 | 1666,6 | 40,2 | 67,0 | 0,064 | 0,26 |
| 9 | 127,62 | 31,69 | 4 | 1629,1 | 1904,1 | 43,1 | 55,3 | 0,058 | 0,23 |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Totale | | | | | | | | | 2,97 |

| SEZIONE 3 | | |
|---|------------------------|--------------------------|
| Altezza del singolo strato di rifiuti Legoli 1 | h ₀ | 4 m |
| Numero di strati | n | 11 |
| Quota progetto fondo scavo Legoli 1 | Z _{fon_L1} | 133,87 m |
| Quota progetto copertura Legoli 1 | Z _{cop_L1} | 180,58 m |
| Altezza rifiuti Legoli 1 | h _{rif_L1} | 45,21 m |
| Altezza rifiuti Legoli 1 a modulo esaurito | h _{rif_L1_me} | 43,85 m |
| Quota progetto copertura Legoli 1 a modulo esaurito | Z _{cop_L1_me} | 179,22 m |
| Quota massima progetto copertura Legoli 3 | Z _{cop_L3} | 189,61 m |
| Altezza sovraccarico rifiuti Legoli 3 | h _{sov_L3} | 8,09 m |
| Sovraccarico applicato in sommità dovuto a Legoli 3 | σ _{sov_L3} | 122,26 kN/m ² |
| Sovraccarico dovuto alla copertura di Legoli 1 | σ _{sov_L1} | 27,00 kN/m ² |
| Sovraccarico totale | σ _{sov_tot} | 149,26 kN/m ² |

| CEDIMENTO LEGOLI 1 - SEZIONE 3 | | | | | | | | | |
|--------------------------------|----------------------------|------------------------------|------------------------|----------------|----------------|------|---|-----------------|--------------|
| N° strato | Z _{strati} [m] | Z _{centro,i} [m] | ΔH _i [m] | m ² | n ² | c | Δσ _{i,j} [kN/m ²] | ε _{pi} | S(Δt) [m] |
| 0 | 177,72 | 0,00 | 0 | 625,0 | 900,0 | 29,2 | 0 | 0,000 | 0,00 |
| 1 | 173,87 | 1,93 | 3,85 | 628,7 | 903,7 | 29,2 | 138,4 | 0,091 | 0,35 |
| 2 | 169,87 | 5,85 | 4 | 659,3 | 934,3 | 29,7 | 111,1 | 0,082 | 0,33 |
| 3 | 165,87 | 9,85 | 4 | 722,1 | 997,1 | 30,8 | 87,4 | 0,073 | 0,29 |
| 4 | 161,87 | 13,85 | 4 | 816,9 | 1091,9 | 32,3 | 68,7 | 0,065 | 0,26 |
| 5 | 157,87 | 17,85 | 4 | 943,8 | 1218,8 | 34,2 | 54,3 | 0,057 | 0,23 |
| 6 | 153,87 | 21,85 | 4 | 1102,6 | 1377,6 | 36,4 | 43,4 | 0,050 | 0,20 |
| 7 | 149,87 | 25,85 | 4 | 1293,4 | 1568,4 | 39,0 | 35,2 | 0,044 | 0,18 |
| 8 | 145,87 | 29,85 | 4 | 1516,2 | 1791,2 | 41,7 | 28,8 | 0,039 | 0,16 |
| 9 | 141,87 | 33,85 | 4 | 1771,1 | 2046,1 | 44,7 | 23,9 | 0,034 | 0,14 |
| 10 | 137,87 | 37,85 | 4 | 2057,9 | 2332,9 | 47,8 | 20,1 | 0,030 | 0,12 |
| 11 | 133,87 | 41,85 | 4 | 2376,7 | 2651,7 | 51,0 | 17,1 | 0,027 | 0,11 |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Totale | | | | | | | | | 2,35 |

A seguito del deposito di rifiuti di Legoli 3 si stima un cedimento massimo di circa 2,97 m nella sezione 2 di Legoli 1. Tale abbassamento risulta più accentuato nelle aree in cui lo spessore del vecchio abbancamento (Legoli 1) è maggiore.

3.19.3.6. VERIFICA ASSESTAMENTI SOPRA LEGOLI 2

Di seguito si riporta la verifica degli assestamenti per Legoli 2. Tale verifica è stata eseguita per 3 sezioni come riportato dall'immagine seguente.

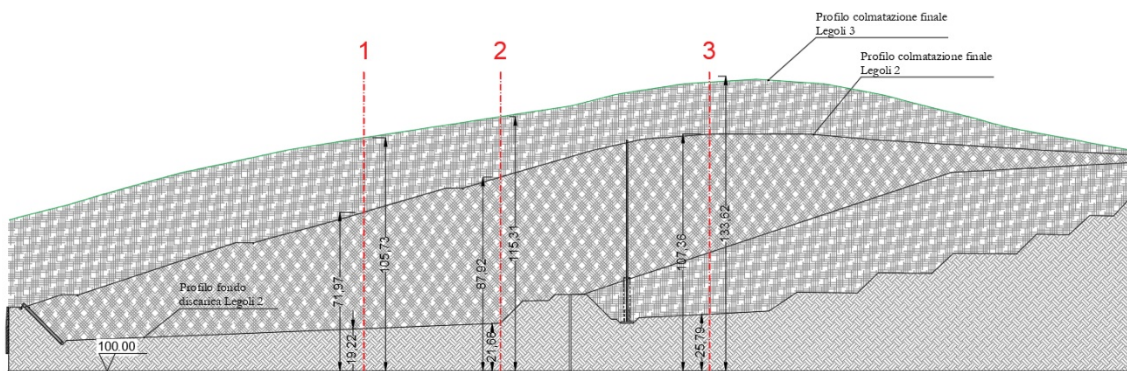


Figura 3.19/9 - Sezione trasversale Legoli 2

| DATI | | |
|--|----------------|----------------------|
| Peso di volume dei rifiuti | γ_r | 10 kN/m ³ |
| Peso di volume del terreno di copertura | γ_t | 18 kN/m ³ |
| Deformazione a modulo esaurito | ϵ | 3 % |
| Indice di compressione primaria modificato | C'_c | 0,1 |
| Altezza pacchetto strato di copertura Legoli 2 | h_{pcop_L2} | 2,1 m |
| Altezza pacchetto strato di copertura Legoli 3 | h_{pcop_L3} | 2,3 m |
| Base cella di coltivazione | B_{cella} | 30 m |
| Lunghezza cella di coltivazione | L_{cella} | 50 m |
| Mezza base cella di coltivazione | $B_{cella/2}$ | 15 m |
| Mezza lunghezza cella di coltivazione | $L_{cella/2}$ | 25 m |

| SEZIONE 1 | | |
|---|---------------------|--------------------------|
| Altezza del singolo strato di rifiuti Legoli 2 | h_0 | 6 m |
| Numero di strati | n | 4 |
| Quota progetto fondo scavo Legoli 2 | z_{fon_L2} | 114,65 m |
| Quota progetto copertura Legoli 2 | z_{cop_L2} | 139,43 m |
| Altezza rifiuti Legoli 2 | h_{rif_L2} | 22,68 m |
| Altezza rifiuti Legoli 2 a modulo esaurito | $h_{rif_L2_me}$ | 22,00 m |
| Quota progetto copertura Legoli 2 a modulo esaurito | $z_{cop_L2_me}$ | 138,75 m |
| Quota massima progetto copertura Legoli 3 | z_{cop_L3} | 180,05 m |
| Altezza sovraccarico rifiuti Legoli 3 | h_{sov_L3} | 39,00 m |
| Sovraccarico applicato in sommità dovuto a Legoli 3 | σ_{sov_L3} | 431,40 kN/m ² |
| Sovraccarico dovuto alla copertura di Legoli 2 | σ_{sov_L2} | 37,80 kN/m ² |
| Sovraccarico totale | σ_{sov_tot} | 469,20 kN/m ² |

| CEDIMENTO LEGOLI 2 - SEZIONE 1 | | | | | | | | | |
|--------------------------------|----------------------------|------------------------------|------------------------|----------------|----------------|------|---|-----------------|--------------|
| N° strato | Z _{strati} [m] | Z _{centro,i} [m] | ΔH _i [m] | m ² | n ² | c | Δσ _{i,j} [kN/m ²] | ε _{pi} | S(Δt) [m] |
| 0 | 136,65 | 0,00 | 0 | 625,0 | 900,0 | 29,2 | 0 | 0,000 | 0,00 |
| 1 | 132,65 | 2,00 | 4,00 | 629,0 | 904,0 | 29,2 | 433,4 | 0,136 | 0,54 |
| 2 | 126,65 | 7,00 | 6 | 674,0 | 949,0 | 30,0 | 326,3 | 0,107 | 0,64 |
| 3 | 120,65 | 13,00 | 6 | 794,0 | 1069,0 | 31,9 | 227,2 | 0,093 | 0,56 |
| 4 | 114,65 | 19,00 | 6 | 986,0 | 1261,0 | 34,8 | 159,9 | 0,080 | 0,48 |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Totale | | | | | | | | | 2,23 |

| SEZIONE 2 | | |
|---|------------------------|--------------------------|
| Altezza del singolo strato di rifiuti Legoli 2 | h ₀ | 6 m |
| Numero di strati | n | 7 |
| Quota progetto fondo scavo Legoli 2 | Z _{fon_L2} | 117,91 m |
| Quota progetto copertura Legoli 2 | Z _{cop_L2} | 162,8 m |
| Altezza rifiuti Legoli 2 | h _{rif_L2} | 42,79 m |
| Altezza rifiuti Legoli 2 a modulo esaurito | h _{rif_L2_me} | 41,51 m |
| Quota progetto copertura Legoli 2 a modulo esaurito | Z _{cop_L2_me} | 161,52 m |
| Quota massima progetto copertura Legoli 3 | Z _{cop_L3} | 189,27 m |
| Altezza sovraccarico rifiuti Legoli 3 | h _{sov_L3} | 25,45 m |
| Sovraccarico applicato in sommità dovuto a Legoli 3 | σ _{sov_L3} | 295,94 kN/m ² |
| Sovraccarico dovuto alla copertura di Legoli 2 | σ _{sov_L2} | 37,80 kN/m ² |
| Sovraccarico totale | σ _{sov_tot} | 333,74 kN/m ² |

| CEDIMENTO LEGOLI 2 - SEZIONE 2 | | | | | | | | | |
|--------------------------------|----------------------------|------------------------------|------------------------|----------------|----------------|------|---|-----------------|--------------|
| N° strato | Z _{strati} [m] | Z _{centro,i} [m] | ΔH _i [m] | m ² | n ² | c | Δσ _{i,j} [kN/m ²] | ε _{pi} | S(Δt) [m] |
| 0 | 159,42 | 0,00 | 0 | 625,0 | 900,0 | 29,2 | 0 | 0,000 | 0,00 |
| 1 | 153,91 | 2,75 | 5,51 | 632,6 | 907,6 | 29,3 | 296,0 | 0,107 | 0,59 |
| 2 | 147,91 | 8,51 | 6 | 697,4 | 972,4 | 30,4 | 212,0 | 0,091 | 0,54 |
| 3 | 141,91 | 14,51 | 6 | 835,4 | 1110,4 | 32,6 | 147,7 | 0,077 | 0,46 |
| 4 | 135,91 | 20,51 | 6 | 1045,5 | 1320,5 | 35,6 | 104,5 | 0,065 | 0,39 |
| 5 | 129,91 | 26,51 | 6 | 1327,6 | 1602,6 | 39,4 | 76,0 | 0,055 | 0,33 |
| 6 | 123,91 | 32,51 | 6 | 1681,7 | 1956,7 | 43,7 | 56,9 | 0,046 | 0,28 |
| 7 | 117,91 | 38,51 | 6 | 2107,7 | 2382,7 | 48,3 | 43,7 | 0,039 | 0,23 |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Totale | | | | | | | | | 2,83 |

| SEZIONE 3 | | |
|---|---------------------|--------------------------|
| Altezza del singolo strato di rifiuti Legoli 2 | h_0 | 6 m |
| Numero di strati | n | 11 |
| Quota progetto fondo scavo Legoli 2 | z_{fon_L2} | 121,69 m |
| Quota progetto copertura Legoli 2 | z_{cop_L2} | 187,92 m |
| Altezza rifiuti Legoli 2 | h_{rif_L2} | 64,13 m |
| Altezza rifiuti Legoli 2 a modulo esaurito | $h_{rif_L2_me}$ | 62,21 m |
| Quota progetto copertura Legoli 2 a modulo esaurito | $z_{cop_L2_me}$ | 186,00 m |
| Quota massima progetto copertura Legoli 3 | z_{cop_L3} | 199,5 m |
| Altezza sovraccarico rifiuti Legoli 3 | h_{sov_L3} | 11,20 m |
| Sovraccarico applicato in sommità dovuto a Legoli 3 | σ_{sov_L3} | 153,44 kN/m ² |
| Sovraccarico dovuto alla copertura di Legoli 2 | σ_{sov_L2} | 37,80 kN/m ² |
| Sovraccarico totale | σ_{sov_tot} | 191,24 kN/m ² |

| CEDIMENTO LEGOLI 2 - SEZIONE 3 | | | | | | | | | |
|--------------------------------|---------------------|-----------------------|---------------------|--------|--------|------|--|-----------------|----------------------|
| N° strato | z_{strati} [m] | $z_{centro,i}$ [m] | ΔH_i [m] | m^2 | n^2 | c | $\Delta\sigma_{i,j}$ [kN/m ²] | ϵ_{pi} | $S(\Delta t)$ [m] |
| 0 | 183,90 | 0,00 | 0 | 625,0 | 900,0 | 29,2 | 0 | 0,000 | 0,00 |
| 1 | 181,69 | 1,10 | 2,21 | 626,2 | 901,2 | 29,2 | 185,1 | 0,125 | 0,28 |
| 2 | 175,69 | 5,21 | 6 | 652,1 | 927,1 | 29,6 | 147,8 | 0,077 | 0,46 |
| 3 | 169,69 | 11,21 | 6 | 750,6 | 1025,6 | 31,2 | 103,2 | 0,065 | 0,39 |
| 4 | 163,69 | 17,21 | 6 | 921,0 | 1196,0 | 33,9 | 72,2 | 0,053 | 0,32 |
| 5 | 157,69 | 23,21 | 6 | 1163,5 | 1438,5 | 37,3 | 51,7 | 0,044 | 0,26 |
| 6 | 151,69 | 29,21 | 6 | 1478,0 | 1753,0 | 41,3 | 38,1 | 0,036 | 0,21 |
| 7 | 145,69 | 35,21 | 6 | 1864,5 | 2139,5 | 45,7 | 28,9 | 0,029 | 0,18 |
| 8 | 139,69 | 41,21 | 6 | 2322,9 | 2597,9 | 50,5 | 22,5 | 0,024 | 0,15 |
| 9 | 133,69 | 47,21 | 6 | 2853,4 | 3128,4 | 55,5 | 17,9 | 0,020 | 0,12 |
| 10 | 127,69 | 53,21 | 6 | 3455,9 | 3730,9 | 60,7 | 14,5 | 0,017 | 0,10 |
| 11 | 121,69 | 59,21 | 6 | 4130,4 | 4405,4 | 66,0 | 12,0 | 0,015 | 0,09 |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Totale | | | | | | | | | 2,56 |

A seguito del deposito di rifiuti di Legoli 3 si stima un cedimento massimo di circa 2,83 m nella sezione 2 di Legoli 3. Tale abbassamento risulta più accentuato nelle aree in cui lo spessore del vecchio abbancamento (Legoli 1) è maggiore.

3.19.4. REGIMAZIONE E CONTROLLO DELLE ACQUE METEORICHE DI RUSCELLAMENTO

Molta cura è stata dedicata alla progettazione del sistema di regimazione delle acque pluviali (vedi **AMP-RT-010**) che sarà costituito da fossi di guardia posti a bordo discarica che intercetteranno le acque ricadenti nel sub-bacino imbrifero nonché le acque provenienti dalla superficie sigillata della discarica.

Le acque pluviali ricadenti sul corpo discarica colmatata verranno raccolte ed allontanate con una serie di canalette che confluiranno sui fossi di guardia laterali (vedi **Tavole AMP-EG-010/020**) che, seguendo il bordo discarica, confluiranno in corrispondenza dell'argine di valle in un idoneo pozzetto di confluenza e saranno addotte al fosso di valle esistente.

Per i fossi di guardia sono state previste tecniche di ingegneria naturalistica che soddisfino i seguenti requisiti:

- impatto ambientale ridotto grazie all'inerbimento nel tempo della sezione idraulica;
- indice di scabrezza della sezione idraulica alto lungo i tratti a forte pendenza;
- capacità di adattamento a piccoli cedimenti e assestamenti.

In particolare, gli argini perimetrali di contenimento delle acque meteoriche saranno dotati di una geogriglia di rinforzo, con resistenza nominale pari almeno a 200 kN/m in modo da contenere entro limiti accettabili i cedimenti differenziali e soprattutto gli effetti distorsivi in senso trasversale e longitudinale; come riportato nelle Tavole:

Durante la fase di coltivazione le acque esterne al lotto saranno allontanate grazie alle pendenze dei gradoni.

Per quanto attiene la gestione operativa per fasi e la relativa gestione delle acque meteoriche di ruscellamento, è stata definita l'impostazione della rete idrica superficiale (vedi Tavola **AIA-EG-030 - Planimetria rete idrica – Bacini idrici**, sulla quale sono state eseguite le verifiche idrauliche; in tal senso vedi i seguenti elaborati:

- **AMP-RT-010 - Relazione tecnica - Calcoli idraulici**
- **AMP-EG-010 - Stato di progetto - Planimetria generale**
- **AMP-EG-020 - Profili idraulici di progetto**

Per quanto attiene il monitoraggio di **autocontrollo** a carico delle acque meteoriche di ruscellamento superficiale viene presentato il piano di gestione delle acque meteoriche complessivo di tutta l'installazione ai sensi dell'art. 40 ter del DPGR 46/R/2008, in cui viene descritta la gestione di tutte le acque meteoriche dilavanti e degli scarichi esistenti e di cui si chiede modifica o autorizzazione ambientale, in tal senso si rimanda integralmente all'elaborato **AMD-RT-010** e alle **Tavole da AMD-EG-010 a AMD-EG-130**.

Negli elaborati **DEM** viene dato atto del sistema di regimazione e scarico delle acque meteoriche nel sistema idrografico e illustrato l'intervento a scala di dettaglio in corrispondenza del punto di immissione nel corso d'acqua, mediante sezioni e planimetrie nello stato di progetto e sovrapposto, oltre alle previsioni di difese di protezione dell'alveo e delle sponde nel punto di immissione.

Negli elaborati **DEM** viene fornita la verifica idraulica del Fosso del Cerretello, che rappresenta il recettore finale del bacino imbrifero dell'area di intervento (vedi elaborato **DEM-RT-010**), nella quale, oltre a indicare che la geometria del Fosso del Cerretello è in grado di smaltire la portata prevista, viene sottolineato che la superficie scolante dello stato di progetto è la stessa di quella dello stato attuale; infatti il progetto ha riguardato soltanto la canalizzazione di parte delle acque e la loro regimazione per un più razionale e funzionale convogliamento.

Inoltre sono forniti gli elaborati:

- **DEM-EG-010- Corografia - Ubicazione su CTR - Aerofotogrammetrico - Catastale**
- **DEM-EG-020- Particolari-SCARICO**

Nell'allegato **DEM-AL-010** viene riportato il Modulo di Istanza per la Concessione e il versamento degli Oneri Istruttori.

3.20. TIPOLOGIA E FLUSSI DI RIFIUTI AUTORIZZATI E DA AUTORIZZARE

Tenuto conto che per l'esecuzione ed il collaudo delle opere di approntamento occorre circa un anno, oltre i tempi occorrenti per l'approvazione del progetto, è presumibile che l'inizio dell'esercizio del 1° lotto avverrà a inizio 2025.

3.20.1. PERIODO TRANSITORIO – COMPLETAMENTO VOLUMI AUTORIZZATI

Per quanto attiene le tipologie di rifiuti da conferire in discarica, si precisa che, ai sensi della DD n. 8360 del 09/06/2020 della Regione Toscana e nel rispetto delle condizioni riportate al Paragrafo 2.2, **per tutta la durata relativa all'esercizio della volumetria autorizzata con l'AIA vigente**, potranno essere conferiti a smaltimento (D1) i seguenti rifiuti:

- i rifiuti urbani trattati e scarti e sovralli dal loro trattamento, individuati dai seguenti codici dell'EER: 190501 (FOS), 190503 (FOS), 191212 prodotti nel territorio della Regione Toscana o anche da fuori regione secondo specifici accordi regionali eventualmente previsti dalle normative settoriali;
- i rifiuti urbani individuati dai codici CER 200203, 200303 e 200399 (rifiuti cimiteriali), prodotti nell'ambito territoriale di riferimento;
- i rifiuti speciali individuati dal codice EER 030105, provenienti da attività ubicate nei comuni di Peccioli e di Terricciola per un quantitativo massimo totale di 100 t/anno;

ed inoltre i seguenti rifiuti speciali individuati dai rispettivi codici CER:

- terre di bonifica e terre di scavo CER 17 05 04;
- fanghi di dragaggio CER 17 05 06;
- il compost fuori specifica CER 190503, purché presenti un IRDP inferiore a 1000 mgO₂/KgVSh;

Dei suddetti rifiuti (operazione D1) possono essere utilizzati per **le coperture giornaliere** per uno spessore massimo di 20 cm:

- compost fuori specifica (CER 190503) che presentano un indice di respirazione dinamico potenziale inferiore a 1000 mgO₂/Kg-1VSh-1;
- terre di bonifica e terre di scavo (CER 170504)
- fanghi di dragaggio (CER 170506)

Possono essere conferiti in operazioni di recupero (R3/R11) i seguenti rifiuti ai sensi dell'allegato C alla parte IV del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i.:

- la frazione organica stabilizzata (FOS) proveniente dagli impianti di trattamento meccanico biologico dei RSU, individuata dai CER 190501 e 190503, per la copertura giornaliera della discarica, alle seguenti condizioni:
 - IRDP inferiore a 1.000 mgO₂/KgVSh;
 - spessore massimo di 20 cm;
- gli pneumatici fuori uso (CER 160103) da utilizzare come materiali da costruzione, a protezione della geomembrana.

Considerato che la discarica può ricevere per lo più rifiuti urbani trattati, a seguito dell'autorizzazione alla realizzazione e all'esercizio dell'impianto di trattamento meccanico biologico (**TMB**) presente presso lo stesso comparto impiantistico della discarica, avvenuta con AIA n. 4738 del 13/11/2014 della Provincia di Pisa e s.m.i., i rifiuti urbani tal quali (Codice EER 200301) potranno essere conferiti solo in caso di fermate straordinarie del **TMB**; in caso di fermate per manutenzione programmata il conferimento di rifiuti tal quali potrà essere ammesso solo a seguito di nulla osta da parte dell'Autorità d'ambito territorialmente competente, circa la valutazione di assenza di impianti di trattamento alternativi.

Per quanto riguarda i quantitativi di rifiuti da smaltire ad oggi non siamo in grado di prevederli con precisione; infatti, com'è noto, essi dipendono da diverse variabili fra le quali:

- tempi di realizzazione o completamento degli impianti previsti nel Piano Regionale;
- tempi e modalità di raggiungimento degli obiettivi di raccolta differenziata.

Si considera, in via previsionale, un flusso medio annuo di rifiuti conferibili in discarica pari a circa **320.000 t/a in D1** e **100.000 t/a in R11 e/o R3** di cui:

- **320.000 t/a di RU o Rifiuti Speciali Non Pericolosi in attività D1**
- **100.000 t/a di Rifiuti Speciali Non Pericolosi per le coperture giornaliere e/o di regolarizzazione del fondo in attività D1 e/o R3/R11**

3.20.2. PERIODO A REGIME

Per quanto attiene le tipologie di rifiuti da conferire in discarica **successivamente all'esercizio della volumetria già autorizzata con l'AIA vigente**, potranno essere conferiti in operazioni di recupero (**R3/R11**) ai sensi dell'allegato C alla parte IV del D.Lgs. 152/2006 i seguenti rifiuti:

- la frazione organica stabilizzata (FOS) proveniente dagli impianti di trattamento meccanico biologico, individuata dai codici EER 190501 e 190503, per la copertura giornaliera della discarica, alle seguenti condizioni:
 - IRDP inferiore a 1.000 mgO₂/KgVSh;
 - spessore massimo di 20 cm;

ed inoltre potranno essere conferiti in operazioni di recupero (**R3/R11**) ai sensi dell'allegato C alla parte IV del D.Lgs. 152/2006:

- gli pneumatici fuori uso (CER 160103) da utilizzare come materiali da costruzione, a protezione della geomembrana.

Premesso quanto sopra, per soddisfare le esigenze del tessuto produttivo e consentire una maggiore autonomia del sistema di gestione dei rifiuti e la possibilità di sopperire anche alle emergenze nella gestione dei rifiuti non pericolosi che si dovessero presentare sul territorio, viene richiesto di **autorizzare, oltre ai rifiuti sopra riportati, il conferimento a smaltimento (D1) dei Rifiuti Speciali Non Pericolosi** di seguito elencati.

| Rifiuti Speciali Non Pericolosi | |
|--|---|
| Codice CER | Descrizione |
| 020103 | scarti di tessuti vegetali |
| 030105 | segatura, trucioli, residui di taglio, legno, pannelli di truciolare e piallacci diversi da quelli di cui alla voce 030104 |
| 030307 | scarti della separazione meccanica nella produzione di polpa da rifiuti di carta e cartone |
| 030310 | scarti di fibre e fanghi contenenti fibre, riempitivi e prodotti di rivestimento generati dai processi di separazione meccanica |
| 040108 | cuoio conciato (scarti, cascami, ritagli, polveri di lucidatura) contenenti cromo |
| 040109 | rifiuti delle operazioni di confezionamento e finitura |
| 040209 | rifiuti da materiali compositi (fibre impregnate, elastomeri, plastomeri) |
| 040215 | rifiuti da operazioni di finitura, diversi da quelli di cui alla voce 040201 |
| 040221 | rifiuti da fibre tessili grezze |
| 040222 | rifiuti da fibre tessili lavorate |
| 070213 | rifiuti plastici |
| 101103 | scarti di materiali in fibre a base di vetro |
| 120105 | limatura e trucioli di materiali plastici |
| 170504 | terre e rocce da scavo |
| 170506 | Fanghi di dragaggio |
| 190102 | materiali ferrosi estratti da ceneri pesanti |
| 190112 | ceneri pesanti e scorie, diverse da quelle di cui alla voce 190111 |
| 190203 | miscugli di rifiuti composti esclusivamente da rifiuti non pericolosi |
| 190305 | rifiuti stabilizzati diversi da quelli di cui alla voce 190304 |
| 190501 | parte di rifiuti urbani e simili non compostata |
| 190503 | compost fuori specifica |
| 190801 | vaglio |
| 190802 | rifiuti dell'eliminazione della sabbia |
| 190814 | fanghi prodotti da altri trattamenti di acque reflue industriali, diversi da quelli di cui alla voce 190813 |
| 191212 | altri rifiuti prodotti dal trattamento meccanico di rifiuti |
| 191302 | rifiuti solidi prodotti dalle operazioni di bonifica dei terreni, diversi di quelli di cui alla voce 191301 |

Tabella 3.20/1 – Rifiuti Speciali Non Pericolosi da autorizzare

Per quanto riguarda i quantitativi di rifiuti da smaltire ad oggi non siamo in grado di prevederli con precisione; infatti, com'è noto, essi dipendono da diverse variabili fra le quali:

- tempi di realizzazione o completamento degli impianti previsti nel Piano Regionale;
- tempi e modalità di raggiungimento degli obiettivi di raccolta differenziata.

Si considera, in via previsionale, un flusso medio annuo di rifiuti conferibili in discarica pari a circa **250.000 t/a in D1** e **75.000 t/a in R11 e/o R3** di cui:

- **250.000 t/a di Rifiuti Speciali Non Pericolosi**
- **75.000 t/a di FOS (EER 190503 e/o EER 190501)**

3.20.3. VERIFICHE DI CONFORMITA' E IN LOCO

Belvedere sottoporrà i rifiuti in ingresso, oltre alla verifica di conformità prevista dalla normativa, anche a verifiche analitiche in loco a campione, secondo test definiti sulla base delle risultanze della verifica di conformità e delle informazioni contenute nella CdB. Le verifiche analitiche aggiuntive comprenderanno sempre almeno il test di cessione.

Per quanto attiene le modalità e le frequenze delle verifiche di conformità e delle verifiche in loco riportati al paragrafo C12 dell'allegato 1 al decreto dirigenziale 8360 del 9/6/2020, sono state elaborate le seguenti procedure per valutare che le baie utilizzate attualmente per le verifiche analitiche in loco lo saranno anche per la gestione dei conferimenti di soli Rifiuti Speciali.

3.20.3.1. CONTROLLO ACCESSO CONFERITORI

Tutta la documentazione inerente certificati analitici, rapporti di prova, campionamenti, omologhe e quant'altro si renderà necessario sarà trattato ai sensi delle procedure interne stilate per l'ottenimento della Certificazione ISO 14001 e della Registrazione EMAS.

3.20.3.2. GESTIONE DELLA DOCUMENTAZIONE

L'operatore addetto all'accettazione avrà cura di verificare se l'arrivo dei mezzi all'impianto avviene secondo le normali norme del Codice della Strada e delle Norme Aziendali interne; inviterà quindi, se necessario, gli autisti a moderare la velocità e impartisce indicazioni sull'ordine da rispettare nel caso all'impianto arrivassero contemporaneamente più mezzi.

La programmazione dei conferimenti sarà, a questo proposito, effettuata in funzione dei tempi di accettazione, pesa e scarico di ciascun mezzo in modo da evitare inutili attese e intasamento dei piazzali di manovra. Nel caso in cui un mezzo rotabile arrivi in anticipo o in ritardo rispetto all'orario programmato, il medesimo sosterrà in prossimità della pesa, attendendo il proprio turno, con il motore spento e senza causare intralcio logistico.

L'operatore addetto alla pesa, inoltre, controllerà a vista la condizione dei mezzi (se ci sono perdite di percolati e/o spandimenti di rifiuti), farà posizionare il mezzo sulla pesa e registrerà il carico di rifiuti su apposito sistema informatizzato. Controllerà, quindi, la conformità della documentazione rilasciata dall'autista del mezzo (formulario, autorizzazione al trasporto rifiuti in corso di validità ed abilitante lo specifico mezzo al trasporto di quella tipologia di rifiuto, etc.) ed effettuerà le normali operazioni di registrazione.

È evidente che se il mezzo rotabile non soddisfa i requisiti legislativi necessari e sufficienti le successive operazioni di controllo non verranno eseguite.

L'addetto alla pesa darà, quindi, indicazione al trasportatore di avviarsi al punto di scarico.

3.20.3.3. SCARICO E MODALITA' DI GESTIONE DEL RIFIUTO DA COMPATTARE

Le operazioni di scarico verranno gestite dall'operatore addetto al controllo rifiuti ed alla coltivazione del lotto, il quale, a mezzo radiocollegamento, o altra segnalazione, darà le indicazioni operative all'autista del mezzo per il posizionamento sulla battuta di scarico.

Lo stesso operatore controllerà le modalità di scarico e, a vista, la presenza nel rifiuto di materiali eventualmente non conformi che, se presenti, saranno prontamente allontanati e collocati in apposita area temporanea di deposito. Verrà poi comunicata al conferitore la

presenza di tali materiali che saranno ricaricati, indicando sul formulario il quantitativo e la motivazione della non accettabilità.

Al termine dello scarico il mezzo passerà sulla pesa di uscita in modo da fare la tara e registrare il peso esatto del rifiuto.

3.20.3.4. VERIFICHE DI CONFORMITA'

La Belvedere Spa si atterrà alle seguenti modalità di autocontrollo e frequenza, nonché di acquisizione delle informazioni da ogni produttore, per i rifiuti in ingresso all'impianto.

Tutti i rifiuti autorizzati al conferimento saranno soggetti all'obbligo della caratterizzazione analitica ai fini dell'ammissibilità, ad esclusione dei rifiuti urbani di cui all'art. 2, comma 1, lettera b) del Dlgs 152/2006 e smi.

I rifiuti almeno una volta l'anno saranno sottoposti alla verifica di conformità; il campionamento sarà eseguito direttamente presso il produttore da un laboratorio esterno incaricato da Belvedere Spa; in caso di esito negativo della verifica sarà comunicata al produttore la sospensione dei conferimenti in attesa di eventuale nuova procedura di omologa.

3.20.3.5. VERIFICHE IN LOCO

Belvedere sottoporrà i rifiuti in ingresso, oltre alla verifica di conformità, anche a verifiche analitiche in loco a campione, secondo test definiti sulla base delle risultanze della verifica di conformità e delle informazioni contenute nella CdB. Le verifiche analitiche aggiuntive comprenderanno sempre almeno il test di cessione.

La selezione dei rifiuti da sottoporre a controlli analitici sarà effettuata senza accordi né comunicazioni preventive al produttore.

Il personale addetto ai monitoraggi e/o all'accettazione rifiuti provvederà nei giorni individuati per l'esecuzione delle verifiche in loco e prima dell'inizio dei conferimenti, al sorteggio del rifiuto da sottoporre alla verifica in loco. Riguardo al sorteggio, si precisa che sarà effettuato attraverso software di foglio di calcolo, tenendo conto del vincolo di verifica dei singoli flussi rispetto al quadrimestre di conferimento e al netto di eccezioni, quali ad esempio flussi di rifiuti non generati regolarmente.

Successivamente alla collocazione del rifiuto nella baia e al ritiro del formulario, si procederà a comunicare al produttore del rifiuto il confinamento presso il nostro impianto e la data prevista per il campionamento e controllo analitico da parte del laboratorio accreditato scelto da Belvedere, ai fini della sua eventuale presenza in contraddittorio.

Le verifiche analitiche in loco saranno effettuate con la seguente frequenza per i rifiuti generati regolarmente:

- ✓ n.1 campione, nel primo quadrimestre di conferimento;
- ✓ n.1 campione nei quadrimestri successivi, se nel quadrimestre precedente il quantitativo di rifiuti conferito ha superato le 500 t.

Per i rifiuti non generati regolarmente la verifica in loco avverrà su tutti i lotti.

Resterà salva la facoltà del gestore di effettuare verifiche analitiche con frequenze maggiori a quelle minime sopra definite, qualora lo ritenga necessario sulla base delle caratteristiche del rifiuto e del processo produttivo che lo genera, risultante dalla caratterizzazione di base.

Fatto salvo approfondimenti di analisi e/o altre motivazioni tecnico operative commerciali che dovranno essere oggetto di specifiche comunicazioni all'autorità competente, entro 15 giorni lavorativi dalla messa in deposito, il rifiuto sulla base delle verifiche analitiche sarà accettato o rimandato al produttore.

Ai sensi dell'art. 11, lettera e, del d.lgs. 36/2003 e smi, Belvedere comunicherà all'autorità competente la mancata ammissione dei rifiuti in discarica, entro i successivi 15 giorni lavorativi dall'avvenuto respingimento, anche parziale, del carico.

Per quanto riguarda le verifiche in loco si utilizzerà lo stesso criterio adottato e autorizzato nel decreto dirigenziale 8360 del 9/6/2020, cioè saranno utilizzate due celle dell'impianto di trattamento meccanico biologico aerobico (TMB).

Per motivi di maggiore disponibilità di spazi di manovra esterni, sono state scelte le stesse celle già autorizzate e cioè la n.13 e la n. 12 poste all'estremità S-O dell'impianto (vedi Figura 3.20/1).

Per l'impiego delle biocelle ai fini delle verifiche in loco, non sarà necessaria alcuna modifica impiantistica.

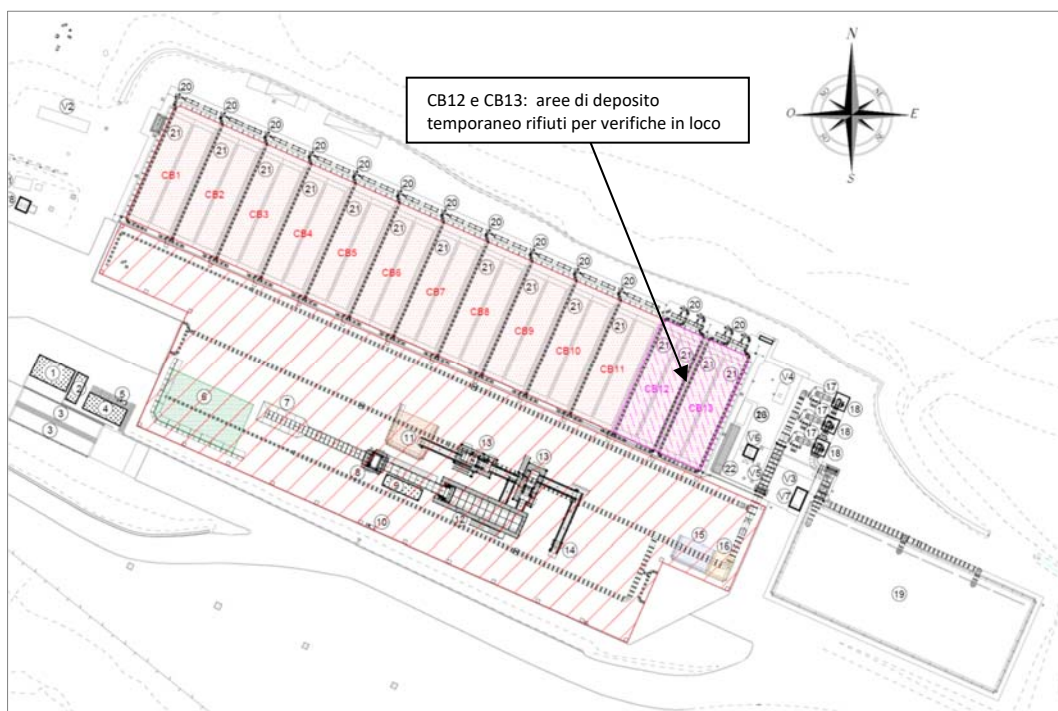


Figura 3.20/1: Ubicazione celle per verifiche in loco - Estratta da IMPIANTO DI TRATTAMENTO MECCANICO BIOLOGICO - Riesame A.I.A. con riferimento alle conclusioni sulle migliori tecniche disponibili BATc stabilite con Decisione di esecuzione (UE) 2018/1147

Le funzioni principali di questo presidio sono:

- ✓ verifica delle caratteristiche del rifiuto oggetto di conferimento;
- ✓ confinamento dei rifiuti in attesa del campionamento e delle verifiche analitiche;
- ✓ effettuazione campionamenti e determinazioni analitiche di verifica, prima dell'effettivo abbancamento del rifiuto.

Salvo casi particolari, tutti i campionamenti e le relative determinazioni analitiche verranno eseguite da personale e laboratori indipendenti.

Per valutare gli spazi necessari allo stoccaggio temporaneo dei rifiuti sottoposti a verifica in loco, si ritiene che 9 giorni di media possano essere adeguati, ma volendo essere maggiormente cautelativi sono state valutate le medie quadrimestrali dell'anno 2021 e presa in considerazione la media quadrimestrale peggiore che ha previsto 12 giorni di permanenza dei rifiuti nelle baie tenendo conto oltre che delle tempistiche di analisi, anche delle tempistiche di respingimento e quindi del tempo necessario a liberare la baia. Preme chiarire che i contratti che i laboratori hanno stipulato con Belvedere prevedono la consegna del certificato analitico del test di cessione in 5 gg lavorativi e che in caso di respingimento di un carico per verifica di conformità non superata il produttore ha 48 ore di tempo per il ritiro del rifiuto altrimenti provvede Belvedere; ad oggi Belvedere non si è avvalsa delle clausole prescrittive imposte nei contratti non avendo difficoltà a reperire la disponibilità delle baie; pertanto la valutazione media dell'anno 2021 è cautelativa.

E' stato considerato di effettuare n.1 campionamento ogni quattro mesi (pari a 120 giorni) per circa n. 40 rifiuti (stima sui potenziali impianti di produzione) conferenti in discarica. Tenendo conto dell'attività svolta dalla Belvedere ed ipotizzando un numero di produttori pari a circa 40 durante l'anno verrebbero realizzati 40 cumuli x 3 quadrimestri = 120 cumuli da 28 ton. cadauno circa.

Stimando il tempo di attesa per campionamento, analisi, scarico e carico pari ad una media cautelativa di 12 giorni, otteniamo che ogni piazzola consente $365/12 = 30$ controlli.

Occorrono pertanto $120/30 = 4$ piazzole di deposito temporaneo per le verifiche in loco.

Ipotizzando un'altezza media del cumulo pari a 2,5 m, ciascun cumulo avrà un'impronta a terra pari a circa 20 m², piazzola equivalente ad un rettangolo di lati 3 x 6,5 m. I quattro cumuli possono essere gestiti all'interno delle due celle di biostabilizzazione (vedi Figura 2), n. 3 per ogni cella, con spazio sufficiente a mantenere separati i cumuli.

In via conservativa, tenendo conto di fattori quali:

- ✓ la possibilità di occupazione di singole piazzole per tempi tecnici più lunghi del previsto,
- ✓ l'eventualità della occupazione di singole piazzole da parte di rifiuto non ammesso in discarica, in attesa dell'organizzazione del viaggio di ritorno presso il produttore,

Belvedere SpA ha la facoltà di avvalersi della quinta e sesta piazzola disponibile per le verifiche in loco.

Lo scarico dei rifiuti da analizzare avverrà direttamente dal mezzo conferitore dentro la cella: mediante l'ausilio di una pala caricatrice gommata con braccio girevole telescopico, i rifiuti scaricati verranno rimodellati in modo da formare un cumulo omogeneo, ben separato dagli altri previsti all'interno della cella (vedi Figura 3.20/2).

La separazione dei rifiuti avverrà tramite delimitazione delle singole piazzole attraverso barriere new jersey e paletti semovibili collegati da catena e corredati di cartello indicante:

- ✓ codice EER rifiuto;
- ✓ produttore rifiuto;
- ✓ numero formulario del rifiuto;
- ✓ numero piazzola e data di confinamento.

La stessa pala caricatrice verrà utilizzata per il carico dei cumuli successivamente all'ottenimento dei risultati delle analisi di laboratorio.

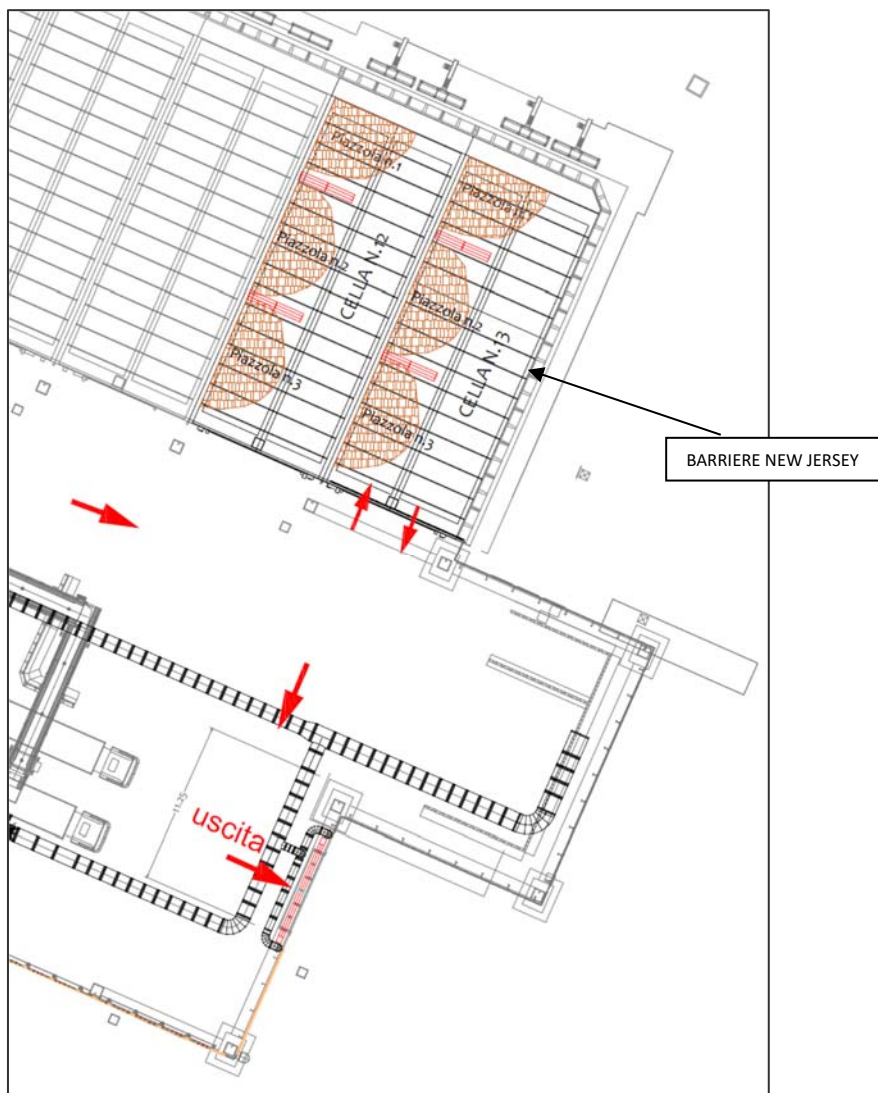


Figura 3.20/2: Modalità di confinamento dei cumuli oggetto di verifiche in loco all'interno delle celle n. 12 e n.13

Sarà cura di Belvedere mantenere un numero di produttori in ingresso tali da garantire la possibilità di effettuare le verifiche in loco necessarie utilizzando le biocelle n. 12 e n. 13.

Gli esiti della sperimentazione in corso, come indicato al punto 3.2 lettera b) del DD 16422 del 17/08/2022, permetteranno la *valutazione delle modalità gestionali tali da massimizzare la produzione di FOS con IRDP<1000 mgO2/kgSVh* che sarà effettuata *in relazione al numero e alle dimensioni attuali delle biocelle*; pertanto attraverso i risultati della sperimentazione in

corso saranno calcolati i quantitativi massimi di rifiuto che sarà possibile trattare alla sezione di biostabilizzazione, fermo restando che la sezione di biostabilizzazione sarà costituita da un numero massimo di celle pari a 11.

Di seguito si riporta la procedura che verrà seguita per le verifiche analitiche in loco per i rifiuti conferiti da terzi:

- 1) *il mezzo contenente il rifiuto oggetto di verifica in loco viene pesato ed al produttore viene comunicata via mail la necessità di procedere con la verifica analitica del carico;*
- 2) *l'ufficio accettazione trattiene la documentazione relativa al rifiuto e associata al trasporto, consistente nelle 3 copie del FIR (formulario trasporto rifiuti);*
- 3) *Il mezzo viene indirizzato presso l'idonea area dedicata alla messa in deposito ed il rifiuto viene scaricato;*
- 4) *al trasportatore che lascia l'impianto è consegnata una fotocopia del formulario con riportato nel campo "annotazioni" la seguente dicitura: "carico accettato con riserva in attesa di verifica analitica";*
- 5) *per mantenere e garantire la tracciabilità del rifiuto, il movimento in ingresso del rifiuto oggetto di verifica analitica è registrato "in attesa" in apposita sezione all'interno del sistema gestionale dedicato;*
- 6) *il laboratorio esterno incaricato dal destinatario (Belvedere Spa) procede al prelievo di un campione di rifiuto;*
- 7) *il campione viene sottoposto a verifica analitica da parte del laboratorio;*
- 8) *a seguito dell'esito delle verifiche analitiche, entro 15 giorni lavorativi dalla messa in deposito, fatto salvo approfondimenti di analisi e/o altre operazioni tecnico-operative-commerciali, si potranno verificare due casi:*
 - a) *se i risultati delle analisi evidenziano l'ammissibilità del rifiuto in discarica, si procede allo smaltimento/recupero dello stesso in attività D1 o R11/R3. Il movimento viene registrato a livello del sistema gestionale e nel registro di carico/scarico della discarica (si precisa che la data di registrazione sul registro di carico scarico corrispondente alla data di smaltimento e/o recupero è successiva ai due giorni lavorativi di cui all'art. 190 del D.Lgs. 152/2006 e smi). Nel FIR viene barrato al punto 11 "accettato per intero"; delle tre copie del FIR in mano al destinatario: una rimane al destinatario una inviata al trasportatore ed una inviata al produttore.*
 - b) *se i risultati delle analisi evidenziano la non ammissibilità del rifiuto in discarica si procede con la comunicazione immediata al produttore dell'esito negativo della verifica e della sospensione dei conferimenti in attesa di eventuale nuova procedura di omologa ed entro i successivi 15 giorni lavorativi sarà comunicato all'autorità competente in merito alla mancata ammissione dei rifiuti in discarica*
Si richiede l'invio del trasportatore per restituire il rifiuto al produttore; sulle 3 copie del FIR viene barrato al punto 11 "carico respinto" con motivazione "verifica analitica in loco non superata". Le tre copie del FIR, con allegato la copia del certificato analitico, vengono consegnate al trasportatore (si precisa che il trasportatore viaggia con un FIR avente data di inizio trasporto, comma 12 dell'art. 193 del D.Lgs. 152/2006 e smi, antecedente alla data di restituzione del rifiuto); al trasportatore viene consegnato anche un documento interno che riporta le informazioni relative al trasporto.
- 9) *Una fotocopia del FIR con allegato il certificato analitico viene archiviata presso l'ufficio.*

I campioni utilizzati per le verifiche di conformità e le verifiche in loco saranno conservati presso il laboratorio convenzionato per almeno 2 mesi e saranno a disposizione dell'autorità competente.

3.21. SUPERFICI OCCUPATE

Per quanto attiene le superfici occupate, si forniscono i seguenti dati:

- a) **superficie totale** dell'impronta del nuovo lotto di discarica: **281.000 m²**
- b) dato percentuale rispetto alla superficie totale, delle **superfici in sormonto ai corpi di discarica esistenti**: **77 %**
- c) dato percentuale, rispetto alla superficie totale, delle superfici di **nuova occupazione di suolo non interessato da pregressi corpi di discarica**: **23 %**
- d) dato percentuale, rispetto alla superficie totale, delle **parti sub-pianeggianti**: **6 %**
- e) dato percentuale rispetto, alla superficie totale, delle **parti in sponda**: **94 %**

Per quanto attiene lo stato attuale dell'impianto e lo stato di progetto, con riferimento al perimetro impiantistico attuale e futuro, si evidenzia preliminarmente che il Piano Regionale, con il riferimento ai **centri abitati**, rimanda alla definizione di tale concetto da parte del **Codice della Strada**, approvato con Decreto Legislativo 30 aprile 1992, n.285 e s.m.i., che prevede:

Art. 4. Delimitazione del centro abitato

1. Ai fini dell'attuazione della disciplina della circolazione stradale, **il comune**, entro centottanta giorni dalla data di entrata in vigore del presente codice, **provvede con deliberazione della giunta alla delimitazione del centro abitato**.
2. La deliberazione di delimitazione del centro abitato come definito dall'articolo 3 è pubblicata all'albo pretorio per trenta giorni consecutivi; ad essa viene allegata idonea cartografia nella quale sono evidenziati i confini sulle strade di accesso.

Per i criteri di individuazione del centro abitato, occorre dunque fare riferimento alla **Circolare del Ministero LL.PP. n. 6709 del 1997**

MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI - CIRCOLARE 29 dicembre 1997, n. 6709/97

(G.U. n. 38 del 16 febbraio 1998)

Direttive in ordine all'individuazione dei tratti di strade statali, regionali e provinciali all'interno dei centri abitati, a seguito dell'entrata in vigore delle modifiche al regolamento di attuazione del nuovo della strada.

(Decreto del Presidente codice della Repubblica 16 settembre 1996, n. 610).

Premesso:

- che l'art. 2, comma 7, del nuovo codice della strada - decreto legislativo 30 aprile 1992, n. 285, stabilisce che: «le strade urbane di cui al comma 2, lettere D, E ed F. sono sempre comunali quando siano situate nell'interno dei centri abitati, eccettuati i tratti interni di strade statali, regionali o provinciali, che attraversano centri abitati con popolazione non superiore a diecimila abitanti»;
- che l'art. 3, comma 1, punto 8, dello stesso codice, definisce il centro abitato: «insieme di edifici, delimitato lungo le vie di accesso dagli appositi segnali di inizio e fine. Per insieme di edifici si intende un raggruppamento continuo, ancorché intervallato da strade, piazze, giardini o simili, costituito da non meno di venticinque fabbricati e da aree di uso pubblico con accessi veicolari o pedonali sulla strada»;
- che l'art. 4 del nuovo codice della strada, introduce l'obbligo per tutti i comuni di procedere alla delimitazione del centro abitato, con delibera della giunta municipale scortata da idonea cartografia;

- che con la stessa deliberazione della giunta municipale con la quale si procede alla delimitazione del centro abitato, ai sensi dell'art. 4, comma 4, del regolamento di attuazione del nuovo codice della strada, così come modificato dal d.P.R. n. 610/1996, i tratti di strade statali, regionali o provinciali, che attraversano i centri abitati con popolazione superiore a diecimila abitanti, sono classificati quali «strade comunali»;
- che la delimitazione del centro abitato, ai sensi dell'art. 5, comma 3, del regolamento di attuazione del nuovo codice della strada, così come modificato dal d.P.R. n. 610/1996, individua l'ambito territoriale in cui è necessaria, da parte dell'utente della strada, una particolare cautela nella guida, nonché i limiti territoriali di applicazione delle diverse discipline previste dal codice e dal regolamento all'interno ed all'esterno del centro abitato, e quindi i confini territoriali di competenza e di responsabilità tra i comuni e gli altri enti proprietari di strade;
- che l'art. 5, comma 7, del regolamento di attuazione del nuovo codice della strada, così come modificato dal d.P.R. n. 610/1996, stabilisce che: «Nei casi in cui la delimitazione del centro abitato interessi strade non comunali, la deliberazione della giunta municipale, prevista dall'art. 4, comma 1, del codice, con la relativa cartografia allegata, è inviata all'ente proprietario della strada interessata, prima della pubblicazione all'albo pretorio, indicando la data di inizio di quest'ultima. Entro il termine di pubblicazione l'ente stesso può inviare al comune osservazioni o proposte in merito. Su esse si esprime definitivamente la giunta municipale con deliberazione che è pubblicata all'albo pretorio per dieci giorni consecutivi e comunicata all'ente interessato entro questo stesso termine. Contro tale provvedimento è ammesso ricorso ai sensi dell'art. 37, comma 3, del codice»;

Considerato:

- che sorgono, in particolare, perplessità circa l'esatta interpretazione della definizione di centro abitato, di cui all'art. 3, comma 1, punto 8 del codice;
- che il rilevante numero di contenziosi in essere tra enti proprietari di strade ed amministrazioni comunali, per l'individuazione dei centri abitati, determina di fatto la paralisi di tutti gli atti amministrativi collegati alle delimitazioni dei centri abitati stessi, con grave disagio per gli utenti;
- che è necessario applicare in modo uniforme quanto disposto in materia dal codice della strada e dal relativo regolamento di attuazione.

Tutto ciò premesso e considerato si forniscono i necessari chiarimenti e si impartiscono le conseguenti direttive:

1. La delimitazione del centro abitato deve essere effettuata in funzione della situazione edificatoria esistente o in costruzione, e non di quella ipotizzata dagli strumenti urbanistici, tenendo presente che il **numero di almeno venticinque fabbricati**, con accesso veicolare o pedonale diretto sulla strada, previsti dall'art. 3, comma 1, punto 8, del codice della strada, è comunque subordinato alla caratteristica principale di «**raggruppamento continuo**». Pertanto detti fabbricati debbono essere **in stretta relazione tra di loro e non costituire episodi edilizi isolati**; i fabbricati quindi possono essere intervallati solo da: «strade, piazze, giardini o simili, ed aree di uso pubblico» con esclusione quindi di terreni agricoli, aree fabbricabili, etc.

I comuni, qualora non abbiano già ottemperato, provvederanno tempestivamente, ai sensi dell'art. 4 del codice della strada, con delibera di giunta, alla delimitazione dei centri abitati, aventi le caratteristiche individuate dall'art. 3, comma 1, punto 8, del codice stesso, e ricadenti nell'ambito del proprio territorio comunale. Nel caso in cui gli enti proprietari delle strade segnalino situazioni nelle quali le delibere di delimitazione dei centri abitati siano in contrasto con quanto disposto dall'art. 3, comma 1, punto 8, del codice della strada, si procede ai sensi dell'art. 5, comma 2, dello stesso codice della strada, e secondo le modalità previste dall'art. 6 del relativo regolamento di attuazione, così come modificato dal d.P.R. n. 610/1996;

2. Nella delibera di giunta saranno specificate le progressive chilometriche, di inizio e fine, delle strade in accesso a ciascun centro abitato. Tale delibera, ai sensi dell'art. 4, comma 2, del codice della strada, sarà scortata da «idonea cartografia», aggiornata alla situazione attuale e recante in modo chiaro e leggibile: i fabbricati, esistenti o in costruzione, le aree di uso pubblico, le strade,

le piazze, i giardini o simili, ubicati lungo le strade di accesso, nonché le progressive chilometriche di inizio e fine delle medesime;

3. La delibera di giunta e relativa cartografia, al fine di consentire il rispetto dei tempi previsti dall'art. 5, comma 7, del regolamento di attuazione del nuovo codice della strada, così come modificato dal d.P.R. n. 610/1996, sarà trasmessa in triplice copia a mezzo raccomandata a.r. agli enti proprietari delle strade. Per l'Ente ANAS alla Direzione generale Direzione centrale lavori - Servizio esercizio - Ufficio consistenza, classifica, concessioni - Via Monzambano, 10 - 00185 Roma;

4. Un verbale di constatazione dei limiti del centro abitato, in analogia al verbale di consegna della strada previsto dall'art. 4, comma 6, del regolamento di attuazione del nuovo codice della strada, così come modificato dal d.P.R. n. 610/1996, sarà comunque redatto anche per i tratti di strade statali, regionali o provinciali, attraversanti centri abitati, con popolazione inferiore a diecimila abitanti, al fine di disciplinare i rapporti tra ente proprietario della strada e comune;

5. In mancanza della delibera di giunta di delimitazione di centro abitato, o nelle more di redazione del suddetto verbale alle richieste di autorizzazioni o concessioni, lungo i tratti di strade statali, regionali o provinciali interni ai possibili centri abitati, per i quali non è stato redatto un verbale per il riconoscimento di traversa interna ai sensi della legge n. 126/1958 si applicano la disciplina, le procedure e le competenze previste per i tratti esterni ai centri abitati. Per contro, nel caso in cui sia stato redatto il suddetto verbale, di riconoscimento di traversa interna, alle stesse richieste si applica la disciplina prevista per i tratti esterni ai centri abitati, mentre rimangono invariate le procedure e le competenze fissate dal verbale;

6. I tratti di strade che si trovano all'interno dei centri abitati, come definiti dall'art. 3, comma 1, punto 8, del nuovo codice della strada aventi origine e/o destinazione all'esterno degli stessi centri, e che posseggono le seguenti caratteristiche: sono prive di intersezioni a raso; sono prive di accessi privati; sono dotate di passaggi pedonali protetti o, in mancanza di tali elementi, sono vietate alla circolazione dei pedoni, non costituiscono attraversamenti di centro abitato ai sensi dell'art. 2, comma 7 del nuovo codice della strada e pertanto conservano la classificazione di strada extraurbana.

In tali circostanze il centro abitato ha inizio in corrispondenza dell'immissione degli svincoli sulla viabilità urbana;

7. I comuni sono tenuti a comunicare alle sezioni circolazione e sicurezza stradale dei provveditorati regionali, alle organizzazioni provinciali, organi periferici di questo Ministero, di cui si riportano in allegato gli indirizzi, se hanno ottemperato o meno all'obbligo di delimitazione dei centri abitati previsto dall'art. 4 del nuovo codice della strada. In caso affermativo dovranno comunicare anche gli estremi della relativa delibera della giunta municipale. Ciascun comune farà riferimento al provveditorato regionale competente per territorio.

Il Ministro: COSTA

Premesso quanto sopra, viene presentata la tavola:

- **VIN_EG_020_Limite_impianto_attuale_progetto**

nella quale sono rappresentati:

- il perimetro dell'impianto della Legoli 1
- il perimetro dell'impianto della Legoli 2
- il perimetro dell'impianto della Legoli 3

e dalla quale risulta che, all'interno della fascia di rispetto dei 500 m dal centro abitato di Legoli (come definito con **Delibera Giunta Comunale n. 233 del 26/06/1993**, della quale si riporta un estratto nella stessa tavola e che viene fornita nella sua versione integrale nell'elaborato **VIN_AL_020_centro_abitato_Legoli**), **il perimetro dell'impianto Legoli 3 risulta ampiamente all'interno dei perimetri già approvati della Legoli 1 e della Legoli 2.**

Evidenziato quanto sopra, si sottolinea inoltre che **nella fascia di rispetto dei 500 m dal centro abitato di Legoli non è prevista una ulteriore messa in posto rifiuti**, come risulta dalla tavola

- **VIN_EG_030_Limite_rifiuti_progetto**

nella quale sono riportati:

- il limite di interramento rifiuti di progetto sulle discariche già completate o autorizzate
- **la nuova area di conferimento rifiuti prevista nel progetto della Legoli 3**

Pertanto, come risulta dalla tavola suddetta e dagli elaborati progettuali **PDC**, **nella fascia di rispetto dei 500 m dal centro abitato di Legoli non è prevista una ulteriore messa in posto rifiuti e saranno eseguite solamente operazioni di recupero paesaggistico ambientale del sito.**

3.22. VOLUMETRIA COMPLESSIVA E DURATA DELL'IMPIANTO

Il D.Lgs. 121/2020 chiede di indicare la capacità utile della discarica tenendo conto anche dell'assestamento dei rifiuti e della perdita di massa dovuta alla trasformazione in biogas.

Il calcolo dei cedimenti dell'ammasso è notoriamente molto difficoltoso per i seguenti motivi:

- eterogeneità e completa anisotropia del materiale;
- la composizione merceologica del rifiuto è variabile sia nel tempo che nello spazio e, dunque, è variabile il comportamento geotecnico;
- l'evoluzione dei cedimenti dipende anche dalle modalità gestionali che possono variare nel tempo (efficienza di raccolta del percolato; efficienza della captazione del biogas, etc.);
- la mole di dati disponibili sul comportamento geotecnico delle discariche è scarsa.
- altre variabili che entrano in gioco sono legate ai mezzi e alle modalità di compattazione, all'entità dei sovraccarichi, ai movimenti delle particelle finì all'interno dei vuoti.

Si può comunque dire che la massima velocità di deformazione dell'ammasso, si ha nei primi anni dal deposito; infatti in questo periodo, nell'ipotesi di sovraccarico costante, è già avvenuta la compattazione per effetto del peso proprio e la fase fermentativa acida si è pressoché completata con la idrolisi della sostanza organica e la sua trasformazione in acido acetico, acidi volatili, alcoli ed idrogeno solforato.

Nelle fasi successive la curva dei cedimenti è caratterizzata da un minore gradiente.

Si evidenzia che nella fase iniziale della coltivazione la messa in posto dei rifiuti dovrà procedere in modo da garantire una corretta connessione morfologica dell'impianto su entrambi i fianchi della discarica, e quindi i primi lotti di coltivazione dovranno essere gestiti con un fronte dei rifiuti in grado di connettersi in maniera adeguata ai fianchi sinistro e destro della vallecola, ma nelle successive fasi di gestione è stata invece conferita una pendenza più blanda in modo da contenere la volumetria complessiva dell'impianto.

Le modalità di approntamento e coltivazioni in sequenza dei vari lotti e sottofasi, e la morfologia di progetto da raggiungere con la coltivazione, sono illustrate nelle tavole grafiche **PDC**, dove viene presentato anche un adeguato numero di sezioni longitudinali e trasversali illustranti la morfologia dell'ampliamento di progetto, basate sullo stato di fatto attuale e correttamente quotate in tutte le parti illustrate; le sezioni riportano:

- quote stato iniziale;
- quote di scavo;
- quote di fondo vasca;
- quote di rifiuti.

Nell'elaborato **GEN_AL_010_report_volumi_conferiti** viene fornito, per quanto attiene la discarica **Legoli 2**, come da progetto autorizzato in corso di completamento, il calcolo dei volumi immessi in discarica dall'inizio dei conferimenti, **aggiornato al 18/12/2021**, che risulta pari a circa **2.750.000 m3**.

Pertanto la **volumetria residua geometrica** rispetto al progetto generale approvato (4.000.000 m3 al netto delle coperture) somma a circa **1.250.000 m3**.

Per quanto attiene l'effettivo aumento volumetrico richiesto con il presente progetto e tenendo conto che nelle varie Fasi di gestione sarà raggiunta la morfologia di progetto riportata nelle **Tavole PDC**, si forniscono per **Legoli 3** i seguenti dati:

| | |
|--|-----------------|
| • Volume netto per conferimento rifiuti | 4.330.000 m3 |
| • Volume per coperture giornaliere | 1.300.000 m3 |
| • Quantitativo annuale massimo rifiuti conferiti | 250.000 m3/anno |
| • Quantitativo annuale massimo rifiuti per coperture provvisorie | 75.000 m3/anno |
| • Volume per drenaggi e argini | 210.000 m3 |
| • Volume per coperture finali rifiuti | 490.000 m3 |

Per valutare il flusso annuo medio di rifiuti da inviare a smaltimento (espresso in tonnellate/anno), assumendo, come riportato nell'elaborato **PEF-RT-010 – Piano Economico Finanziario - Allegato 2 - Costi di Esercizio**, un **peso di volume medio dei rifiuti pari a 1.000 Kg/m3**, per il completamento delle varie Fasi di Gestione e il raggiungimento della morfologia finale di progetto, ne risulterà un conferimento annuo pari a circa **250.000 tonnellate/anno**, salvo l'ultimo anno di esercizio per il completamento delle volumetrie autorizzate (**145.000 tonnellate/anno**).

Ovviamente, **qualora la natura dei rifiuti e/o la loro modalità di compattazione consentano di ottenere un diverso peso di volume, i quantitativi annui sopra espressi ne risulteranno di conseguenza modificati.**

Per quanto attiene la **vita tecnica dell'intervento** si precisa, come riportato nell'elaborato **PEF-RT-010 – Piano Economico Finanziario - Allegati 2 – 3 – 5 - 6**, che in base ai flussi previsti le ulteriori volumetrie derivanti dal progetto in oggetto potranno consentire una ulteriore durata di **18 anni**.

Sempre per quanto attiene la durata e il volume della discarica, qualora vengano a mancare i flussi annui previsti da soddisfare, con la presente proposta progettuale potrà essere **programmata una eventuale interruzione dei conferimenti al termine della coltivazione della Fase 4 (14 anni) e al termine della coltivazione della Fase 5.1 (16 anni)**, per la quale sarà possibile presentare le modalità di completamento delle volumetrie residue di rifiuti da mettere in posto e di ripristino paesaggistico e ambientale del sito.

A titolo indicativo, vengono dunque presentate le tavole illustrative delle due suddette ipotesi di completamento anticipato:

- **ICA-EG-010 – Ipotesi di completamento anticipato al termine della Fase 4**
- **ICA-EG-020 – Ipotesi di completamento anticipato al termine della Fase 5.1**

L'esame delle due tavole suddette evidenzia, ovviamente, la possibilità di un ripristino paesaggistico e ambientale del sito di minor pregio rispetto a quello derivante dal

completamento dell'intervento come proposto, ma la morfologia ipotizzata consentirà comunque una corretta gestione delle acque meteoriche di ruscellamento superficiale e il loro allontanamento dall'area di intervento.

Si evidenzia infine che la nuova impostazione della morfologia finale, oltre a produrre una **diminuzione della durata e della volumetria complessiva dell'impianto**, avrà inoltre la naturale conseguenza di **allontanare ulteriormente le aree di conferimento dei rifiuti dalla frazione di Legoli**, e di tale nuova configurazione è stata data evidenza nella Tavola **VIN-EG-030 - Limite area interrimento rifiuti di progetto**.

Pertanto, nella parte alta dell'impianto si potrà procedere fin da subito al **ripristino ambientale delle aree della Legoli 2 che non saranno interessate da ulteriori conferimenti di rifiuti**, non appena decorsi i due anni necessari a garantire un parziale assestamento dell'ammasso dei rifiuti conferiti, cioè a partire dal **2027**, e di tale lavorazione è stata data evidenza nella Tavola **PDC-EG-030 - Piano di coltivazione - Lotto 2 - Sottofase 1**.

3.23. GESTIONE DELLA FASE TRANSITORIA

Per la gestione della fase transitoria vengono presentati i seguenti elaborati di dettaglio:

- **FOP_RT_010_Relazione_fasi_operative**
- **FOP_EG_010_Planimetria_schematica**
- **FOP-EG-020_Fasi operative_Planimetria 1di4**
- **FOP-EG-030_Fasi operative_Planimetria 2di4**
- **FOP-EG-040_Fasi operative_Planimetria 3di4**
- **FOP-EG-050_Fasi operative_Planimetria 4di4**

dai quali risulta come sarà garantita, durante la fase transitoria, la continuità degli accessi e quindi dei conferimenti fino a esaurimento delle volumetrie residue autorizzate e pianificate nella **Legoli 2**.

3.24. MOVIMENTI TERRA

Al fine di eliminare il trasferimento di terra dall'esterno dell'area di proprietà della Belvedere Spa, ne è stato ottimizzato il bilancio all'interno del cantiere, individuando 4 macro aree per il reperimento delle terre necessarie per la copertura finale dei rifiuti, ed in particolare (vedi **Tavola TRS-EG-010**):

- dagli scavi di approntamento del fondo del Lotto 1 di gestione saranno reperiti, in banco, circa **100.000 m3** di terre
- dagli scavi di approntamento dei lotti successivi, da realizzare solo sul fianco sinistro della zona di messa in posto dei rifiuti, saranno reperiti, in banco, circa **50.000 m3** di terre
- dal rimodellamento del versante alla base del Triangolo Verde, saranno reperiti, in banco, circa **290.000 m3** di terre
- dal rimodellamento del dosso presente sul fianco sinistro della discarica, a Sud dell'accettazione alta, saranno reperiti, in banco, circa **170.000 m3** di terre

come risulta con maggiore dettaglio dal Piano di Gestione delle Terre e Rocce da Scavo (vedi elaborato **TRS-RT-010**).

Si osserva inoltre che, avendo ottimizzato il bilancio dei movimenti terra all'interno del cantiere, nel corso dei lavori si avrà un'eccedenza momentanea di terra molto contenuta e solo in corrispondenza del primo periodo di approntamento delle opere iniziali, con la conseguente necessità di un deposito intermedio delle terre scavate molto contenuto (vedi elaborato **TRS-RT-010**), sia nel tempo sia nello spazio.

3.25. MEZZI E PERSONALE

Per quanto riguarda il transito di mezzi d'opera deve essere fatta una distinzione tra la fase di cantiere e la fase di gestione; infatti i lavori di realizzazione del nuovo ampliamento si collocheranno temporalmente durante la fase di coltivazione della attuale discarica e i conferimenti nel primo lotto della discarica in progetto andranno in prosecuzione di quelli in corso.

Nel periodo di realizzazione dei lavori di approntamento del nuovo progetto verranno comunque sovrapposte le fasi di gestione, e quindi di conferimento dei rifiuti, e le fasi di realizzazione (scavo e preparazione fondo, demolizione degli impianti esistenti, realizzazione di impianti, infrastrutture e del nuovo edificio servizi, etcc...) delle opere; dopo tale periodo rimarranno esclusivamente le operazioni di gestione.

Attualmente i mezzi di proprietà della Belvedere e quindi da utilizzare nelle diverse fasi risultano:

- n. 2 COMPATTATORI BOMAG BC 1172 RB;
- n. 1 COMPATTORE TANA;
- n. 5 DUMPER VOLVO di cui 1 A30D e 4 A30E;
- n. 1 PALA GOMMATA 120 VOLVO;
- n. 1 RUSPA KOMATSU D51;
- n. 1 RUSPA 734 LIHEBERR;
- n. 1 RULLO BOMAG BW219 DH4;
- n. 1 ESCAVATORE 460 VOLVO;
- n. 1 ESCAVATORE KOMATSU PC 80 MR-5;
- n. 1 ESCAVATORE 360 VOLVO;
- n. 1 TRATTORE SAME Krypton 100 con fresa;
- n. 1 TRATTORE FIAT 180-90;
- n. 1 MAHINDRA;
- n. 1 MITSUBISCHI L200;
- n. 1 GALLOPER;
- n. 1 TOYOTA Hilux.

Per Il conferimento dei rifiuti, questo solitamente avviene con Bilico 13 mt walking-floor da 30 ton..

In fase di gestione a regime l'impianto lavorerà h 12 su due turni lavorativi un turno al mattino e uno al pomeriggio.

Il personale operativo previsto per la gestione sarà lo stesso operante nell'attuale gestione della discarica e degli impianti e assomma a 12 persone

| Categorie di dipendenti | N. Dipendenti |
|---|---------------|
| Direttore Tecnico | 1 |
| Add. Pesa, Formulari, Registr. e amministrativo | 5 |
| Responsabili cantiere | 1 |
| Operatori macchine operatrici | 6 |
| Gestione impianti ausiliari | 5 |
| Generici impianto | 1 |

Tabella 3.25/1 – Personale operativo

3.26. RECINZIONE E SISTEMAZIONE A VERDE

Tutta l'area sarà recintata in modo da permettere l'accesso solo dai cancelli di ingresso.

Per quanto attiene il Piano di Ripristino Ambientale dell'area, in corso d'opera e al termine dell'esercizio, si rimanda integralmente all'elaborato **PRA-RT-010** e relativi allegati.

3.27. FASE DI DISMISSIONE

Per quanto attiene le demolizioni degli edifici e dei manufatti presenti nell'impianto nella fase di dismissione del sito, si precisa che, qualora i livelli delle emissioni (percolato e biogas) risultino ambientalmente compatibili si procederà alla demolizione dell'area impianti (vedi Tavola **GEN-EG-060**) e alla sua rinaturalizzazione in sintonia con il Piano di Ripristino Ambientale presentato (vedi elaborati **PRA-RT-010**, **PRA-EG-040**, **PRA-EG-050**).

L'area **Uffici** sarà invece mantenuta a servizio delle altre attività presenti nell'area.

4. PIANI DI GESTIONE

4.1. PIANI DI GESTIONE OPERATIVA E POST-OPERATIVA

Il Piano di Gestione Operativa (**PGO**) individua le modalità e le procedure necessarie a garantire che le attività della discarica siano condotte in conformità con i principi, le modalità e le prescrizioni del D.Lgs. 121/2020 e delle autorizzazioni in essere, e riporta la descrizione di:

- modalità di conferimento dei rifiuti all'impianto, della tipologia degli automezzi impiegati, dei sistemi utilizzati per assicurare il contenimento delle emissioni originate dalla dispersione eolica e delle perdite di percolato nel corso del conferimento;
- procedure di accettazione dei rifiuti conferiti (controllo del formulario di identificazione, ispezione visiva dei rifiuti, eventuali prelievi di campioni e relative modalità di campionamento ed analisi);
- modalità e criteri di deposito dei rifiuti nelle aree di coltivazione;
- criteri di riempimento e chiusura delle aree di coltivazione, con l'indicazione delle misure da adottare per la riduzione della produzione di percolato;
- procedura di chiusura;
- piano di intervento per condizioni straordinarie.

Il Piano di Gestione Post-Operativa (**PGPO**) individua tempi, modalità e condizioni della fase di gestione post-operativa della discarica, con particolare riferimento alle attività di manutenzione delle opere e dei presidi, in modo da garantire che anche in tale fase la discarica mantenga i requisiti di sicurezza ambientale previsti.

La Belvedere Spa ha conseguito la certificazione ambientale ai sensi del Regolamento CE nr.761-2001 EMAS; l'ottenimento di tale qualificazione ha comportato e comporta uno sforzo di costante aggiornamento ed adeguamento ai più recenti sviluppi normativi del Sistema di Gestione Ambientale in generale e, in particolare, delle procedure operative (accettazione rifiuti, modalità di messa a dimora dei rifiuti, controllo e gestione di percolato e biogas, contenimento delle emissioni, etc.).

I Piani di Gestione Operativa (**PGO**) e Post-Operativa (**PGPO**), organizzati in conformità con le disposizioni di Legge e in maniera convergente rispetto al Sistema di Gestione Ambientale, sono riportati nell'elaborato **PGO-RT-010** al quale si rimanda per i relativi dettagli.

4.2. PIANO DI SORVEGLIANZA E CONTROLLO

Il Piano di Sorveglianza e Controllo del progetto di RAZIONALIZZAZIONE FUNZIONALE DEGLI IMPIANTI DI SERVIZIO E CONTESTUALE RECUPERO DI NUOVE VOLUMETRIE dell'Impianto di Legoli è stato impostato tenendo conto della normale prosecuzione dei lavori di gestione della Discarica di Legoli tra la fase attuale (Legoli 2), approvata con DD n. 4702 del 11/11/2014 della Provincia di Pisa e s.m.i., e il progetto presentato (Legoli 3).

La definizione del quadro dei controlli è stata impostata considerando che l'intervento oggetto del presente progetto andrà in parziale sormonto sulla discarica attualmente in corso di esercizio; il **PSC** considera pertanto, a regime, l'insieme degli interventi come un unico impianto.

Il Piano di Sorveglianza e Controllo, organizzato in conformità con le disposizioni di Legge e in maniera convergente rispetto al Sistema di Gestione Ambientale, è riportato nell'elaborato **PSC-RT-010** al quale si rimanda per i relativi dettagli.

4.3. PIANO DI RIPRISTINO PAESAGGISTICO E AMBIENTALE

Il Piano di Ripristino Ambientale prevede il recupero della superficie di copertura della discarica, mirando, attraverso le scelte progettuali, a restituire al territorio una superficie simile a quelle contermini, che quindi si inserisca in modo armonico nel paesaggio circostante.

Il contesto in cui ci si muove è caratterizzato da colline calanchive, le cui pendici con esposizione a sud si presentano coperte da una vegetazione più rarefatta, soprattutto arbustiva, localizzata negli impluvi, per la permanenza di umidità, mentre a nord il soprassuolo è prevalentemente di caducifoglie, con una composizione più varia e ricca. Le sommità dei colli si presentano con una consistenza prevalentemente erbacea.

Il progetto intende riproporre un "disegno di paesaggio" con le medesime caratteristiche dei rilievi contermini e/ simili per esposizione, altezza e declività, attraverso l'utilizzo di specie erbacee e arbustive rilevate nella zona e corrispondenti ai tipi vegetazionali trovati nei versanti ad esposizione corrispondente.

È stata presa in analisi un'ampia superficie intorno a quella di progetto, osservando le forme delle superfici boscate, la tessitura delle coltivazioni, dei prati, degli arbusteti, degli incolti, ed in seguito è stata disegnata l'area di progetto come se fosse la tessera di un mosaico.

Poiché alla fine dei lavori sarà presente uno spazio molto esteso, con scarsa declività, l'obiettivo è quello di creare percettivamente, delle forre, degli impluvi, attraverso l'uso di chiaro-scuro, con specie sempreverdi, poste più fitte quindi più scure, nelle parti più interne delle composizioni vegetazionali in modo che risultassero più evidenti e predominanti, e specie caducifoglie, quindi di tonalità più chiara sull'esterno, sempre più rarefatte, fino ad arrivare al mando erboso.

Poiché lo strato di terreno disponibile sarà mediamente di circa 1 m, non sarà possibile mettere a dimora specie arboree di prima grandezza, ma solo alberi di limitate dimensioni, non idroesigenti, che, come in altre colline calanchive vicine, si svilupperanno senza raggiungere le dimensioni massime, ma rimanendo ad altezze limitate.

In linea generale è stato previsto l'impianto di specie erbacee su gran parte della superficie oggetto di ripristino, utilizzando una miscela di graminacee e leguminose, queste ultime miglioratrici del terreno

Non è stato ritenuto necessario prevedere l'idrosemina data la moderata acclività della morfologia finale.

Il Piano di Ripristino Ambientale sarà attuato in coerenza con le fasi di coltivazione, come meglio evidenziato negli elaborati di progetto (vedi elaborato **PRA-RT-010** e relative **Tavole** allegate).

5. PROCEDIMENTI AMMINISTRATIVI CONNESSI

5.1. VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE

Il progetto per il quale viene richiesta l'autorizzazione ricade tra quelli previsti alla **Parte Seconda - Allegato III** del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i., ed in particolare alla lettera:

- **ag)** *Ogni modifica o estensione dei progetti elencati nel presente allegato, ove la modifica o l'estensione di per sé sono conformi agli eventuali limiti stabiliti nel presente allegato.*

in quanto risulta una modifica sostanziale del seguente impianto previsto alla **Parte Seconda - Allegato III** del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i., alla lettera:

- **p)** Discariche di rifiuti urbani non pericolosi con capacità complessiva superiore a 100.000 m3 (operazioni di cui all'Allegato B, lettere D1 e D5, della parte quarta del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152): discariche di rifiuti speciali non pericolosi (operazioni di cui all'Allegato B, lettere D1 e D5, della parte quarta del decreto legislativo n. 152/2006), ad esclusione delle discariche per inerti con capacità complessiva sino a 100.000 m3.

e quindi il progetto dovrà essere sottoposto alla procedura di Valutazione di Impatto Ambientale, ai sensi dell'art. 43 della L.R. 10/2010 e ss.mm.ii., di competenza della Regione Toscana; pertanto il progetto definitivo dell'intervento è comprensivo del presente **STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE** relativo all'intervento da realizzare.

5.2. OCCUPAZIONE AREA

L'area di intervento risulta già disponibile alla Belvedere Spa.

5.3. VARIANTE URBANISTICA

La scheda norma dell'ambito connesso con gli impianti di smaltimento e trattamento rifiuti allegata al P.O. del Comune di Peccioli, approvato con DCC n. 22 del 30.7.2018 e DCC n. 24 del 26.10.2020, che definisce le norme tecniche di attuazione dell'area, riporta che **Le attività ammissibili potranno essere quelle legate ad attività di smaltimento rifiuti** e quindi l'intervento **non** necessita di variante urbanistica.

5.4. AUTORIZZAZIONE INTEGRATA AMBIENTALE

Ai sensi dell'**Articolo 29-nonies** del D.Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii. (**Modifica degli impianti o variazione del gestore**), il Gestore Belvedere Spa, dovrà:

- **comunicare** all'autorità competente le modifiche progettate dell'impianto, come definite dall'articolo 5, comma 1, lettera l) del suddetto Decreto;
- **richiedere** all'Autorità Competente, ove questa lo ritenga necessario, di aggiornare l'Autorizzazione Integrata Ambientale (AIA), ovvero, se rileva che le modifiche progettate siano sostanziali ai sensi dell'articolo 5, comma 1, lettera l-bis), ne dia notizia alla

Belvedere Spa ai fini degli adempimenti di cui al comma 2 dell'**Articolo 29-nonies** del D.Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii..

L'aggiornamento di AIA sostituirà le seguenti autorizzazioni ambientali di cui all'allegato IX parte seconda d.lgs 152/2006:

- Determina Dirigenziale Provincia di Pisa n. **4702** dell'11/11/14 - *"AIA Titolo III bis DLgs 152-2006 per l'esercizio del lotto di ampliamento della discarica per rifiuti urbani di Peccioli – Belvedere spa"* e ss. mm. e ii.;
- Nota Provincia di Pisa prot. 74974_09.09.04 del 19.03.2015: Precisazioni e rettifica DD n. 4702 del 11.11.2014 relativa all'esercizio del lotto di ampliamento della discarica di Peccioli.
- Decreto Dirigenziale Regione Toscana n. **449** del 19/01/17 - *"Aggiornamento a seguito di modifica non sostanziale dell'AIA n. 4702 del 11/11/2014 e smi rilasciata dalla Provincia di Pisa relativa all'esercizio del lotto di ampliamento della discarica per rifiuti urbani e alla realizzazione ed esercizio provvisorio dell'impianto di trattamento meccanico biologico (TMB) dei rifiuti urbani tal quali prima dello smaltimento in discarica"* (INSERIMENTO EER 190501);
- Decreto Dirigenziale Regione Toscana n. **8360** del 09/06/2020 – *"Aggiornamento, ai sensi dell'articolo 29-quarter del D. Lgs 152/2006 e s. m. i., dell'AIA rilasciata con DD 4702 del 11/11/2014 della Provincia di Pisa per l'esercizio della volumetria residua e di modifiche gestionali, di cui al progetto denominato: "Secondo ampliamento della discarica per rifiuti urbani e rifiuti non pericolosi sita in località Legoli nel Comune di Peccioli", autorizzato con DD 2857 del 20/06/2012 della Provincia di Pisa"*;
- Decreto Regione Toscana n. **610** del 19/01/2021 – *"Discarica per rifiuti non pericolosi annesso impianto di trattamento meccanico biologico (TMB) di RUI, sita in Loc. Legoli, Comune di Peccioli (PI). Gestore: Belvedere Spa. Aggiornamento dell'AIA vigente sull'installazione n. 4702 dell'11/11/14 della Provincia di Pisa e sue successive modifiche e integrazioni, ai sensi e per gli effetti della comunicazione di modifica di cui al comma 1 dell'art. 29-nonies del D.lgs. 152/2016 e smi trasmessa dal gestore"*.

5.5. SCARICHI IN ACQUE SUPERFICIALI

Le condense trattate alla fine del sistema FENTON e del filtraggio, derivanti dall'**impianto di trattamento del percolato** (vedi elaborato **GPG-RT-010**) saranno disponibili per lo scarico in acque superficiali, per il quale dovrà essere richiesta la relativa autorizzazione.

I **Nuovi Servizi** saranno dotati di bagni a servizio del personale e di impianti di condizionamento e/o climatizzazione dell'aria.

Tenuto conto:

- che l'area in oggetto non è servita dalla pubblica fognatura;
- che i **liquami civili** e le **acque di condensa** derivanti dagli impianti di condizionamento e/o climatizzazione non potranno essere immessi in acque superficiali;
- che ai sensi dell'Art. 18 del Regolamento 8 settembre 2008, n. 46/R - Regolamento di attuazione della legge regionale 31 maggio 2006, n. 20 le acque di condensa sono assimilate ad acque reflue domestiche;
- che comunque si tratta di quantitativi non significativi;

i **liquami civili** e le **acque di condensa** saranno gestiti e smaltiti autonomamente ai sensi del DPGRT 46/R/2008; pertanto **dovrà essere richiesta la relativa autorizzazione.**

5.6. PIANO DI EMERGENZA INTERNO

In riferimento alle “Linee guida per la gestione operativa degli stoccaggi negli impianti di gestione dei rifiuti e per la prevenzione dei rischi” e in conformità all’art. 26-bis della L. n. 132/2018, in data 19/11/2021 (prot. 312/VII/b/28) è stato inoltrato alla Prefettura di Pisa un aggiornamento del Piano di Emergenza Interno.

Il Piano di Emergenza Interno sarà **aggiornato tenendo conto delle modifiche introdotte dalla approvazione** della presente istanza.

5.7. EMISSIONI IN ATMOSFERA

Per quanto attiene le **emissioni convogliate** in atmosfera e le **emissioni diffuse**, dovrà essere **richiesta la relativa autorizzazione.**

5.8. AUTORIZZAZIONE UNICA ENERGETICA

Per quanto riguarda la costruzione della nuova Centrale di recupero energetico alimentata a gas di discarica (Fonte Rinnovabile), quale “rifacimento totale” della attuale Centrale di recupero, che verrà dismessa, viene contestualmente richiesta: DOMANDA DI AUTORIZZAZIONE UNICA PER LA COSTRUZIONE E L’ESERCIZIO DI UN IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE RINNOVABILE (L.R. 39/2005 e s.m.i.; art. 12 D.Lgs. 387/2003; D.M. Sviluppo Economico 10/9/2010).

La domanda, il progetto definitivo comprensivo della Relazione tecnica (**AUE-RT-010**) e gli allegati (in parte contestuali a quelli generali) sono compresi nel medesimo procedimento autorizzativo.

5.9. AUTORIZZAZIONI RICHIESTE E SOSTITUITE

Per quanto attiene l’elenco di autorizzazioni richieste e sostituite con il rilascio dell’AIA di cui all’allegato IX alla Parte Seconda del D.Lgs 152/2006, è il seguente:

- 1. Autorizzazione alle emissioni in atmosfera, fermi restando i profili concernenti aspetti sanitari (Titolo I della Parte Quinta del Decreto)**
- 2. Autorizzazione allo scarico (Capo II del Titolo IV della Parte Terza)**
- 3. Autorizzazione unica per gli impianti di smaltimento e recupero dei rifiuti (articoli 208 e 210)**

6. MOTIVAZIONI E FINALITA' DELLA SOLUZIONE PRESCELTA

La proposta avanzata da Belvedere Spa, partendo da un'analisi complessiva degli interventi già realizzati nell'Impianto di Gestione Integrata dei Rifiuti di Legoli e di quelli in via di realizzazione (impianto FORSU), consiste in una soluzione progettuale che prevede una razionalizzazione dei sistemi di gestione del percolato e del biogas e una complessiva riorganizzazione funzionale e una nuova collocazione degli impianti di servizio, semplificando la gestione e aumentando, di conseguenza, il livello di sicurezza ambientale, procedendo al contempo ad una diversa conformazione morfologica dell'area di messa in posto dei rifiuti.

Esaminando infatti i lavori relativi al "*Secondo ampliamento della discarica per rifiuti non pericolosi in località Legoli nel Comune di Peccioli*", approvato nel 2012 e ad oggi in corso di realizzazione (vedi **Tavola GEN-EG-010**), si può infatti osservare come il rilevato di sbarramento di fondovalle non sia stato posizionato, da un punto di vista strettamente morfologico, in una posizione tale da garantire il miglior inserimento ambientale dell'impianto.

Si evidenzia infatti che, nel caso di discariche collinari, la collocazione del rilevato di sbarramento e il conseguente rimodellamento di progetto dovrebbero essere condizionati unicamente dall'assetto morfologico del territorio circostante, in modo da garantire il migliore inserimento visivo/paesaggistico/ambientale dello stesso.

In riferimento a tale osservazione è già stato evidenziato che tale posizione del rilevato di sbarramento di fondovalle, pur non risultando ottimale dal punto di vista strettamente morfologico, venne motivata dalla necessità di giungere a una soluzione progettuale che consentisse di coniugare tra loro diverse esigenze, tra le quali si citano, a titolo non esaustivo, il contenimento della volumetria massima di smaltimento dei rifiuti, la separazione del nuovo progetto dalle vecchie aree di conferimento, il mantenimento degli impianti già presenti nella loro collocazione originaria.

In particolare, l'insieme delle diverse esigenze da dover coniugare tra loro condizionò in maniera significativa la posizione del rilevato di sbarramento di fondovalle, che dovette essere collocato in posizione arretrata rispetto alla sua posizione ottimale che sarebbe stata la linea spartiacque che delimitava le due vallecule all'interno delle quali erano ubicate la vecchia discarica ormai ultimata (Legoli 1) e quella di progetto (Legoli 2) (vedi **Tavola GEN-EG-010**).

Tale scelta ha condizionato in maniera significativa la conformazione finale che potrà essere ottenuta con il progetto già approvato (vedi **Allegato APR-AL-020 – ex-Tavola PD-RTI-EGP-090 – Planimetria discarica colmatata**), sia per quanto attiene l'evidente dissimmetria della conformazione morfologica tra le diverse aree di progetto, sia per la necessità di dover adottare sistemi complessi di gestione delle acque meteoriche di dilavamento superficiale e sia, soprattutto, per l'anomala collocazione e il notevole impatto visivo degli impianti di servizio.

La soluzione proposta prevede quindi la messa in posto di una nuova opera di sbarramento in corrispondenza della linea spartiacque che delimita le due vallecule all'interno delle quali sono collocate la vecchia discarica ormai ultimata (Legoli 1) e quella attualmente in esercizio (Legoli 2), ed una nuova configurazione del rimodellamento planimetrico della discarica (vedi **Tavola**

GEN-EG-020) che andrà ad interessare le stesse vallecicole ad oggi già impegnate dallo smaltimento dei rifiuti.

In tal modo, la nuova e diversa collocazione dell'opera di sbarramento leggermente più a valle, in una posizione tale da garantire un perfetto inserimento della discarica completata nel paesaggio circostante, consentirà anche un recupero di volumetrie da rendere disponibili per la messa in posto dei rifiuti.

Tale proposta risulta possibile e attuabile in quanto la nuova area di intervento, come del resto quella fino ad oggi utilizzata, ricade interamente:

- dal punto di vista urbanistico, all'interno della **UTOE-12** del Comune di Peccioli, all'interno della quale sono ammessi interventi connessi all'attività della discarica;
- dal punto di vista geologico, all'interno della formazione delle "**Argille azzurre plioceniche**", che costituiscono la migliore barriera geologica naturale rinvenibile nei terreni presenti in affioramento a Sud dell'Arno e, più in generale, in tutta la Toscana.

Si sottolinea inoltre che l'intervento proposto, oltre ad interessare le stesse vallecicole ad oggi già utilizzate per lo smaltimento dei rifiuti, prevede la modifica planimetrica nell'angolo Sud-Est dell'impianto, cioè nella zona più lontana dal centro abitato di Legoli, e non modifica, nella parte restante, il perimetro delle aree già destinate al conferimento dei rifiuti.

Quanto sopra, come anticipato, potrà inoltre consentire un'ulteriore mitigazione dell'impatto visivo, paesaggistico e ambientale della discarica, come risulta dal confronto tra la conformazione morfologica già approvata (vedi elaborato **APR-AL-020**) e quella della proposta avanzata da Belvedere Spa (vedi elaborati **GEN-EG-020** e **PRA-EG-030**).

Da tale confronto risulta infatti evidente che, sebbene vi sia la percezione dell'aumento volumetrico dell'impianto, esso risulta perfettamente mitigato dalla migliore regolarità morfologica del versante di progetto che andrà ad innestarsi in corrispondenza della linea spartiacque che delimita le due vallecicole all'interno delle quali è già avvenuto fino ad oggi, e lo sarà anche in futuro, il conferimento dei rifiuti.

Operando in tal modo, oltre al notevole miglioramento che potrà derivare dalla razionalizzazione dei sistemi di gestione del percolato e del biogas e, più in generale, dalla complessiva riorganizzazione funzionale e dalla nuova organizzazione degli impianti di servizio posti a valle della discarica, potranno essere gestite in maniera ancora migliore le acque meteoriche di dilavamento superficiale e, di conseguenza, le infiltrazioni meteoriche in discarica e la relativa produzione di percolato.

Si evidenzia inoltre che, anche per quanto attiene gli altri principali potenziali fattori di impatto su base annua (consumi di materie prime, di acqua e di energia, streams di rifiuti prodotti, emissioni atmosferiche diffuse, emissioni sonore, etc...), non si avranno impatti aggiuntivi significativi, in quanto essi risultano dipendenti solamente dal conferimento medio annuo di rifiuti che potrà essere mantenuto analogo ai livelli attuali.

Tuttavia, le maggiori volumetrie rese disponibili potranno consentire sia una maggiore autonomia del sistema di gestione dei rifiuti sia la possibilità di sopperire alle emergenze nella gestione dei rifiuti non pericolosi che si dovessero presentare sul territorio, senza incidere in maniera significativa sulla capacità ricettiva dell'impianto.

Infine, avendo dato evidenza dei benefici derivanti dalla proposta della Belvedere Spa in termini di maggiore autoregolazione ed autonomia territoriale e di minimizzazione dell'impatto paesaggistico, vale la pena, soprattutto in questo particolare momento di grave crisi a livello mondiale, evidenziare anche i benefici sociali ed economici che deriveranno dalla realizzazione dell'intervento, ed in particolare il contenimento dei costi di gestione dei rifiuti a scala regionale, il mantenimento ed eventuale incremento dei livelli di produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili (biogas), l'occupazione di personale, gli investimenti della Belvedere Spa con finalità di carattere sociale e la ricaduta sull'indotto locale e regionale.

Per la valutazione e la quantificazione dei benefici economici derivanti dall'intervento, si rimanda integralmente agli elaborati **PEF-RT-010-piano-economico-finanziario** e **BSE-RT-010-benefici-socio-economici**.

7. INTERVENTI ALTERNATIVI IPOTIZZABILI

Alternativamente alla soluzione prescelta esistono le seguenti possibilità:

- individuazione di un altro sito
- soluzione zero

7.1. ALTRO SITO

La scelta di un altro sito sarebbe peggiorativa per diversi motivi fra i quali:

- maggior costo di investimento in quanto occorrerebbe realizzare tutte le opere ex novo (viabilità, servizi, parcheggi, stoccaggio percolato, pese etc.);
- maggiore impatto ambientale sul territorio rispetto ad un intervento su una discarica esistente;
- confronto con un sito quale Legoli che da un punto di vista geologico è eccellente per la realizzazione di un impianto di discarica

Si evidenziano inoltre alcuni elementi preferenziali per la positiva valutazione dell'intervento:

- dotazione di infrastrutture;
- impianti di trattamento rifiuti già esistenti (TMB) ed in via di realizzazione (FORSU);
- localizzazione in area già adibita a discarica;
- preesistenza di reti di monitoraggio per il controllo ambientale;
- viabilità d'accesso esistente
- disponibilità di collegamenti stradali esterni ai centri abitati.

7.2. OPZIONE ZERO

La non realizzazione dell'opera potrebbe provocare la difficoltà di chiudere il ciclo di trattamento e smaltimento dei rifiuti una volta esaurite le volumetrie residue della discarica.

Si evidenzia inoltre che le maggiori volumetrie rese disponibili potranno consentire sia una maggiore autonomia del sistema di gestione dei rifiuti sia la possibilità di sopperire alle emergenze nella gestione dei rifiuti non pericolosi che si dovessero presentare sul territorio, senza incidere in maniera significativa sulla capacità ricettiva dell'impianto.

8. QUADRO TEMPORALE DEGLI INTERVENTI

Per quanto riguarda infine i tempi tecnici previsti per la realizzazione degli interventi, si evidenzia che essi saranno sostanzialmente determinati dai tempi necessari per il rilascio delle varie autorizzazioni da parte della Regione Toscana in quanto, dal punto di vista tecnico, la Belvedere Spa ha ormai acquisito, in oltre 20 anni di attività, una completa padronanza del contesto territoriale di intervento e risulterà quindi in grado di garantire la realizzazione delle opere e la loro messa in esercizio in tempi brevi.

Si evidenzia comunque che, per le particolari modalità di gestione della discarica e per la configurazione morfologica ad oggi raggiunta con la messa in posto dei rifiuti, sarebbe opportuno dare immediata attuazione agli interventi proposti per una serie di motivi, tra i quali si citano, in particolare:

- in primo luogo, una discarica collinare viene gestita procedendo con la messa in posto dei rifiuti dal basso verso l'alto e, allo stato attuale, la quota raggiunta con la gestione del **"Secondo ampliamento della discarica per rifiuti non pericolosi in località Legoli nel Comune di Peccioli"**, approvato nel 2012 e ad oggi in corso di realizzazione, non risulta ancora tale da dover richiedere la gestione dei lotti di coltivazione procedendo dall'alto;
- in secondo luogo, procedendo in tempi brevi con l'intervento proposto, la messa in posto dei nuovi rifiuti procederebbe a partire dal nuovo sbarramento di base; pertanto i rifiuti già messi in posto nel corso della gestione del progetto approvato avrebbero modo di consolidarsi per peso proprio garantendo quindi, oltre al recupero di ulteriori volumetrie per gli assestamenti che ne deriveranno, anche una migliore superficie di appoggio del sormonto proposto.

8.1. TEMPI TECNICI PER L'APPRONTAMENTO

Per quanto riguarda i tempi tecnici previsti per l'esecuzione degli interventi previsti nella prima fase esecutiva dei lavori, questi saranno articolati secondo quanto indicato nel crono programma (vedi elaborato **CPR-EG-010**) e assommeranno a circa **435 giorni = 15 mesi**.

8.2. TEMPI PER LA MESSA IN ESERCIZIO - 1° FASE

La messa in esercizio della discarica e quindi l'inizio dei conferimenti, è stata temporalmente collocata 2 settimane dopo la fine dei lavori di approntamento del primo lotto della discarica, prevedendo collaudi funzionali in corso d'opera finalizzati al rilascio in tempi brevi dell'autorizzazione all'esercizio da parte della Regione.

8.3. VITA TECNICA DELL'INTERVENTO

Per quanto riguarda la durata complessiva della discarica, intesa come periodo in cui verranno conferiti i rifiuti, in base ad un flusso medio di 320.000 ton/anno oltre la FOS per le coperture giornaliere, si stima che la volumetria già autorizzata con DD n. 8360 del 09/06/2020 (vedi allegato **APR-AL-060**), con la quale la Regione Toscana ha approvato l'esercizio della volumetria complementare a 1.970.000 m³ di cui alla DD n. 2857 del 20/06/2012 della Provincia di Pisa, potrà essere completata nel 2027 (vedi elaborato **PFE-RT-010-piano-economico-finanziario**).

Oltre tale data, sempre in base ad un flusso medio di 250.000 ton/anno oltre la FOS per le coperture giornaliere, le ulteriori volumetrie derivanti dal progetto in oggetto potranno consentire una ulteriore durata di **18 anni** (vedi elaborato **PFE-RT-010-piano-economico-finanziario**).

Sempre per quanto attiene la durata e il volume della discarica, qualora vengano a mancare i flussi annui previsti da soddisfare, con la presente proposta progettuale potrà essere **programmata una eventuale interruzione dei conferimenti al termine della coltivazione della Fase 4 (14 anni) e al termine della coltivazione della Fase 5.1 (16 anni)**, per la quale sarà possibile presentare le modalità di completamento delle volumetrie residue di rifiuti da mettere in posto e di ripristino paesaggistico e ambientale del sito.

A titolo indicativo, vengono dunque presentate le tavole illustrative delle due suddette ipotesi di completamento anticipato:

- **ICA-EG-010 – Ipotesi di completamento anticipato al termine della Fase 4**
- **ICA-EG-020 – Ipotesi di completamento anticipato al termine della Fase 5.1**

9. VALUTAZIONI DI COMPATIBILITA' URBANISTICA, TERRITORIALE E AMBIENTALE

Lo STUDIO SUGLI EFFETTI URBANISTICO-TERRITORIALI ED AMBIENTALI, applicato al progetto proposto per l'impianto di gestione integrata dei rifiuti di Legoli, ha permesso di evidenziare le problematiche, connesse con la sua realizzazione, in relazione alle principali categorie ambientali.

L'intervento proposto, oltre a interessare le stesse vallecicole ad oggi già utilizzate per lo smaltimento dei rifiuti, prevede la realizzazione del rimodellamento planimetrico della discarica nell'angolo Sud-Est dell'impianto, cioè nella zona più lontana dal centro abitato di Legoli, e non modifica, nella parte restante, il perimetro delle aree già destinate al conferimento dei rifiuti.

Quanto sopra potrà consentire una consistente mitigazione dell'impatto visivo/paesaggistico/ambientale della discarica, come risulta dal confronto tra la conformazione morfologica già approvata (vedi elaborato **APR-AL-020**) e quella della proposta avanzata da Belvedere Spa (vedi elaborati **GEN-EG-020** e **PRA-EG-030**).

Da tale confronto risulta infatti evidente che, sebbene vi sia la percezione dell'aumento volumetrico dell'impianto, esso risulta perfettamente mitigato dalla migliore regolarità morfologica del versante di progetto che andrà ad innestarsi in corrispondenza della linea spartiacque che delimita le due vallecicole all'interno delle quali è già avvenuto fino ad oggi, e lo sarà anche in futuro, il conferimento dei rifiuti (vedi elaborati **GEN-EG-020** e **PRA-EG-030**).

Operando in tal modo, oltre al notevole miglioramento che potrà derivare dalla razionalizzazione dei sistemi di gestione del percolato e del biogas e, più in generale, dalla complessiva riorganizzazione funzionale e dalla nuova organizzazione degli impianti di servizio posti a valle della discarica, potranno essere gestite in maniera ancora migliore le acque meteoriche di dilavamento superficiale e, di conseguenza, le infiltrazioni meteoriche in discarica e la relativa produzione di percolato.

Si evidenzia inoltre che, anche per quanto attiene gli altri principali potenziali fattori di impatto su base annua (consumi di materie prime, di acqua e di energia, streams di rifiuti prodotti, emissioni atmosferiche diffuse, emissioni sonore, etc...), non si avranno impatti aggiuntivi significativi, in quanto essi risultano dipendenti solamente dal conferimento medio annuo di rifiuti che potrà essere mantenuto analogo ai livelli attuali.

Tuttavia, le maggiori volumetrie rese disponibili potranno consentire sia una maggiore autonomia del sistema di gestione dei rifiuti sia la possibilità di sopperire alle emergenze nella gestione dei rifiuti non pericolosi che si dovessero presentare sul territorio, senza incidere in maniera significativa sulla capacità ricettiva dell'impianto.

In base a quanto analizzato nel presente Studio, gli effetti negativi introdotti nell'ambiente sono quindi risultati di entità da bassa a media: in particolare, gli effetti che producono alterazioni permanenti hanno una magnitudo che risulta al massimo di medio-alta entità; gli impatti risultano, comunque, tutti correttamente gestibili adottando le misure di controllo e di

mitigazione all'uopo individuate.

Infine, avendo dato evidenza dei benefici derivanti dalla proposta della Belvedere Spa in termini di maggiore autoregolazione ed autonomia territoriale e di minimizzazione dell'impatto paesaggistico, vale la pena, soprattutto in questo particolare momento di grave crisi a livello mondiale, evidenziare anche i benefici sociali ed economici che deriveranno dalla realizzazione dell'intervento, ed in particolare il contenimento dei costi di gestione dei rifiuti a scala regionale, il mantenimento ed eventuale incremento dei livelli di produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili (biogas), l'occupazione di personale, gli investimenti della Belvedere Spa con finalità di carattere sociale e la ricaduta sull'indotto locale e regionale.

Per quanto sopra detto si può concludere che l'intervento progettato, realizzato secondo il progetto elaborato e le misure di mitigazione previste, è **compatibile dal punto di vista urbanistico-territoriale ed ambientale.**

10. PIANO ECONOMICO-FINANZIARIO

Nei precedenti paragrafi sono state evidenziate la fattibilità tecnica, urbanistica e ambientale dell'intervento, la concreta possibilità di realizzazione dell'opera, i vantaggi derivanti in termini di mitigazione complessiva degli impatti, i benefici sociali ed economici che deriveranno dalla realizzazione dell'intervento.

Per quanto attiene la sua fattibilità economica, è stato elaborato il Piano Economico-Finanziario che rappresenta lo strumento che definisce i parametri finanziari del progetto presentato e mette in evidenza i principali parametri finanziari relativi alle fasi di realizzazione ed esercizio della discarica, sia in fase di gestione operativa che post-operativa (vedi elaborato **PEF-RT-011, che integra e sostituisce l'elaborato PEF-RT-010**).

In particolare il **PEF** è stato impostato tenendo conto della normale prosecuzione dei lavori di gestione della Discarica di Legoli tra la fase attuale, approvata con DD n. 4702 del 11/11/2014 della Provincia di Pisa e s.m.i., e il progetto presentato.

Tenuto conto delle richieste della Regione Toscana relative al periodo di post-gestione (vedi elaborato **INT-RT-010 - Paragrafo 6.6 – Post-gestione**), nel **PEF-RT-011** è stata prevista, a titolo **estremamente cautelativo**:

- una post-gestione pari a **50 anni**;
- per tutto il periodo di post-gestione una **produzione di percolato pari a quella a regime dell'impianto**.

Il **PEF-RT-011**, al quale si rimanda per maggiori dettagli, presenta lo sviluppo temporale delle seguenti voci di costo:

1. Costi di investimento (**Allegato 1**)
2. Costi di esercizio (**Allegato 2**)
3. Costo del progetto di ripristino ambientale (**Allegato 3**)
4. Costo di esercizio della fase di post-chiusura (**Allegato 4**)

Il risultato finale (**Allegato 5**), stimato il quantitativo complessivo di rifiuti messi a dimora nella discarica, è pertanto una tariffa di smaltimento che tiene in considerazione, oltre ai normali costi di esercizio, quelli relativi agli investimenti necessari per l'esecuzione del progetto nonché quelli sostenuti per le garanzie finanziarie che il gestore deve prestare, i costi stimati di chiusura e quello di post-chiusura, la cui durata è stata posta a cinquanta anni.

Nel **PEF-RT-011** è stata data evidenza delle fasi successive di messa in posto della copertura finale e di recupero paesaggistico e ambientale del sito dei flussi di rifiuti previsti, della volumetria complessiva dell'impianto e della sua durata.

Il **PEF-RT-011** è stato elaborato disaggregando per quanto possibile le varie voci d'elenco, ed è stato inserito un nuovo foglio (**Allegato 6**) nel quale le singole voci di costo, disaggregate, sono sviluppate in dettaglio su tutta la vita dell'impianto (progettazione, realizzazione, gestione, chiusura definitiva, periodo post-mortem); nello stesso **Allegato 6** sono riportati i **ricavi derivanti dai conferimenti**.

Per quanto attiene i costi dell'investimento iniziale, nella seguente tabella, viene riportato il Quadro Economico di Spesa comprensivo della complessiva riorganizzazione funzionale e nuova organizzazione degli impianti di servizio.

INVESTIMENTO INIZIALE QUADRO ECONOMICO DI SPESA

A - LAVORI E FORNITURE

| | | | |
|---|---|----------|----------------------|
| 1 | OPERE DI SBARRAMENTO E RACCOLTA DEL PERCOLATO | € | 7.100.000,00 |
| 2 | DEMOLIZIONE E RICOSTRUZIONE AREA IMPIANTI | € | 2.200.000,00 |
| 3 | IMPIANTO PERCOLATO – SILOS DI STOCCAGGIO | € | 4.200.000,00 |
| 4 | IMPIANTO BIOGAS | € | 3.600.000,00 |
| 5 | NUOVA AREA UFFICI E SERVIZI | € | 8.100.000,00 |
| 6 | NUOVA VIABILITA' | € | 4.300.000,00 |
| 7 | IMPIANTO ELETTRICO E ANTINCENDIO | € | 2.500.000,00 |
| | IMPORTO LAVORI E FORNITURE | € | 32.000.000,00 |

| | | | |
|-----------------------------------|--------------------|----------|-------------------|
| B - ONERI PER LA SICUREZZA | circa 2,50% | € | 800.000,00 |
|-----------------------------------|--------------------|----------|-------------------|

C - SOMME A DISPOSIZIONE

| | | | |
|---|---|----------|---------------------|
| 1 | INDAGINI, ANALISI E RILIEVI, PUBBLICAZIONI, PUBBLICITA' | € | 300.000,00 |
| 2 | ONERI DI PROGETTAZIONE | € | 1.400.000,00 |
| 3 | ONERI DI DIREZIONE LAVORI | € | 800.000,00 |
| | TOTALE SOMME A DISPOSIZIONE SU PROGETTO | € | 2.500.000,00 |

| | | |
|-------------------------|----------|----------------------|
| IMPORTO PROGETTO | € | 35.300.000,00 |
|-------------------------|----------|----------------------|