

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

Geol. Raffaele Battaglini

Elaborato: <b>AA1-RT-013</b>	Titolo: <b>LOTTO 1</b> <b>Relazione tecnica di AIA – Rev.03</b>
Data: <b>Marzo 2025</b>	Redatto da: <b>Ing. Matteo Pierami</b>

**PROGETTO DEFINITIVO**  
**da sottoporre a Valutazione di Impatto Ambientale**  
**Giugno 2023**

**Elaborato AA1-RT-013**  
**LOTTO 1 - RELAZIONE TECNICA A.I.A.**  
**Rev.03 - Marzo 2025**

**INDICE**

<b>1.</b>	<b>MOTIVAZIONI DEL PROGETTO .....</b>	<b>5</b>
1.1.	ILLUSTRAZIONE SINTETICA DEL PROGETTO .....	5
1.2.	DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO SULLA BASE DEI FABBISOGNI .....	8
1.3.	DIMENSIONAMENTO COMPLESSIVO DELL'IMPIANTO E SUDDIVISIONE PER LOTTI .....	10
1.4.	ORGANIZZAZIONE E NUMERAZIONE DEGLI ELABORATI .....	10
<b>2.</b>	<b>DESCRIZIONE SCHEMATICA DELL'IMPIANTO ATTUALE.....</b>	<b>13</b>
2.1.	AUTORIZZAZIONI PREGRESSE .....	13
2.2.	ATTIVITA' GIA' AUTORIZZATE .....	13
2.3.	SITUAZIONE ATTUALE .....	15
2.4.	VALUTAZIONE DELLA EFFICIENZA COMPLESSIVA DELL'ATTUALE SISTEMA DI CAPTAZIONE DEL PERCOLATO.....	17
2.5.	MONITORAGGIO PIEZOMETRICA DEL PERCOLATO.....	26
2.6.	DESCRIZIONE E UBICAZIONE DEI POZZI DI CONTROLLO .....	27
2.7.	CAPTAZIONE DEL BIOGAS – STATO DI FATTO/AUTORIZZATO .....	29
2.8.	EFFICIENZA DI CAPTAZIONE DEL BIOGAS .....	29
<b>3.</b>	<b>DESCRIZIONE DELLE ATTIVITA' DI PROGETTO .....</b>	<b>31</b>
3.1.	SITUAZIONE A GIUGNO 2024 .....	31
3.2.	DESCRIZIONE SINTETICA DEI LAVORI DI APPRONTAMENTO .....	31
3.3.	SBARRAMENTO DI VALLE DEL CORPO DEI RIFIUTI .....	32
3.4.	PREPARAZIONE ED IMPERMEABILIZZAZIONE DEL FONDO DISCARICA .....	33
3.4.1.	VERIFICA DEL LIVELLO 1 – BARRIERA GEOLOGICA NATURALE .....	38
3.4.2.	REALIZZAZIONE DEI LIVELLI DI ARGILLA COMPATTATA .....	39
3.4.2.1.	MATERIALI DA IMPIEGARE .....	39
3.4.2.2.	ACCORGIMENTI IN CORSO D'OPERA .....	40
3.4.2.3.	PROTOCOLLO DI CONTROLLO QUALITA' .....	40
3.5.	ARGINE DI PROTEZIONE DELLA PARATIA .....	40
3.6.	PREPARAZIONE ED IMPERMEABILIZZAZIONE ARTIFICIALE DELLE SPONDE DELLA DISCARICA .....	43
3.6.1.	BARRIERA DI SPONDA IN PRESENZA DI ARGILLA PLIOCENICA COMPATTA – FIANCO SINISTRO DELLA PARATIA.....	44
3.6.2.	BARRIERA DI SPONDA IN ASSENZA DI ARGILLA PLIOCENICA COMPATTA – FIANCO DESTRO DELLA PARATIA.....	46
3.6.3.	BARRIERA DI SPONDA SOPRA LE DISCARICHE ESISTENTI.....	48
3.7.	CALCOLI DI EQUIVALENZA DEI GEOSINTETICI .....	49
3.8.	STRATO DRENANTE SUL FONDO .....	58
3.9.	STRATO DRENANTE POSTO A RIDOSSO DEI MURI DI SBARRAMENTO DI LEGOLI 1 E LEGOLI 2 .....	59
3.10.	STRATO DRENANTE SULLE SPONDE .....	61
3.11.	ESTRAZIONE DEL PERCOLATO – STATO DI FATTO .....	61

3.11.1.	ESTRAZIONE PERCOLATO DA LEGOLI 2 – SECONDO AMPLIAMENTO .....	61
3.11.2.	ESTRAZIONE PERCOLATO DA LEGOLI 2 – PRIMO INTERVENTO .....	63
3.11.3.	ESTRAZIONE PERCOLATO DA LEGOLI 1 .....	68
3.11.4.	PROTEZIONE DA POTENZIALI INNALZAMENTI ANOMALI DI PERCOLATO.....	69
3.12.	ESTRAZIONE DEL PERCOLATO DA LEGOLI 1 E LEGOLI 2 – STATO DI PROGETTO .....	70
3.12.1.	ESTRAZIONE DI PERCOLATO MEDIANTE SOPRAELEVAZIONE DEI POZZI ESISTENTI.....	71
3.12.2.	ESTRAZIONE DI PERCOLATO A GRAVITA' .....	73
3.13.	SORMONTO SULLE DISCARICHE ESISTENTI.....	81
3.13.1.	MODALITA' REALIZZATIVE DEL FONDO DEI LOTTI ESISTENTI.....	82
3.13.2.	MODALITA' REALIZZATIVE DELLE COPERTURE DEI LOTTI ESISTENTI E DI SORMONTO DI LEGOLI 3 SOPRA LE DISCARICHE ESISTENTI.....	83
3.13.2.1.	SORMONTO IN CORRISPONDENZA DEGLI SBARRAMENTI .....	84
3.13.2.2.	SORMONTO SOPRA LE COPERTURE REALIZZATE .....	86
3.14.	NUOVO PIAZZALE IMPIANTI .....	94
3.14.1.	DEMOLIZIONE VECCHI IMPIANTI E SERVIZI.....	95
3.15.	SISTEMA DI GESTIONE DEL PERCOLATO .....	96
3.15.1.	POMPAGGIO DEL PERCOLATO .....	97
3.15.1.1.	POZZI DI CAPTAZIONE .....	97
3.15.1.2.	GESTIONE STRAORDINARIA.....	101
3.15.1.3.	POMPE DI SOLLEVAMENTO.....	102
3.15.2.	STIMA DELLA PRODUZIONE DI PERCOLATO DURANTE LA FASE DI COLTIVAZIONE .....	105
3.15.2.1.	Dati pluviometrici.....	108
3.15.2.2.	Determinazione coefficiente di deflusso.....	110
3.15.2.3.	Produzione percolato Legoli 3.....	111
3.15.3.	VALIDAZIONE DEI DATI DI PRODUZIONE DEL PERCOLATO .....	119
3.15.3.1.	VALIDAZIONE SU LEGOLI 1 .....	119
3.15.3.2.	VALIDAZIONE SU LEGOLI 2 .....	121
3.15.4.	STIMA DELLA PRODUZIONE DI PERCOLATO NELLA FASE CRITICA INIZIALE .....	124
3.15.4.1.	DATI PLUVIOMETRICI .....	124
3.15.4.1.	STIMA DELLA PORTATA .....	126
3.15.5.	ULTERIORE VERIFICA DEI SILOS.....	127
3.15.6.	SILOS DI ACCUMULO DEL PERCOLATO E LINEA DI CARICAMENTO .....	128
3.15.6.1.	GESTIONE DELLA PIAZZOLA DI CARICAMENTO DEL PERCOLATO .....	131
3.15.7.	IMPIANTO DI TRATTAMENTO IN SITO DEL PERCOLATO .....	131
3.16.	SISTEMA DI GESTIONE DEL BIOGAS .....	135
3.16.1.	CONFIGURAZIONE ATTUALE .....	135
3.16.2.	CONFIGURAZIONE DI PROGETTO.....	135
3.16.3.	TRATTAMENTO DEL BIOGAS (IN ESUBERO) NELLA FASE TRANSITORIA.....	138
3.16.4.	RACCOLTA E CONVOGLIAMENTO DELLE CONDENSE .....	139
3.16.5.	POTENZIAMENTO DELLA RETE DI RACCOLTA DEL BIOGAS .....	143
3.17.	IMPIANTO ANTINCENDIO .....	145
3.18.	IMPIANTO ELETTRICO .....	145
3.19.	VIABILITA' E AREE SERVIZI.....	145
3.19.1.	ACCETTAZIONE ALTA.....	146
3.19.2.	ACCETTAZIONE BASSA – NUOVO CENTRO SERVIZI CENTRALIZZATO .....	146
3.19.3.	ACQUE REFLUE DOMESTICHE .....	147
3.20.	MESSA IN POSTO DEI RIFIUTI – PIANO DI COLTIVAZIONE .....	148
3.20.1.	STRATI DI COLTIVAZIONE .....	149
3.20.2.	Fase1/SottoFase1 di coltivazione.....	149
3.20.3.	Coltivazione area intorno ai pozzi e/o in adiacenza alle scarpate impermeabilizzate. ....	150
3.20.4.	Coltivazione dei moduli interni alle Fasi/SottoFasi .....	150
3.20.5.	OTTIMIZZAZIONE DELLA CAPTAZIONE DEL BIOGAS.....	150
3.20.6.	COPERTURA DEFINITIVA .....	151
3.20.7.	VERIFICHE DI STABILITA' .....	153
3.20.7.1.	VERIFICHE DI STABILITA' GLOBALI E LOCALI.....	153
3.20.7.2.	VERIFICHE DI STABILITA' DEI VERSANTI.....	153

3.20.7.3.	INTERFERENZA DELLE AREE DI INTERVENTO CON LE AREE PAI.....	154
3.20.7.4.	VERIFICA DI STABILITA' DEL SISTEMA GEOSINTETICO DI COPERTURA.....	162
3.20.7.4.1	Risultati di calcolo in combinazione statica .....	163
3.20.7.4.2	Risultati di calcolo in combinazione sismica .....	167
3.20.7.5.	PARAMETRI GEOTECNICI DEI RIFIUTI .....	170
3.20.8.	<i>VERIFICHE DEGLI ASSESTAMENTI</i> .....	175
3.20.8.1.	COMPRESSIBILITA' DEI RIFIUTI SOLIDI.....	175
3.20.8.2.	MODELLO PER IL CALCOLO DEI CEDIMENTI .....	177
3.20.8.3.	APPLICAZIONE DEL MODELLO ALLA DISCARICA LEGOLI 2 .....	179
3.20.8.4.	VARIAZIONE DELLO SFORZO VERTICALE .....	180
3.20.8.5.	VERIFICA ASSESTAMENTI SOPRA LEGOLI 1 .....	181
3.20.8.6.	VERIFICA ASSESTAMENTI SOPRA LEGOLI 2 .....	184
3.20.9.	<i>VERIFICA DEI CEDIMENTI DEL FONDO SCAVO</i> .....	187
3.20.9.1.	CEDIMENTI ATTESI NEI RIPORTI ANTROPICI.....	187
3.20.9.1.1	ZONE DI FONDO VASCA.....	187
3.20.9.1.2	ZONE SULLA SCARPATA DESTRA DELL'AREA DI INTERRAMENTO CONTROLLATO .....	188
3.20.9.2.	CEDIMENTI ATTESI NEL FONDO VASCA DI LEGOLI 3 IMPOSTATO SU ARGILLE PLIOCENICHE COMPATTE	188
3.21.	REGIMAZIONE E CONTROLLO DELLE ACQUE METEORICHE DI RUSCELLAMENTO.....	188
3.21.1.	<i>GESTIONE DELLE AMD NELLA FASE DI CANTIERE</i> .....	189
3.21.1.1.	CALCOLO DEL VOLUME DELLA VASCA DI TRATTAMENTO IN CONTINUO .....	190
3.21.1.2.	CONTROLLI E MANUTENZIONI .....	191
3.21.2.	<i>GESTIONE DELLE AMD IN FASE OPERATIVA</i> .....	192
3.22.	PROCEDURA DI CHIUSURA.....	192
3.23.	TIPOLOGIA E FLUSSI DI RIFIUTI AUTORIZZATI E DA AUTORIZZARE .....	193
3.23.1.	<i>PERIODO TRANSITORIO – COMPLETAMENTO VOLUMI AUTORIZZATI</i> .....	193
3.23.2.	<i>PERIODO A REGIME</i> .....	194
3.23.3.	<i>VERIFICHE DI CONFORMITA' E IN LOCO</i> .....	196
3.23.3.1.	CONTROLLO ACCESSO CONFERITORI .....	196
3.23.3.2.	GESTIONE DELLA DOCUMENTAZIONE.....	196
3.23.3.3.	SCARICO E MODALITA' DI GESTIONE DEL RIFIUTO DA COMPATTARE.....	196
3.23.3.4.	VERIFICHE DI CONFORMITA' .....	197
3.23.3.5.	VERIFICHE IN LOCO .....	197
3.24.	SUPERFICI OCCUPATE .....	202
3.25.	VOLUMETRIA COMPLESSIVA E DURATA DELL'IMPIANTO .....	204
3.26.	GESTIONE DELLA FASE TRANSITORIA.....	208
3.27.	MOVIMENTI TERRA .....	208
3.28.	MEZZI E PERSONALE .....	208
3.29.	RECINZIONE E SISTEMAZIONE A VERDE .....	209
3.30.	FASE DI DISMISSIONE.....	210
<b>4.</b>	<b>PIANI DI GESTIONE</b> .....	<b>211</b>
4.1.	PIANI DI GESTIONE OPERATIVA E POST-OPERATIVA.....	211
4.2.	PIANO DI SORVEGLIANZA E CONTROLLO .....	212
4.3.	PIANO DI RIPRISTINO PAESAGGISTICO E AMBIENTALE.....	212
<b>5.</b>	<b>PROCEDIMENTI AMMINISTRATIVI CONNESSI</b> .....	<b>214</b>
5.1.	VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE .....	214
5.2.	OCCUPAZIONE AREA.....	214
5.3.	VARIANTE URBANISTICA.....	214
5.4.	AUTORIZZAZIONE INTEGRATA AMBIENTALE .....	215
5.5.	SCARICHI IN ACQUE SUPERFICIALI .....	215
5.6.	PIANO DI EMERGENZA INTERNO .....	216
5.7.	EMISSIONI IN ATMOSFERA .....	216
5.8.	AUTORIZZAZIONE UNICA ENERGETICA.....	216
5.9.	AUTORIZZAZIONI RICHIESTE E SOSTITUITE .....	217



<b>6.</b>	<b>MOTIVAZIONI E FINALITA' DELLA SOLUZIONE PRESCELTA .....</b>	<b>218</b>
<b>7.</b>	<b>INTERVENTI ALTERNATIVI IPOTIZZABILI .....</b>	<b>221</b>
7.1.	ALTRO SITO .....	221
7.2.	OPZIONE ZERO .....	221
<b>8.</b>	<b>QUADRO TEMPORALE DEGLI INTERVENTI .....</b>	<b>222</b>
8.1.	TEMPI TECNICI PER L'APPONTAMENTO .....	222
8.2.	TEMPI PER LA MESSA IN ESERCIZIO – FASE 1 / SOTTOFASE 1 .....	222
8.3.	VITA TECNICA DELL'INTERVENTO .....	223
<b>9.</b>	<b>VALUTAZIONI DI COMPATIBILITA' URBANISTICA, TERRITORIALE E AMBIENTALE .....</b>	<b>224</b>
<b>10.</b>	<b>PIANO ECONOMICO-FINANZIARIO .....</b>	<b>226</b>

## 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.

### 1.1. 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-011**) 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.

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-011**), 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-011**).

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, **ai fini del rilascio della Autorizzazione Integrata Ambientale del Lotto 1** (vedi Tavola **GE1-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).

La nuova configurazione (vedi Tavola **GE1-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 potrà inoltre consentire un'ulteriore mitigazione dell'impatto visivo, paesaggistico e ambientale della discarica, come risulta dal confronto con la conformazione morfologica già approvata e quella della proposta avanzata da Belvedere Spa (vedi elaborato **APR-AL-020** e Tavole **GEN-EG-030, GE1-EG-020, PR1-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.

## **1.2. DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO SULLA BASE DEI FABBISOGNI**

Per quanto attiene l'analisi dei **fabbisogni**, sulla cui base è stata elaborata la morfologia della discarica e le volumetrie da autorizzare, e di conseguenza sono stati **progettati tutti i sistemi** ed è stato presentato lo Studio di Impatto Ambientale, si dà evidenza che il **Settore Economia Circolare e Qualità dell'Aria**, con **prot. n. 0452473 del 13/08/2024**, al quale si rinvia, rileva che

*..... si evidenzia che le modifiche introdotte da Belvedere, in particolare la previsione di gestire un primo lotto con un orizzonte temporale limitato a 10 anni, vanno nella direzione ipotizzata nel richiamato parere, anche con riferimento alle volumetrie in gioco. La proposta risulta pertanto maggiormente allineata alla pianificazione vigente e agli scenari contenuti nell'aggiornamento del piano in corso di approvazione.*

*In relazione alla stima dei fabbisogni effettuata da Belvedere che ha portato alla quantificazione dei volumi del lotto 1, si evidenzia comunque che **viene considerato anche il quantitativo di sopravaglio codice Eer 191212 derivante da trattamento dell'urbano indifferenziato**. Tale rifiuto è da classificarsi come urbano e in quanto tale non conferibile nel nuovo lotto della discarica, che viene realizzato esclusivamente per accogliere rifiuti speciali. Il conferimento di tale tipologia di rifiuto non potrà pertanto essere al momento*

*autorizzato. Considerato che con il codice Eer 191212 possono essere classificati anche rifiuti speciali si rimanda al settore regionale competente al rilascio dell'autorizzazione tale accertamento.*

*Il completamento delle volumetrie del progetto complessivo sottoposto a Via, ad esaurimento del lotto 1, dovrà inoltre essere preceduto da valutazioni sull'impiantistica operativa al 2035 e sullo stato di attuazione della pianificazione. In tal senso si suggerisce che tale condizione venga prevista nell'autorizzazione all'esercizio del lotto 1. Si rinvia infine alle valutazioni del settore regionale competente per quanto riguarda gli aspetti tecnici del progetto, compresa la **sussistenza delle condizioni per la chiusura definitiva dell'impianto qualora, ad esaurimento del lotto 1, non vi siano le condizioni per la prosecuzione dei conferimenti.***

In relazione al suddetto contributo Belvedere Spa prende atto che le modifiche introdotte, in particolare la previsione di gestire un primo lotto con un orizzonte temporale limitato a 10 anni, vanno nella direzione ipotizzata nei contributi del Settore Economia Circolare e Qualità dell'Aria e che **la proposta risulta pertanto maggiormente allineata alla pianificazione vigente e agli scenari contenuti nell'aggiornamento del piano in corso di approvazione.**

Per quanto attiene il conferimento di sopravaglio codice EER 191212 derivante dal trattamento dell'urbano indifferenziato, si ricorda che Belvedere Spa, nella documentazione già inviata, ha sempre tenuto conto della possibilità che il **PREC** preveda che le discariche regionali autorizzate per lo smaltimento dei rifiuti speciali, qualora per tali discariche fossero appurati i necessari requisiti tecnici e ambientali, possano essere utilizzate per il conferimento di flussi di rifiuti urbani e derivanti dal loro trattamento originati nel territorio regionale, e ne ha tenuto conto sia nella documentazione tecnica sia nel Piano Finanziario a sostegno del progetto presentato.

In tal senso Belvedere Spa **ha già fornito la propria disponibilità a destinare le volumetrie da autorizzare per lo smaltimento di RSNP all'abbancamento di RU** in quanto intende **mantenere**, con il progetto presentato, il proprio **ruolo di discarica di interesse regionale** destinata a **sopperire**, come indicato nel D.P.G.R.Toscana n. 128/1995, **a situazioni di necessità e urgenza che si manifestino sul territorio regionale.**

Inoltre, per quanto attiene la sussistenza delle condizioni per la chiusura definitiva dell'impianto qualora, ad esaurimento del Lotto 1, non vi siano le condizioni per la prosecuzione dei conferimenti, si evidenzia che **Belvedere Spa**, per procedere all'istruttoria **ai fini del rilascio dell'Autorizzazione Integrata Ambientale** che approva la realizzazione del progetto e l'esercizio dell'installazione, come richiesto dal Settore Autorizzazione Rifiuti **ha presentato la documentazione** di cui all'art. 29-ter del d.lgs. 152/2006 e smi e all'art. 8 del d.lgs. 36/2003 e smi, **facendo esclusivo riferimento alla realizzazione, esercizio, chiusura e gestione post-operativa del lotto di discarica effettivamente da autorizzare in questo procedimento (Lotto 1).**

Premesso quanto sopra si ricorda che, tenendo conto di eventuali ulteriori incertezze programmatiche, nel periodo di tempo di gestione del **Lotto 1**, che prevede il conferimento dei rifiuti fino al raggiungimento della morfologia di progetto di cui alla **Fase 4 – Sottofase 2** (vedi **Tavole CL1-EG-081 / 090**), nell'ambito del **monitoraggio dell'attuazione delle azioni di piano**, dovrà essere valutata l'opportunità di procedere al completamento delle volumetrie complessive di progetto.

### 1.3. DIMENSIONAMENTO COMPLESSIVO DELL'IMPIANTO E SUDDIVISIONE PER LOTTI

Premesso quanto sopra, e tenendo conto di eventuali ulteriori incertezze programmatiche, a fronte di una volumetria geometrica complessiva dell'impianto di **Legoli 3** pari a circa 5.319.600 m<sup>3</sup> (dei quali 4.092.000 m<sup>3</sup> costituiti da rifiuti e 1.227.600 da coperture), a parziale copertura dei fabbisogni evidenziati per i prossimi 10 anni **Belvedere Spa richiede l'autorizzazione di un primo lotto di gestione (Lotto 1) pari a circa 3.393.000 m<sup>3</sup>** (dei quali 2.610.000 m<sup>3</sup> costituiti da rifiuti e 783.000 da coperture), come **illustrato in dettaglio nei successivi paragrafi**.

Nel periodo di tempo di gestione del **Lotto 1**, che prevede il conferimento dei rifiuti fino al raggiungimento della morfologia di progetto di cui alla **Fase 4 – Sottofase 2** del progetto complessivo, nell'ambito del **monitoraggio dell'attuazione delle azioni di piano**, dovrà essere valutata l'opportunità di procedere al completamento delle volumetrie complessive di progetto.

### 1.4. 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 al presente progetto 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 al presente progetto per agevolare il lavoro dell'ufficio 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 al presente progetto, 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:

- i primi 3 caratteri (**XXX**) individuano il **TEMA**:
- i secondi 2 caratteri (**ZZ**) individuano il **TIPO** di elaborato:
  - **RT** = relazione tecnica
  - **EG** = tavola / elaborato grafico
  - **AL** = allegato
- la prima parte della sigla 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 viene 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.

Si evidenzia inoltre che il **Settore Autorizzazioni Rifiuti** per procedere all'istruttoria ai fini del rilascio dell'Autorizzazione Integrata Ambientale che approva la realizzazione del progetto e l'esercizio dell'installazione, **ha richiesto che la documentazione** di cui all'art. 29-ter del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. e all'art. 8 del D.Lgs. 36/2003 e s.m.i., compreso il progetto definitivo, **faccia esclusivo riferimento alla realizzazione, esercizio, chiusura e gestione post-operativa del lotto di discarica effettivamente da autorizzare (LOTTO 1).**

In tal senso, oltre agli elaborati:

- tavole **da CL1-EG-011 a CL1-EG-160**, che illustrano il Piano di Coltivazione del **Lotto 1**;
- elaborato **PF1-RT-010**, che evidenzia la sostenibilità finanziaria della gestione del **Lotto 1** e il cronoprogramma delle **attività di ripristino ambientale**;

è stato predisposto uno specifico **Piano di ripristino ambientale** relativo al **Lotto 1** di discarica effettivamente da autorizzare; in tal senso vedi elaborati:

- **PR1-RT-010**      **LOTTO 1 - Piano di Ripristino Ambientale – Relazione**
- **PR1-EG-010**      **LOTTO 1 - Piano di Ripristino Ambientale – Fasi di ripristino**
- **PR1-EG-020**      **LOTTO 1 - Implementazione dotazione vegetazionale**
- **PR1-EG-030**      **LOTTO 1 - Piano di Ripristino Ambientale – Ripristino Finale**
- **PR1-EG-040**      **LOTTO 1 - Piano di Ripristino Ambientale – Inserimento paesaggistico**

Pertanto, per quanto attiene il procedimento di AIA, ai fini del rilascio della **Autorizzazione Integrata Ambientale del Lotto 1**, come richiesto, le relazioni tecniche descrittive delle opere di progetto e le tavole grafiche illustrative sono state selezionate all'interno del suddetto elenco generale degli elaborati prodotti in modo tale da esporre in maniera coerente, organizzata e consequenziale tutti gli interventi previsti dal progetto sia costruttivi che gestionali (fase preliminare di approntamento e di adeguamento degli impianti esistenti, distinti per le diverse aree di intervento, fase di allestimento del fondo del nuovo lotto, fase di gestione operativa, chiusura e post-gestione).

In particolare, tenendo conto degli aggiustamenti apportati al progetto, oltre a quanto specificatamente richiesto è stato predisposto:

- uno specifico **Cronoprogramma dei lavori** relativo al **Lotto 1** di discarica effettivamente da autorizzare (vedi elaborato **CP1-EG-010 – Lotto 1 - Cronoprogramma dei lavori**);
- uno specifico **Piano di gestione delle terre e rocce da scavo** (vedi elaborato **TR1-RT-010 – Lotto 1 - Piano di gestione delle terre e rocce da scavo**);
- uno specifico **Piano di gestione delle acque meteoriche dilavanti e degli scarichi** relativo al **Lotto 1**;
- uno specifico **Piano di ripristino ambientale** relativo al **Lotto 1** di discarica effettivamente da autorizzare;

come meglio illustrato nei successivi Paragrafi.

La presente integrazione volontaria viene inviata tenendo conto che, a seguito del rapporto instaurato con il Settore Autorizzazioni Rifiuti sono stati inseriti ulteriori miglioramenti alle modalità di approntamento e gestione dell'impianto.

Pertanto Belvedere Spa consegna:

- un **elenco elaborati**, denominato **008-AIA - LOTTO 1 - Elenco ELABORATI A.I.A. – Rev-Marzo2025**, dove è riportato l'elenco degli **elaborati relativi al rilascio della Autorizzazione Integrata Ambientale del lotto di discarica effettivamente da autorizzare (Lotto 1)**.

nel quale, dove possibile e/o utile, è stata indicata anche la **numerazione degli elaborati riportata nella modulistica approvata con la DGRT 1227/2015**.

Si precisa infine che, **per agevolare la lettura e il confronto con quanto già presentato, le variazioni introdotte nei documenti che sono stati revisionati sono state evidenziate nel testo con carattere blu**.

## 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 sovvalli 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 sovralli 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 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 mgO<sub>2</sub>/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 mgO<sub>2</sub>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 mgO<sub>2</sub>/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 mgO<sub>2</sub>/kgSVh.

### 2.3. SITUAZIONE ATTUALE

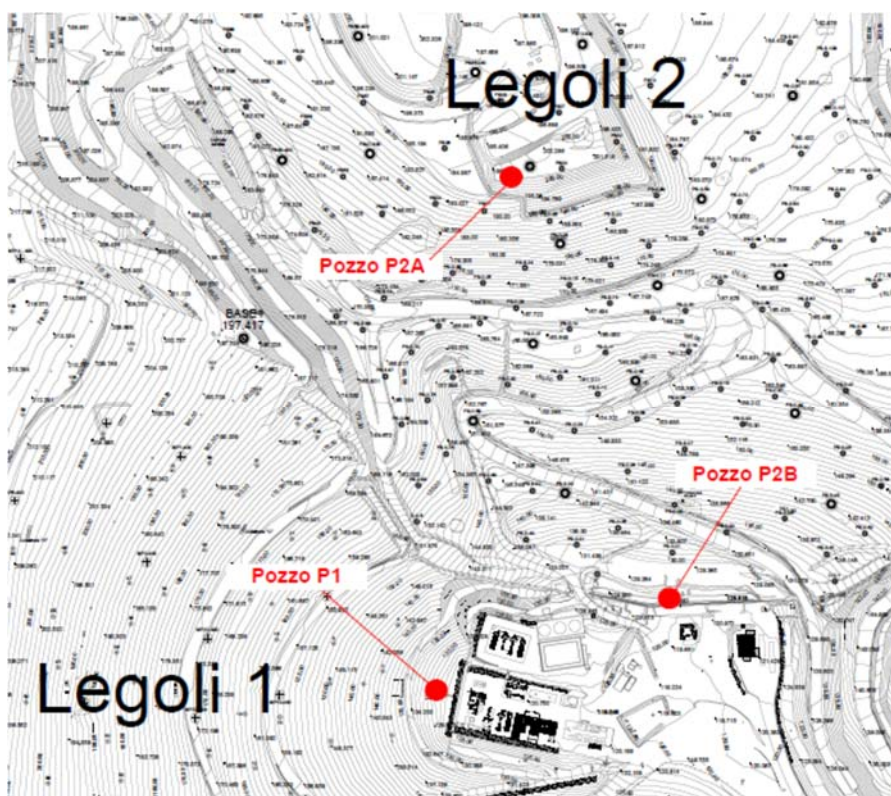
Coerentemente con il progetto definitivo approvato, i quantitativi massimi autorizzati di rifiuti conferibili, nel rispetto dell'AIA, ammontano a una volumetria complessiva di 4.500.000 m<sup>3</sup>, comprensivi dei volumi relativi ai ripristini ambientali.

Alla data odierna la conformazione morfologica della discarica e dei relativi impianti è quella riportata nella **Tavola GEN-EG-011 – Stato Attuale – Giugno 2024**.

Il sistema di captazione del percolato della discarica denominata "**Legoli 2 – Secondo ampliamento**" avviene tramite una batteria di **n. 4 pozzi inclinati**, appoggiati al paramento

interno dell'argine di sbarramento di valle (vedi **Figura 2.3/1**), realizzati in polietilene spiraleto 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.

Al fine dei controlli ambientali il percolato proveniente dalla discarica denominata "**Legoli 2 – Secondo ampliamento**" viene individuato con la sigla **P2B**.



**Figura 2.3/1 – Pozzi di captazione del percolato**

Per quanto riguarda il sollevamento del percolato della discarica denominata "**Legoli 2 – Primo intervento**", esso avviene tramite il pozzo **P2A**, che in origine era il pozzo di sollevamento di valle del primo ampliamento e che è stato successivamente prolungato man mano che proseguiva il sormonto con i rifiuti del secondo ampliamento; il pozzo **P2A** è stato realizzato in verticale in prossimità dello sbarramento del primo modulo di ampliamento (vedi **Figura 2.3/1**).

Infine prosegue il sollevamento del percolato dalla discarica **Legoli 1**, mediante il pozzo di raccolta e sollevamento individuato con la sigla **P1** (vedi **Figura 2.3/1**).

Ulteriori dettagli sulle caratteristiche dei pozzi e delle modalità di sollevamento saranno forniti nel successivo **Paragrafo 3.11 – Estrazione del percolato – Stato di fatto**.



Lo stoccaggio del percolato emunto avviene per mezzo di una vasca in c.a, fuori terra e dotata di bacino di contenimento, da 750 m<sup>3</sup>, e di una batteria di n. 3 serbatoi cilindrici in acciaio da 300 m<sup>3</sup>/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 Nm<sup>3</sup>/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 m<sup>3</sup>/h per la combustione del biogas prodotto dalla Legoli 2 e una torcia da 500 m<sup>3</sup>/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 m<sup>3</sup>/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.

#### 2.4. VALUTAZIONE DELLA EFFICIENZA COMPLESSIVA DELL'ATTUALE SISTEMA DI CAPTAZIONE DEL PERCOLATO

La Tabella seguente riporta, per il periodo 2019÷2023, il **quantitativo di percolato** prodotto dall'impianto di interrimento controllato, il **quantitativo di rifiuti** conferiti allo smaltimento in discarica e le **precipitazioni** annue registrate dalla centralina meteo a servizio della discarica.

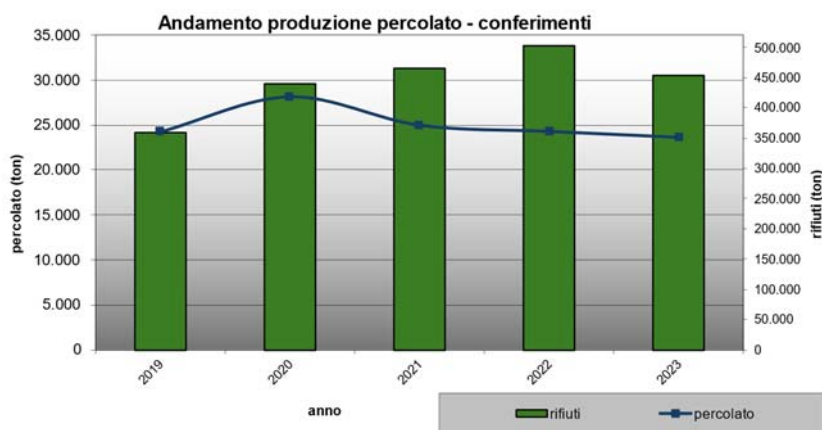
anno	percolato prodotto [ton]	rifiuti conferiti [ton]	precipitazioni [mm]	Superficie Lotto esaurito – Legoli 1 [m <sup>2</sup> ]	Superficie Ampliamento – Legoli 2 [m <sup>2</sup> ]
2019	24.255,00	358.179,25	965,60	142.000	169.000
2020	28.161,00	439.629,60	886,20	142.000	179.000
2021	20.015,00	466.121,04	632,40	142.000	190.500
2022	24.327,00	502.476,51	651,40	142.000	198.500
2023	23.670,00	452.673,81	688,60	142.000	198.700

**Tabella 2.4/1 – Percolato prodotto, rifiuti conferiti e precipitazioni**

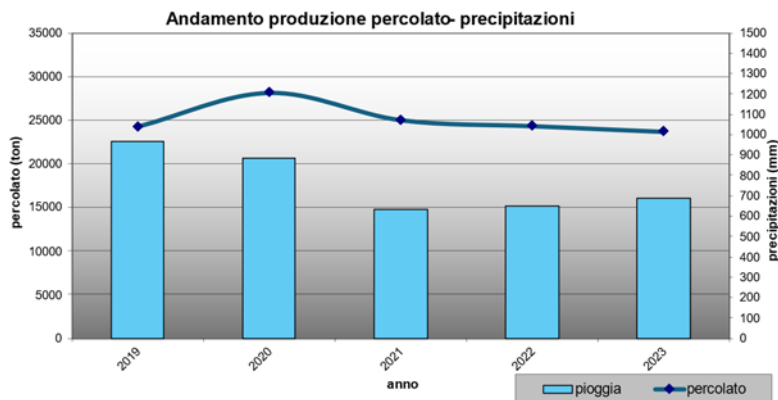


Da considerare che la superficie della discarica esaurita Legoli 1 è complessivamente di circa 142.000m<sup>2</sup> e la sua dimensione non è modificata nel corso degli ultimi 5 anni, quella del 1° Ampliamento e del 2° Ampliamento della Legoli 2, invece è cambiata proprio per l'allestimento di nuovi lotti in ottemperanza al progetto approvato.

Si riporta, nelle seguenti figure, il trend annuale di produzione del percolato in relazione ai conferimenti dei rifiuti ed alle precipitazioni dal 2019 al 2023.



**Figura 2.4/1 – Produzione di percolato e conferimento rifiuti in discarica**



**Figura 2.4/2 – Produzione di percolato e precipitazioni**

In ottemperanza a quanto prescritto nella DD 8360 del 09.06.2020 viene riportato, nella Relazione Tecnica Annuale inviata alla Regione, all'Arpat e al Comune (vedi elaborati **RTA-AL-010 / 020 / 030 / 040 / 050 / 070 / 080**), il **BILANCIO IDROLOGICO** al fine di verificare l'efficienza del sistema di captazione del percolato.

Confrontando i risultati del modello idrologico con quelli del percolato pompato e smaltito dai pozzi della discarica (P1 relativo al Lotto Esaurito – Legoli 1, P2B relativo al 1° e 2° ampliamento – Legoli 2) in termini di produzione complessiva si nota la buona **affidabilità del modello applicato**. Di seguito gli esiti per gli anni 2020, 2021 e 2022.

	Pozzo di valle Legoli 1 (P1) (Produzione effettiva)	Legoli 1 (da modello)	Pozzo di valle Legoli 2 (P2B) (Produzione effettiva)	Legoli 2 (da modello)
<i>um</i>	<i>m<sup>3</sup></i>	<i>m<sup>3</sup></i>	<i>m<sup>3</sup></i>	<i>m<sup>3</sup></i>
<b>Totale annuo 2020</b>	<b>3.202</b>	<b>3.148,91</b>	<b>24.959</b>	<b>24.149,40</b>
<b>Totale annuo 2021</b>	<b>3.127</b>	<b>3.739,41</b>	<b>21.888</b>	<b>22.843,77</b>
<b>Totale annuo 2022</b>	<b>3.012</b>	<b>3.164,18</b>	<b>21.315</b>	<b>21.556,88</b>

**Tabella 2.4/2 – Confronto produzione effettiva percolato con modello idrologico  
Anni 2020, 2021 e 2022**

Per quanto attiene le **prove di emungimento**, e la misura dei tempi di ricarica dei pozzi, si precisa che, con una frequenza di circa una ricognizione ogni mese, un operatore verifica, mediante freatimetro, l'efficienza del sistema di controllo del livello di percolato nei pozzi.

Tali informazioni vengono impiegate anche nella pianificazione degli interventi di nuova trivellazione di pozzi esistenti che hanno subito rotture a causa di cedimenti.

La procedura di controllo per la determinazione delle velocità di ricarica dei pozzi viene eseguita manualmente attivando le pompe e misurando, con freatimetro, la velocità di massima depressione del battente, mentre successivamente si procede a misurare, ad intervalli regolari, la velocità di risalita del percolato.

Di seguito si riportano le tabelle riepilogative delle **prove di pompaggio eseguite negli ultimi 5 anni**.

**PROVE DI EMUNGIMENTO - ANNO 2019**

Pozzo	MP2	
Data inizio prova	18.04.2019	
Data fine prova	19.04.2019	
Profondità	29,9 m	
Orario inizio prova	7:00	
Livello iniziale	3,50 m dal fondo pozzo	
Tdr = Tempo di spurgo	210 minuti	
Registrazione ricarica		
orario	minuti	m dal fondo pozzo
10:30	0	0,3
10:45	15	0,6
11:00	30	0,8
12:00	90	0,9
14:30	150	1,4
18:30	480	1,8
10:30	1440	2,1
Ricarica 0,125 cm/minuto		

Pozzo	PB58
Data inizio prova	05.06.2019
Data fine prova	06.06.2019
Profondità	26,5 m
Orario inizio prova	7:05
Livello iniziale	3,40 m dal fondo pozzo

Tdr = Tempo di spurgo	220 minuti	
Registrazione ricarica		
orario	minuti	m dal fondo pozzo
10:45	0	0,4
11:05	20	0,6
11:25	40	0,9
12:15	90	1,2
15:00	255	1,5
18:45	480	2,0
11:00	1455	2,4
Ricarica 0,137 cm/minuto		

Pozzo	MPX1	
Data inizio prova	12.09.2019	
Data fine prova	13.09.2019	
Profondità	30,4 m	
Orario inizio prova	7:00	
Livello iniziale	3,0 m dal fondo pozzo	
Tdr = Tempo di spurgo	180 minuti	
Registrazione ricarica		
orario	minuti	m dal fondo pozzo
10:00	0	0,3
10:15	15	0,6
10:30	30	0,8
11:30	90	1,1
14:00	240	1,3
16:30	390	1,5
10:00	1440	2,0
Ricarica 0.118 cm/minuto		

Pozzo	PB47	
Data inizio prova	10.10.2019	
Data fine prova	11.10.2019	
Profondità	24,6 m	
Orario inizio prova	7:00	
Livello iniziale	3,5 m dal fondo pozzo	
Tdr = Tempo di spurgo	240 minuti	
Registrazione ricarica		
orario	minuti	m dal fondo pozzo
10:30	0	0,4
10:50	20	0,7
11:30	60	0,9
12:10	100	1,3
14:20	230	1,8
18:00	450	2,2
11:00	1470	2,7
Ricarica 0,156 cm/minuto		

#### PROVE DI EMUNGIMENTO - ANNO 2020

PROVE DI MONITORING - ANNO 2020	
Pozzo	PB20
Data inizio prova	12.03.2020
Data fine prova	13.03.2020
Profondità	24,0 m
Orario inizio prova	7:00
Livello iniziale	3,1 m dal fondo pozzo
Tdr = Tempo di spurgo	200 minuti
Registrazione ricarica	

orario	minuti	m dal fondo pozzo
10:20	0	0,3
10:35	15	0,7
10:50	30	0,9
11:50	90	1,2
14:20	240	1,4
16:20	360	1,6
10:20	1440	1,8
<b>Ricarica 0,103 cm/minuto</b>		

Pozzo	MPX2	
Data inizio prova	07.04.2019	
Data fine prova	08.04.2019	
Profondità	18,8 m	
Orario inizio prova	7:00	
Livello iniziale	3,1 m dal fondo pozzo	
Tdr = Tempo di spurgo	190 minuti	
Registrazione ricarica		
orario	minuti	m dal fondo pozzo
10:10	0	0,2
10:25	15	0,5
10:40	30	0,9
11:40	90	1,1
14:10	240	1,4
16:30	380	1,7
10:00	1490	2,0
Ricarica 0,121 cm/minuto		

Pozzo	PB54	
Data inizio prova	10.09.2020	
Data fine prova	11.09.2020	
Profondità	26,5 m	
Orario inizio prova	7:00	
Livello iniziale	2,3 m dal fondo pozzo	
Tdr = Tempo di spurgo	180 minuti	
Registrazione ricarica		
orario	minuti	m dal fondo pozzo
10:00	0	0,2
10:15	15	0,4
10:30	30	0,7
11:00	60	0,9
12:00	120	1,1
14:00	240	1,3
16:30	390	1,5
10:00	1440	1,7
Ricarica 0,104 cm/minuto		

Pozzo	MP6	
Data inizio prova	06.11.2020	
Data fine prova	07.11.2020	
Profondità	34,0 m	
Orario inizio prova	7:00	
Livello iniziale	2,8 m dal fondo pozzo	
Tdr = Tempo di spurgo	170 minuti	
Registrazione ricarica		
orario	minuti	m dal fondo pozzo
10:10	0	0,2
10:20	10	0,4

10:50	40	0,7
11:10	60	1,0
12:00	110	1,2
14:10	240	1,5
17:00	410	2,0
10:00	1430	2,1
Ricarica 0,133 cm/minuto		

### PROVE DI EMUNGIMENTO - ANNO 2021

Pozzo	MP12	
Data inizio prova	19.02.2021	
Data fine prova	20.02.2021	
Profondità	15,1 m	
Orario inizio prova	7:00	
Livello iniziale	3,1 m dal fondo pozzo	
Tdr = Tempo di spurgo	185 minuti	
Registrazione ricarica		
orario	minuti	m dal fondo pozzo
10:05	0	0,3
10:20	15	0,5
10:35	30	0,7
11:35	90	0,9
12:35	150	1,3
18:05	480	1,8
10:05	1440	2,3
Ricarica 0.139 cm/minuto		

Pozzo	PB-II-17	
Data inizio prova	07.05.2021	
Data fine prova	06.05.2021	
Profondità	29,0 m	
Orario inizio prova	7:00	
Livello iniziale	2,9 m dal fondo pozzo	
Tdr = Tempo di spurgo	160 minuti	
Registrazione ricarica		
orario	minuti	m dal fondo pozzo
09:40	0	0,3
09:55	15	0,5
10:10	30	0,6
11:10	90	0,8
12:10	150	1,0
17:40	480	1,6
09:40	1440	1,9
Ricarica 0.111 cm/minuto		

Pozzo	PB-II-34	
Data inizio prova	10.09.2021	
Data fine prova	11.09.2021	
Profondità	36,3 m	
Orario inizio prova	7:00	
Livello iniziale	3,4 m dal fondo pozzo	
Tdr = Tempo di spurgo	230 minuti	
Registrazione ricarica		
orario	minuti	m dal fondo pozzo
10:50	0	0,3
11:05	15	0,6
11:20	30	0,8

12:20	90	1,2
13:30	160	1,4
18:50	480	1,8
11:00	1450	2,6
<b>Ricarica 0,159 cm/minuto</b>		

Pozzo	PB-45	
Data inizio prova	19.11.2021	
Data fine prova	20.11.2021	
Profondità	42,3 m	
Orario inizio prova	7:00	
Livello iniziale	3,8 m dal fondo pozzo	
Tdr = Tempo di spurgo	250 minuti	
Registrazione ricarica		
orario	minuti	m dal fondo pozzo
11:10	0	0,3
11:25	15	0,7
11:40	30	0,8
13:10	120	1,3
14:20	190	1,5
18:50	460	2,0
11:10	1440	2,8
Ricarica 0,174 cm/minuto		

#### PROVE DI EMUNGIMENTO - ANNO 2022

Pozzo	MP1	
Data inizio prova	15.03.2022	
Data fine prova	16.03.2022	
Profondità	29,7 m	
Orario inizio prova	7:00	
Livello iniziale	2,8 m dal fondo pozzo	
Tdr = Tempo di spurgo	200 minuti	
Registrazione ricarica		
orario	minuti	m dal fondo pozzo
10:20	0	0,4
10:35	15	0,5
10:50	30	0,5
11:50	90	0,7
12:50	150	0,9
18:20	480	1,3
10:00	1420	2,2
Ricarica 0,127 cm/minuto		

Pozzo	PB-II-27	
Data inizio prova	11.04.2022	
Data fine prova	12.04.2022	
Profondità	34,0 m	
Orario inizio prova	7:00	
Livello iniziale	1,9 m dal fondo pozzo	
Tdr = Tempo di spurgo	165 minuti	
Registrazione ricarica		
orario	minuti	m dal fondo pozzo
9:45	0	0,4
10:00	15	0,4
10:15	30	0,5
11:15	90	0,5
12:15	150	0,6

17:00	435	0,9
10:00	1455	1,4
<b>Ricarica 0,069 cm/minuto</b>		

Pozzo	PB-47	
Data inizio prova	12.08.2022	
Data fine prova	13.08.2022	
Profondità	30 m	
Orario inizio prova	7:00	
Livello iniziale	3,2 m dal fondo pozzo	
Tdr = Tempo di spurgo	230 minuti	
Registrazione ricarica		
orario	minuti	m dal fondo pozzo
10:50	0	0,4
11:05	15	0,5
11:20	30	0,6
12:20	90	0,8
13:20	150	0,9
17:50	420	1,4
11:00	1450	2,5
Ricarica 0.145 cm/minuto		

Pozzo	PB-II-34	
Data inizio prova	07.10.2022	
Data fine prova	08.10.2022	
Profondità	35,5 m	
Orario inizio prova	7:00	
Livello iniziale	2,6 m dal fondo pozzo	
Tdr = Tempo di spurgo	180 minuti	
Registrazione ricarica		
orario	minuti	m dal fondo pozzo
10:00	0	0,4
10:15	15	0,4
10:30	30	0,5
11:30	90	0,7
13:10	190	0,9
17:40	460	1,3
10:00	1440	2,3
Ricarica 0,132 cm/minuto		

### PROVE DI EMUNGIMENTO - ANNO 2023

Pozzo	PB54	
Data inizio prova	21.03.2023	
Data fine prova	22.03.2023	
Profondità	29,2 m	
Orario inizio prova	7:30	
Livello iniziale	3,1 m dal fondo pozzo	
Tdr = Tempo di spurgo	280 minuti	
Registrazione ricarica		
orario	minuti	m dal fondo pozzo
11:10	0	0,4
11:25	15	0,4
11:45	30	0,5
12:10	60	0,6
14:10	180	0,8
16:40	330	1,0
12:00	1490	2,1



Ricarica 0,114 cm/minuto		
Pozzo	PB-II-53	
Data inizio prova	04.05.2023	
Data fine prova	05.05.2023	
Profondità	35,7 m	
Orario inizio prova	7:50	
Livello iniziale	3,10 m dal fondo pozzo	
Tdr = Tempo di spurgo	190 minuti	
Registrazione ricarica		
orario	minuti	m dal fondo pozzo
11:00	0	0,5
11:15	15	0,5
11:30	30	0,6
12:30	60	0,7
14:30	180	1,0
16:40	310	1,2
11:00	1440	2,2
Ricarica 0,118 cm/minuto		
Pozzo	MP3	
Data inizio prova	12.09.2023	
Data fine prova	13.09.2023	
Profondità	29,5 m	
Orario inizio prova	7:40	
Livello iniziale	2,1 m dal fondo pozzo	
Tdr = Tempo di spurgo	210 minuti	
Registrazione ricarica		
orario	minuti	m dal fondo pozzo
11:10	0	0,4
11:25	15	0,5
11:40	30	0,6
12:10	60	0,7
14:30	200	0,9
16:30	320	1,1
11:50	1480	1,8
Ricarica 0,095 cm/minuto		
Pozzo	PB-II-34	
Data inizio prova	19.09.2023	
Data fine prova	20.09.2023	
Profondità	35,5 m	
Orario inizio prova	7:30	
Livello iniziale	2,3 m dal fondo pozzo	
Tdr = Tempo di spurgo	200 minuti	
Registrazione ricarica		
orario	minuti	m dal fondo pozzo
10:50	0	0,4
11:05	15	0,4
11:25	30	0,5
12:30	65	0,6
14:30	185	0,8
17:30	365	1,1
10:30	1430	2,2
Ricarica 0,126 cm/minuto		

L'esame dei dati evidenzia che **le velocità di ricarica si sono mantenute sostanzialmente inalterate nel corso degli ultimi 5 anni.**

I dati esposti danno evidenza:

- che i corpi di discarica L1 e L2 sono correttamente drenati;
- della minimizzazione del battente ai limiti tecnici di progetto.

## 2.5. MONITORAGGIO PIEZOMETRICA DEL PERCOLATO

Il percolato viene raccolto mediante una rete capillare di dreni (principali e secondari) e collettato a due pozzi (P1 e P2B) che risultano, pertanto, gli unici punti di raccolta e sollevamento verso la vasca di accumulo ed i serbatoi di stoccaggio.

La DD 8360 del 09.06.2020 richiede di riportare su registro vidimato le misure mensili del livello di percolato nei pozzi; pertanto, in **Figura 2.5/1** si allega una pagina del registro compilato con le misurazioni del livello all'interno dei pozzi di sollevamento di valle **P1** e **P2B**.

L'esame della documentazione fornita consente di affermare che **i corpi di discarica L1 e L2 sono correttamente drenati** e che viene mantenuto **il battente di percolato ai limiti tecnici di progetto.**

Belvedere S.p.A. innovazione • progetti • sviluppo		REGISTRO LIVELLI DEI POZZI DEL PERCOLATO (MENSILE)		Pag. 7 di 30
Registro relativo ai controlli mensili di cui al punto E-PRESCRIZIONI n. 24 della Determinazione Dirigenziale n. 8360 del 09/06/2020				
<b>Ragione sociale</b> Belvedere spa Via Marconi 5 56037 Peccioli (PI) P. IVA 01404590505		<b>Sede Operativa</b> Via di Monti 111-119 56037 Legoli di Peccioli (PI)		
AIA n. 4702 del 11/11/2014 e ss. mm. e ii.				
Data	Battente percolato dal fondo pozzo (m)			Note
	P1	P2A	P2B	
28/6/23	0,6	/	0,9	
27/7/23	0,7	/	0,8	
27/8/23	0,7	/	0,9	
29/9/23	0,6	/	0,6	
28/10/23	0,4	/	1,7	
30/11/23	0,4	/	1,4	

**Figura 2.5/1 – Registro dei livelli dei pozzi percolato**

Ulteriori controlli sono effettuati nell'ambito delle operazioni di gestione, come il monitoraggio manuale dei livelli di percolato attraverso una serie di pozzi verticali disposti su tutta la superficie dei moduli lotto esaurito - Legoli 1 e 1° e 2° ampliamento - Legoli 2.

Tali controlli sono messi in atto seguendo le procedure adottate dalla stessa Belvedere SpA per la Registrazione EMAS e la Certificazione ISO 14001.

## 2.6. DESCRIZIONE E UBICAZIONE DEI POZZI DI CONTROLLO

I pozzi presenti sull'area di discarica sono stati realizzati secondo procedure operative tali da permettere il convogliamento del biogas ed il drenaggio e raccolta del percolato. Inoltre la loro ubicazione ha tenuto conto del susseguirsi negli anni delle varie fasi evolutive della discarica stessa al fine di ottimizzare la percolazione ed il drenaggio del percolato.

Nella tabella seguente sono elencati i pozzi, diametro  $\phi$  400mm (vedi **Figure 2.6/1 e 2.6/2**), per i controlli del livello di percolato con relative profondità; a seguito di cedimenti del corpo rifiuti alcuni pozzi sono risultati interrotti e pertanto sono stati programmati interventi di trivellazione per i mesi di aprile e giugno 2024.

nr.	Pozzo	Profondità da testa pozzo al mese di gennaio 2024 [m]	Modulo
1	MP1	26,1	Vecchio – Legoli 1
2	MP2	29,1	Vecchio – Legoli 1
3	MP3	28,3	Vecchio – Legoli 1
4	MP4	12,4	Vecchio – Legoli 1
5	MP5	20,0	Vecchio – Legoli 1
6	MP6	35,0	Vecchio – Legoli 1
7	MP7	29,3	Vecchio – Legoli 1
8	MP8	29,7	Vecchio – Legoli 1
9	MP9	13,0	Vecchio – Legoli 1
10	MP10	22,4	Vecchio – Legoli 1
11	MP11	17,0	Vecchio – Legoli 1
12	MP12	16,0	Vecchio – Legoli 1
13	MP13	13,3	Vecchio – Legoli 1
14	MP14	19,2	Vecchio – Legoli 1
15	MPX1 <sup>(*)</sup>	14,1	Vecchio – Legoli 1
16	MPX2	18,0	Vecchio – Legoli 1
17	PB12 <sup>(*)</sup>	18,0	Ampliamento Legoli 2
18	PB16 <sup>(*)</sup>	30,0	Ampliamento Legoli 2
19	PB20 <sup>(*)</sup>	18,6	Ampliamento Legoli 2
20	PB43 <sup>(*)</sup>	23,9	Ampliamento Legoli 2
21	PB45	53,0	Ampliamento Legoli 2
22	PB47 <sup>(*)</sup>	13,60	Ampliamento Legoli 2
23	PB54	32,7	Ampliamento Legoli 2
24	PB58 <sup>(*)</sup>	17,6	Ampliamento Legoli 2
25	PB61 <sup>(*)</sup>	18,6	Ampliamento Legoli 2
26	PB69 <sup>(*)</sup>	8,8	Ampliamento Legoli 2
27	PB-II-03 <sup>(*)</sup>	12,0	Ampliamento Legoli 2
28	PB-II-17	34,0	Ampliamento Legoli 2
29	PB-II-23 <sup>(*)</sup>	21,3	Ampliamento Legoli 2
30	PB-II-27	30,0	Ampliamento Legoli 2
31	PB-II-30	17,3	Ampliamento Legoli 2
32	PB-II-34	32,5	Ampliamento Legoli 2
33	PB-II-35 <sup>(*)</sup>	11,0	Ampliamento Legoli 2
34	PB-II-45	13,2	Ampliamento Legoli 2
35	PB-II-53	37,0	Ampliamento Legoli 2

nr.	Pozzo	Profondità da testa pozzo al mese di gennaio 2024 [m]	Modulo
36	PB-II-59	8,1	Ampliamento Legoli 2
37	PB-II-65(*)	19,5	Ampliamento Legoli 2
38	PB-II-68	24,5	Ampliamento Legoli 2
39	PB-II-91(*)	7,0	Ampliamento Legoli 2

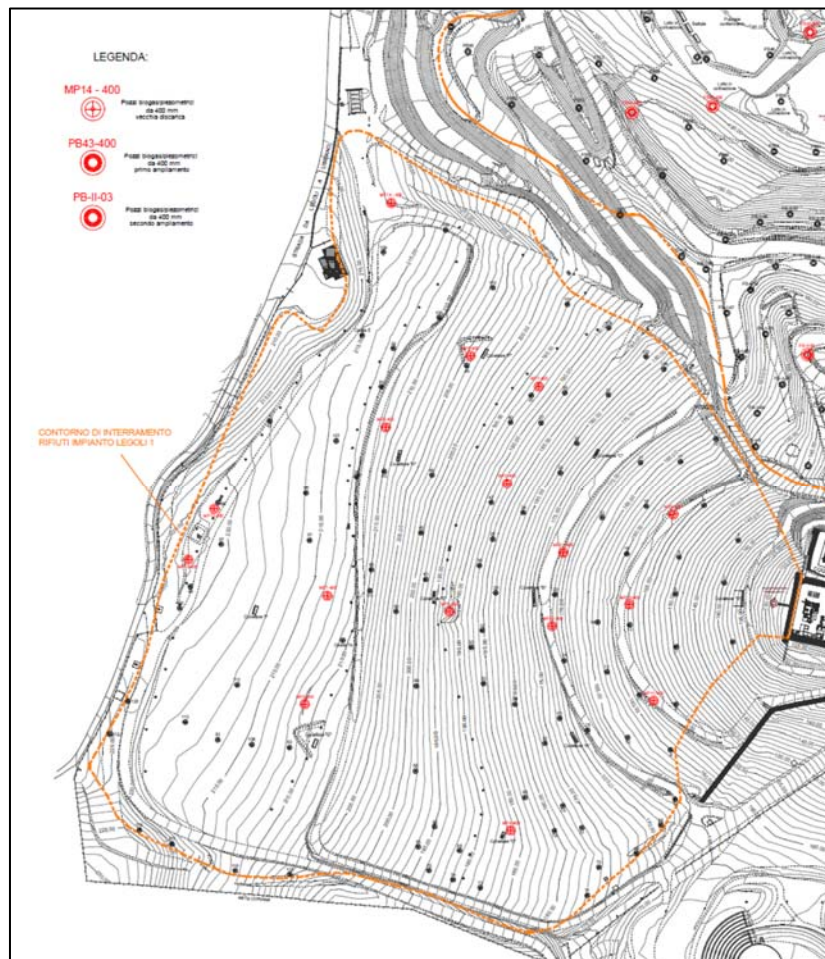
(\*) = Pozzo interrotto, prevista nuova trivellazione

**Tabella 2.6/1 – Pozzi ø 400 per controllo livello percolato**

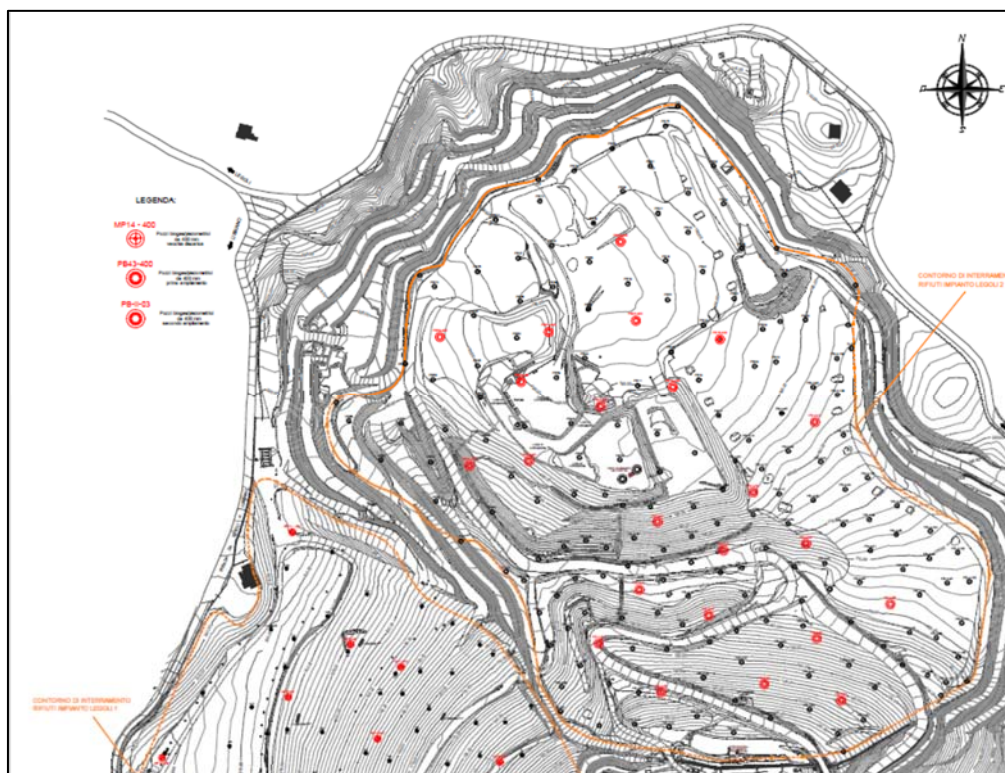
I nuovi pozzi trivellati vengono portati in quota con la testa di pozzo sporgente di circa 1 m sopra la copertura provvisoria.

Per eliminare il rischio di fuoriuscite localizzate di biogas intorno alla tubazione, si posa nell'intradosso della copertura un telo in LDPE di circa 4 m di diametro aderente alla parete esterna del tubo di captazione del biogas; infine si riporta argilla costipata sul telo in modo da garantire l'assenza di fessure o vie di fuga intorno al pozzo.

La trivellazione dei pozzi interrotti permetterà l'eliminazione di eventuali sacche sature sospese.



**Figura 2.6/1 – Ubicazione pozzi di controllo piezometrica percolato  
Lotto Esaurito – Legoli 1**



**Figura 2.6/2 – Ubicazione pozzi di controllo piezometrica percolato  
1° e 2° Ampliamento – Legoli2**

## **2.7. CAPTAZIONE DEL BIOGAS – STATO DI FATTO/AUTORIZZATO**

Come richiesto, viene presentata la Tavola **GBA-EG-020** nella quale è stato riportato lo **stato di fatto**, alla data di **febbraio 2024**, rispetto ai **progetti approvati per Legoli 1 e Legoli 2**.

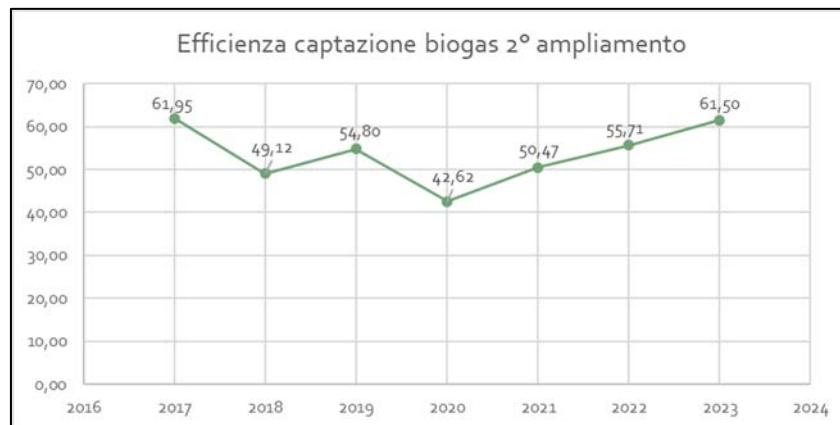
## **2.8. EFFICIENZA DI CAPTAZIONE DEL BIOGAS**

Nei diagrammi delle **Figure 2.8/1 e 2.8/2** sono stati riportati gli andamenti dell'efficienza di captazione del biogas dei moduli di ampliamento – Legoli 2 e del modulo esaurito – Legoli 1, nel periodo 2017-2023.

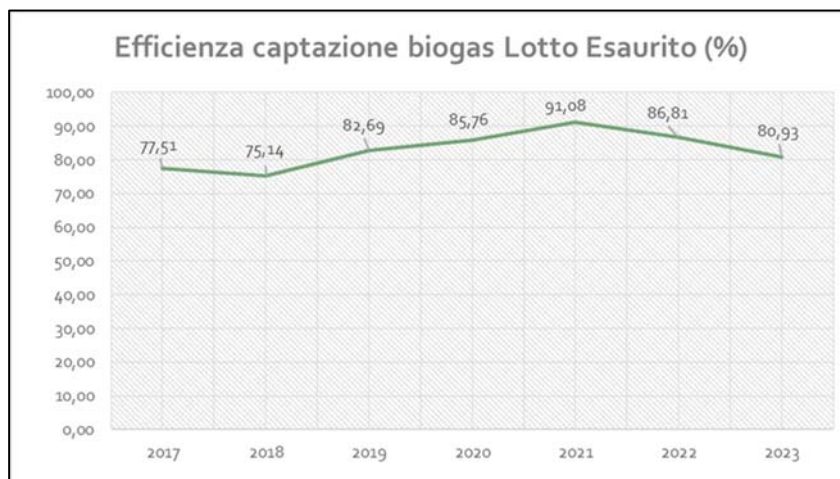
Come evidenziato dai grafici, sul modulo di ampliamento “Legoli 2” l'efficienza di captazione del biogas risulta in crescita dal 2020 e nel secondo semestre 2023 ha registrato un valore del 61,5%.

La discarica esaurita, Legoli 1, registra rese di captazione più alte (75-91%).





**Figura 2.8/1: andamento efficienza captazione biogas Legoli 2  
Periodo 2017-2023**



**Figura 2.8/2: Andamento efficienza captazione biogas lotto esaurito  
Legoli 1 - Periodo 2017-2023**

Belvedere Spa evidenzia che nel mese di luglio 2024 sono stati trivellati **n. 16 pozzi** che risultavano danneggiati a causa del loro disassamento lungo la verticale.

La resa di captazione del biogas nel **2023** era del **64,5%**; la resa di captazione del biogas nel **2024** è risultata del **65,5%**.

Considerato che le modalità e le condizioni della coltivazione non sono cambiate fra il 2024 ed il 2023 si deduce che grazie alla trivellazione dei nuovi pozzi è stato registrato un miglioramento, seppure modesto, della resa di captazione.

Infine si ritiene che, per quanto attiene **Legoli 3**, la realizzazione dei pozzi di captazione del biogas elevati in corso d'opera consentirà di evitare un rischio di saturazione da parte dei percolati per la presenza di elementi drenanti verticali (pozzi) in connessione con il dreno di fondo di captazione del percolato.

### 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 GIUGNO 2024

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-011 – Stato Attuale – Giugno 2024**), 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 elaborati **CAN-RT-010, CAN-EG-010, FOP-RT-010 Tavola FOP-EG-010-fasi-operative e CP1-EG-010 - Lotto 1 -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

Nell'elaborato **AM1-RT-010** e nelle **Tavole da AM1-EG-011 a AM1-EG-110** sono fornite le informazioni sulla gestione delle **AMD** e nella **Tavola AMD-EG-142-smaltimento-acque-cantiere** viene riportata la gestione delle **AMD** nelle fasi di cantiere.

### 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 / 022**).

Il piano di imposta dello sbarramento è stato individuato grazie all'approfondita campagna geognostica eseguita sul sito di intervento; **la base di imposta della paratia sarà immorsata all'interno delle argille plioceniche compatte.**

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.

Nella **Tavola PAR-EG-022** la legenda illustra tutti gli elementi grafici presenti.

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 **10 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 Tavola [PAR-EG-075](#)).

Tenendo conto di quanto richiesto dal Settore Rifiuti, nella progettazione esecutiva sarà previsto il **monitoraggio topografico e inclinometrico della nuova paratia**.

### 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.

Il gestore intende mantenere l'impostazione progettuale che prevede di **non raggiungere, in una parte dell'area di approntamento del fondo e delle scarpate, il livello delle argille plioceniche compatte** e di lasciare in posto terreno di riporto, limo argilloso / limo con argilla debolmente sabbioso fessurato.

Il terreno di riporto utilizzato per regolarizzare le aree di fondo valle dove sono stati realizzati gli uffici, gli impianti e per l'intervento di recupero ambientale collocato parzialmente sul versante destro della nuova area di interrimento controllato dei rifiuti, e in particolare nell'area di approvvigionamento delle terre, individuata con il numero 1 nella relazione **GEO-RT-010**, è costituito da terreni provenienti dagli scavi dell'area di interrimento e pertanto da limi, argille e in minor misura sabbie fini.

Nell'elaborato **GEO-EG-030** sono riportate sezioni litologiche di dettaglio dell'area di fondo scavo, sia trasversali sia longitudinali, dove è stata data rilevanza al contatto tra le **argille plioceniche compatte**, che rappresentano una **barriera geologica naturale adeguata**, e il riporto, il limo argilloso e/o il limo con argilla debolmente sabbioso fessurato che non costituiscono una adeguata barriera geologica naturale.

I lavori di approntamento del **fondo** discarica prevedono che **l'imposta del fondo nelle argille plioceniche compatte sia realizzata solo in corrispondenza della sezione di chiusura della Legoli 3, e più precisamente solo in corrispondenza dell'argine in argilla di protezione della paratia in c.a. e in una ampia zona retrostante di posizionamento dei pozzi di sollevamento del percolato**, mentre nella zona più a monte, fino alle due paratie di Legoli 1 e Legoli 2, per la presenza sul fondo di **terreni di riporto s.l.** (alluvioni e/o materiale di riporto antropico), **che saranno lasciati in sito**, prima di mettere un posto lo strato di impermeabilizzazione artificiale (**livello 2a - artificiale**), la barriera geologica sarà **integrata artificialmente** mediante la messa in posto di un ulteriore strato di materiale artificiale (**livello 1 - artificiale**).

Si evidenzia infatti che il paragrafo 3.3 della Relazione Geologica **GEO-RT-010** individua dei range di permeabilità dei litotipi dell'area oggetto di studio e tiene conto della vulnerabilità attribuita nel quadro conoscitivo facente parte del **PO** del Comune di Peccioli; al riporto, non avendo una continuità laterale, è stato attribuito nella carta idrogeologica schematica lo stesso range di permeabilità dei terreni sottostanti.

I riporti antropici, realizzati nel corso degli anni, sono stati eseguiti utilizzando i terreni di scavo delle zone limitrofe; si tratta di litotipi a granulometria fine o molto fine trattandosi dei litotipi provenienti dagli scavi dell'area di interrimento. Sui riporti antropici, realizzati nel tempo per diversi obiettivi e secondo specifiche di capitolato diverse, non sono state eseguite prove di permeabilità in quanto indagini puntuali non sarebbero attendibili non rappresentando il riporto, per sua natura, una formazione geologica; pertanto, qualora sul fondo scavo siano mantenuti i riporti esistenti, tali litotipi **non sono ritenuti costituire una barriera geologica naturale adeguata**.

Nell'elaborato **PAR-EG-151** è illustrata l'estensione areale delle zone dove con lo scavo di approntamento verrà raggiunto il tetto delle argille plioceniche compatte, che rappresentano una adeguata barriera geologica naturale, e le zone dove saranno lasciati in posto il terreno di riporto, il limo argilloso e/o il limo con argilla debolmente sabbioso fessurato che non costituiscono una adeguata barriera geologica naturale.

Negli elaborati **PAR-EG-161 / 171** sono fornite le **Sezioni di scavo di dettaglio** dove viene data rilevanza alle zone dove lo scavo di approntamento sarà spinto fino al tetto delle argille plioceniche compatte, che rappresentano una barriera geologica naturale adeguata, e dove invece il fondo scavo sarà impostato su litotipi che non costituiscono una adeguata barriera geologica naturale

Premesso quanto sopra, tenuto conto che **alla scala delle sezioni di progetto non possono essere apprezzati in maniera adeguata i particolari** dei sistemi di allestimento del pacchetto di impermeabilizzazione e drenaggio, per maggiore dettaglio nelle Tavole **PAR-EG-151 / 161 / 171** sono riportati:

- la planimetria di **fondo scavo**, nella quale viene indicato il **substrato di impostazione dell'impianto**, differenziato tra:
  - **argilla pliocenica compatta** = barriera geologica naturale idonea;
  - **substrato diverso da argilla pliocenica compatta** = barriera geologica naturale non idonea;
- i **riporti in argilla compattata** da realizzare, differenziati tra:
  - **livello 2a**, da realizzare nella zona di fondo con presenza di argilla pliocenica compatta, avente **spessore minimo 1m**;
  - **livelli 1 + 2a**, da realizzare nella zona di fondo con presenza di **substrato diverso da argilla pliocenica compatta**, aventi complessivamente **spessore minimo 2m**.
  - **argine di protezione della paratia (= livello 2a)**, da impostare sul fondo con presenza di argilla pliocenica compatta, avente **spessore minimo 10m**;
  - **argine di protezione del fianco destro, zona paratia (= livelli 1 + 2a)**, avente complessivamente **spessore minimo 2m**;

In riferimento a quanto sopra, si precisa inoltre che i **4 suddetti interventi di riporto di argilla compattata**, pur essendo descritti in maniera differenziata, saranno **realizzati senza soluzione di continuità** in quanto l'**argine di protezione della paratia**:

- sul **fianco sinistro** sarà **immorsato nelle argille plioceniche compatte**;
- sul **fianco destro** sarà **immorsato nell'argine di protezione del fianco destro**;

ed **entrambe le basi** - dell'argine di protezione della paratia e dell'argine di protezione del fianco destro - saranno immorsate nel **livello 2a**, da realizzare nella zona di fondo con presenza di argilla pliocenica compatta, avente **spessore minimo 1m (livello 2a)**, che sarà collegato, sempre senza soluzione di continuità, con i **livelli 1 + 2a**, da realizzare nella zona di fondo con presenza di substrato diverso da argilla pliocenica compatta, aventi complessivamente **spessore minimo 2m**.

Premesso quanto sopra, nella Tavola **PAR-EG-075** sono riportate, **per ogni singola zona di intervento, le sezioni di dettaglio di progetto** riportanti la natura del substrato di fondo vasca con **illustrati i sistemi di allestimento del pacchetto di impermeabilizzazione e drenaggio e i particolari progettuali di transizione tra i vari tipi di impermeabilizzazione**

Infine:

- nella Tavola **PA1-EG-182** sono riportate in planimetria, per tutta l'area di interramento controllato relativa alla gestione del **LOTTO 1**, le varie modalità di approntamento del fondo discarica e delle scarpate in funzione del substrato di appoggio; i **particolari** relativi alle varie tecniche di approntamento del fondo della zona di interramento controllato in funzione delle varie caratteristiche del substrato di appoggio sono gli stessi riportati nelle Tavole **PAR-EG-075 / 085 / 104**, dove sono illustrati anche i particolari delle soluzioni adottate per garantire la **continuità fisica fra i sistemi di impermeabilizzazione del fondo e delle sponde**.

Nelle Tavole **PAR-EG-075 / 085** sono illustrate le varie **tecniche di approntamento del fondo della zona di interramento controllato in funzione delle varie caratteristiche del substrato di appoggio**; nelle stesse Tavole **PAR-EG-075 / 085** sono illustrati anche i particolari delle soluzioni adottate per garantire la **continuità fisica fra i sistemi di impermeabilizzazione del fondo e delle sponde**.

Come risulta evidente dalle suddette Tavole **PAR-EG-075 / 085 / 104 / 151** e **PA1-EG-182**, in alcune porzioni del **fondo vasca in parete** e delle **scarpate laterali** (superfici poste in scarpata o in sormonto alle discariche esistenti, sulle quali **non è prevista la formazione di un battente liquido di percolato**), tenendo conto della particolare geometria delle superfici e delle difficoltà tecniche connesse alla posa in opera di argilla compattata, la barriera artificiale di impermeabilizzazione sarà realizzata in **equivalenza**, mediante la messa in posto di geosintetici.

Le **Schede Tecniche** dei geosintetici impiegati e i relativi **Calcoli di Equivalenza** sono riportati anche nella Tavola **PAR-EG-085**.

In tal senso si evidenzia che i **CRITERI COSTRUTTIVI E GESTIONALI DEGLI IMPIANTI DI DISCARICA** di cui al D.Lgs. 36/2003 e s.m.i. – Allegato 1 – punto 2.4.2 prevedono che:

- qualora come barriera di fondo sia **presente** una **barriera geologica naturale (livello 1 - naturale)**, al di sopra di questa può essere direttamente posto lo strato di impermeabilizzazione artificiale (**livello 2a - artificiale**), impiegando terreni naturali o miscele di terreni compattati che garantiscano la permeabilità prescritta;
- qualora come barriera di fondo **non sia presente** una **barriera geologica naturale (livello 1 - naturale)**, prima di mettere un posto lo strato di impermeabilizzazione artificiale (**livello 2a - artificiale**), la barriera geologica deve essere **integrata** artificialmente

mediante la messa in posto di un ulteriore strato di materiale artificiale (**livello 1a - artificiale**).

Belvedere Spa evidenzia quindi che **il progetto presentato rispetta i criteri costruttivi del punto 2.4.2 dell'Allegato 1 al D.Lgs. 36/2003 e s.m.i..**

Si rileva infatti che l'imposta del fondo della Legoli 3 nelle argille plioceniche compatte in corrispondenza della sezione di chiusura della Legoli 3, e più precisamente in corrispondenza dell'argine in argilla di protezione della paratia in c.a. e nella zona retrostante di posizionamento dei pozzi di sollevamento del percolato, risulta **ottimale dal punto di vista geologico, e quindi ambientale**.

Si evidenzia quindi che la messa in posto della 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), consente di **isolare tutta l'area di interrimento controllato dei rifiuti mediante un'unica sezione di chiusura** collocata in corrispondenza di una zona nella quale è stato rilevato un **elevato spessore delle argille azzurre plioceniche, indagato fino a 55 metri dal p.d.c. in corrispondenza della sezione di chiusura con la paratia di sbarramento** (vedi GEO-RT-010 - Sondaggio S83), e fino a 200 metri dal p.d.c. nell'area di fondovalle, in grado di **garantire con elevato margine di sicurezza l'isolamento della vasca della Legoli 3 (e quindi anche di tutto quanto presente a monte) dall'area di valle**, indipendentemente dalla rimozione, più a monte, dei terreni di riporto e/o depositi alluvionali e/o argille azzurre fessurate.

Si evidenzia, inoltre, che la completa rimozione del terreno di riporto e l'impostazione del fondo sulle argille plioceniche sarebbe sicuramente la soluzione più valida nel caso di un nuovo intervento **isolato** da eventuali edifici e/o costruzioni. Tuttavia non è questo il caso in quanto sono presenti due paratie di calcestruzzo (Legoli 1 e Legoli 2) a monte della nuova paratia di Legoli 3. Riportando un estratto del paragrafo "6.5. Opere di sostegno" del D. M. Infrastrutture Trasporti 17 gennaio 2018 (G.U. 20 febbraio 2018 n. 42 - Suppl. Ord.) "Nuove norme tecniche per le costruzioni" a pagina 199: "paratie, per le quali la funzione di sostegno è assicurata principalmente dalla resistenza del volume di terreno posto innanzi l'opera e da eventuali ancoraggi e puntoni". Risulta chiaro che **la completa rimozione del terreno di riporto, limo argilloso / limo con argilla debolmente sabbioso fessurato e l'impostazione del fondo della Legoli 3 al tetto delle argille plioceniche compatte**, che sarebbe la soluzione più valida nel caso di un nuovo intervento isolato, **farebbe mancare la spinta passiva dei terreni a valle delle paratie di Legoli 1 e Legoli 2 e la loro stabilità non risulterebbe garantita, producendo il collasso delle due discariche già realizzate** (vedi elaborato PAR-RT-040).

Premesso quanto sopra, al fine di limitare quanto più possibile la zona dove non sarà raggiunto, con il fondo scavo, il tetto delle argille plioceniche compatte, e anche nell'ottica di **ottimizzare gli interventi sugli sbarramenti esistenti di Legoli 1 e Legoli 2**, e in particolare di ottenere il massimo abbattimento piezometrico possibile del percolato a monte degli sbarramenti esistenti di Legoli 1 e Legoli 2, è stata sviluppata un'ulteriore analisi dettaglio che ha consentito di verificare la possibilità di rimuovere circa 2m a valle della paratia di Legoli 1 e circa 1m a valle della paratia di Legoli 2 (vedi Tavole PAR-EG-161 / 171 - **Sezioni di scavo di dettaglio**); quanto sopra garantendo la stabilità delle due discariche già realizzate.

Si precisa infine che le indagini eseguite, sondaggi e prove penetrometriche, sono **indagini puntuali** e che le sezioni derivano dalla estrapolazione e dalla interpretazione delle indagini stesse; pertanto, **solamente nel corso dei lavori, in fase di scavo, sarà necessario verificare la**

**vera natura del sottofondo e valutare la necessità o meno di integrare la barriera geologica mediante la messa in posto di un ulteriore strato di materiale artificiale (livello 1 - artificiale).**

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/m<sup>2</sup> - 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.

Qualora come barriera di fondo sia **presente** la **barriera geologica naturale (livello 1 - naturale)** costituita dalle **argille azzurre plioceniche compatte**, al di sopra di questa sarà direttamente posto lo strato di impermeabilizzazione artificiale (**livello 2a**), impiegando terreni naturali o miscele di terreni compattati che garantiscano la permeabilità prescritta.

Qualora come barriera di fondo **non sia presente** la **barriera geologica naturale (livello 1 - naturale)** costituita dalle **argille azzurre plioceniche compatte**, ma sia invece presente un fondo costituito da terreni di riporto s.l. (alluvioni e/o materiale di riporto antropico), prima di mettere in posto lo strato di impermeabilizzazione artificiale (**livello 2a - artificiale**), la barriera geologica sarà **integrata** artificialmente mediante la messa in posto di un ulteriore strato di materiale artificiale (**livello 1 - artificiale**).

Premesso quanto sopra, per tenere conto di quanto acquisito nel corso del precedente procedimento di PAUR, e per adeguare il piano di indagine a quanto previsto dall'AIA n. 8360/2020, **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 sulle parti in sponda dello scavo con una maglia di 40x40 m, cioè nella misura di una prova ogni 1.600 m<sup>2</sup> di superficie (vedi elaborato PAR-RT-022).**

**Le indagini sui terreni che costituiscono la “barriera geologica naturale” nella zona a monte della paratia, dove sarà realizzato l'argine in argilla di protezione della paratia e saranno alloggiati i pozzi di sollevamento del percolato, saranno eseguite nella misura di una prova ogni 1.000 m<sup>2</sup> di superficie (vedi elaborato PAR-RT-022).**



Per quanto attiene invece il “**protocollo di qualità dell’argilla compattata**”, si precisa che per il controllo di qualità dei lavori di realizzazione delle barriere artificiali ricostruite, sia nel caso di integrazione della barriera geologica naturale mediante la messa in posto di un ulteriore strato di materiale artificiale (**livello 1 - artificiale**) sia nel caso della messa in posto dello strato di impermeabilizzazione artificiale (**livello 2a - artificiale**), saranno eseguite **prove di permeabilità nella misura di una prova ogni 1.600 m2 di superficie**.

Per quanto riguarda le prove sull’**argine di argilla di protezione della paratia (Livello 2a)** verranno eseguite **prove di permeabilità per ogni avanzamento di un metro in altezza**.

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. 300 mm** (vedi **Tavola PAR-EG-053**).

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-075 – Sezioni longitudinali – Particolari E – F**.

Nella **Tavola PAR-EG-075 –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, nella zona al di sotto del futuro **argine di protezione dello sbarramento** e di quella dove saranno alloggiati i **pozzi di sollevamento del percolato**, sia impostata nelle “Argille azzurre plioceniche” compatte (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 nella zona al di sotto del futuro **argine di protezione dello sbarramento** e al di sotto di quella dove saranno alloggiati i **pozzi di sollevamento del percolato**, dovranno essere condotte misure di permeabilità in sito (metodologia **ASTM D-6391-11**), 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., con una frequenza di una prova ogni **1.000 m2**, mentre sulle scarpate laterali saranno eseguite con una maglia di 40x40 m cioè nella misura di una prova ogni **1.600 m2** di superficie.



Per quanto riguarda il piano di indagini da effettuare sulla barriera geologica naturale si rimanda all'elaborato **PAR-RT-022**.

Ai fini dell'avvio dell'esercizio dei diversi lotti di discarica, come previsto all'art. 9.d-c.2, del Dlgs. 36/2003 e smi, 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 DEI LIVELLI DI ARGILLA COMPATTATA

Le modalità realizzative dei **livelli 1/artificiale e 2a/artificiale** 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 dei **livelli 1/artificiale e 2a/artificiale** (strato di impermeabilizzazione artificiale con spessore  $\geq 1$  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 **3 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 nel sito di produzione delle terre, 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 attiene il **“protocollo di qualità dell'argilla compattata”**, si precisa che per il controllo di qualità dei lavori di realizzazione delle barriere artificiali ricostruite, sia nel caso di integrazione della barriera geologica naturale mediante la messa in posto di un ulteriore strato di materiale artificiale (**livello 1 - artificiale**) sia nel caso della messa in posto dello strato di impermeabilizzazione artificiale (**livello 2a - artificiale**), saranno eseguite **prove di permeabilità nella misura di una prova ogni 1.600 m<sup>2</sup> di superficie**; in tal senso si rimanda all'elaborato **PAR-RT-022** nel quale viene fornito il **Protocollo di Controllo Qualità dell'argilla compattata** che prevede, durante la fase di realizzazione dei livelli 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 s.m.i., 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

Nelle **Tavole PAR-EG-075 –Particolare D e PAR-EG-104** 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**.

Come risulta dalle Tavole **PAR-EG-022 / 033 / 075 / 085 / 104**, l'argine in argilla posto a monte della paratia presenterà nella parete interna uno **spessore di circa 10 m** di argilla con permeabilità minore o uguale a  $1 \times 10^{-9}$  m/s, in modo da garantire le caratteristiche della

barriera di cui al paragrafo 2.4.2 e pertanto il controllo di qualità sia in fase di costruzione sia a seguito della realizzazione dovrà garantire il rispetto di tale condizione.

In particolare, nelle Tavole **PAR-EG-022 / 033** viene data evidenza che:

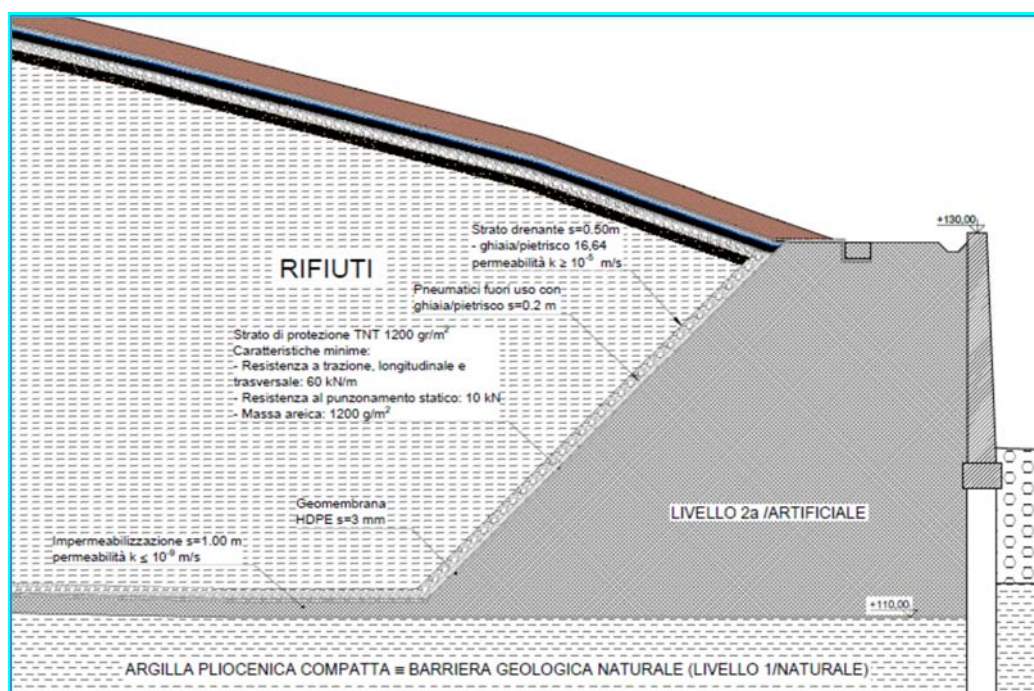
- la **quota di testa dell'argine** di protezione della paratia (coronamento) risulta pari a **129,5m**;
- la **quota di base dell'argine** di protezione della paratia risulta pari a **110,0m**;
- la **base dell'argine** sarà immorsata per almeno **1,5m al tetto delle argille plioceniche compatte** (= barriera geologica naturale idonea);
- lo **spessore minimo dell'argine** risulterà pari a **10m**.

L'argine di sbarramento verrà realizzato con l'argilla prelevata nel sito di produzione delle terre 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 nel sito di produzione delle terre, 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 sulla **barriera geologica ricostruita a monte della paratia (livello 2a/artificiale)** messe a confronto con quanto previsto dal par. 7.4.4 della DGRT 21/12/1999, n.385.

PARAMETRI	FREQUENZA PROPOSTA	FREQUENZA MINIMA DA NORMATIVA
Spessore	2 ogni 5.000 m <sup>2</sup>	2 ogni 5.000 m <sup>2</sup>
Densità	2 ogni 750 m <sup>2</sup> per ogni strato realizzato	2 ogni 750 m <sup>2</sup> per ogni strato realizzato
Umidità	2 ogni 200 m <sup>2</sup> di materiale impiegato	2 ogni 200 m <sup>2</sup> di materiale impiegato
Prove di carico su piastra	2 ogni 5.000 m <sup>2</sup>	2 ogni 5.000 m <sup>2</sup>
Permeabilità in sito con ASTM 6391-11 o equivalente	1 ogni 3.000 m <sup>3</sup>	1 ogni 3.000 m <sup>3</sup>

Di seguito si riporta una tabella riassuntiva con il numero di prove di permeabilità, stimato, da eseguire sull'argine in argilla di protezione della paratia (**livello 2a/artificiale**) suddivisa nelle varie quote del rilevato da realizzare. Sarà indagato ogni singolo metro in altezza.

ALTEZZA ARGINE IN ARGILLA [m]	SUPERFICIE INDAGATA [m <sup>2</sup> ]	N° PROVE MP
0,00	3085,55	2
1,00	2984,55	1
2,00	2883,55	1
3,00	2782,55	1
4,00	2681,55	1
5,00	2580,55	1
6,00	2479,55	1
7,00	2378,55	1
8,00	2237,15	1
9,00	2136,15	1
10,00	2075,55	1
11,00	1974,55	1
12,00	1873,55	1
13,00	1772,55	1
14,00	1671,55	1
15,00	1570,55	1
16,00	1469,55	1
17,00	1368,55	1
18,00	1267,55	1
19,00	1166,55	1
20,00	1065,55	1
21,00	964,55	1
<b>TOTALE</b>		<b>23</b>

### 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-075 / 085**).

Si avranno due possibili configurazioni:

1. Presenza di argille plioceniche;
2. Terreno diverso da argille plioceniche, comprese le coperture delle discariche esistenti.

Nel primo caso lo strato di impermeabilizzazione artificiale viene realizzato con **argilla compattata di spessore  $\geq 1,00$  m e permeabilità  $k \leq 1 \times 10^{-9}$  m/s**.

Per il secondo caso lo strato viene sostituito con un **doppio pacchetto combinato di geocomposito bentonitico ed una geomembrana in HDPE di spessore 1,5 mm**.

I vantaggi offerti dalla sostituzione dello strato di impermeabilizzazione artificiale con un **pacchetto combinato di geocomposito bentonitico ed una geomembrana in HDPE di spessore 1,5 mm** sono i seguenti:

- migliore **logistica di cantiere** e **minore impatto ambientale** per la drastica riduzione del numero di mezzi necessari per la realizzazione dell'intervento in quanto **non devono essere impiegati**: escavatori per la produzione delle terre, camion per il trasporto, ruspe per la stesa, compattatori per la posa;
- riduzione consistente dei **tempi di posa**;
- ampia gamma di materiali geosintetici tra cui scegliere, al fine di poter **ottimizzare costi e prestazioni**, utilizzando geocompositi caratterizzati da **notevole resistenza al taglio** in grado di garantire **prestazioni idrauliche standard di bassa permeabilità su superfici anche ad elevata inclinazione**;
- **ottima protezione idraulica**, in quanto il **tempo di attraversamento** del **pacchetto combinato di geocomposito bentonitico e geomembrana in HDPE previsto in progetto** risulta pari a **34,58 anni**, e quindi equivalente a quello di uno strato minerale di spessore **1m** che risulta pari a 24,4 anni (vedi Tavola **PAR-EG-085 – Calcoli di equivalenza**);
- **certezza dei risultati su tutta la superficie di posa** del geocomposito, in quanto le verifiche su uno strato minerale compattato sono comunque puntuali.

Nelle Tavole **PAR-EG-075 / 085** sono illustrate le varie **tecniche di approntamento del fondo della zona di interrimento controllato in funzione delle varie caratteristiche del substrato di appoggio**; nelle stesse Tavole **PAR-EG-075 / 085** sono illustrati anche i particolari delle soluzioni adottate per garantire la **continuità fisica fra i sistemi di impermeabilizzazione del fondo e delle sponde**.

Come risulta evidente dalle suddette Tavole **PAR-EG-075 / 085 / 104 / 151** e **PA1-EG-182**, in alcune porzioni delle **scarpate laterali** (superfici poste in scarpata o in sormonto alle discariche esistenti, sulle quali **non è prevista la formazione di un battente liquido di percolato**), tenendo conto della particolare geometria delle superfici e delle difficoltà tecniche connesse alla posa in opera di argilla compattata, la barriera artificiale di impermeabilizzazione sarà realizzata in **equivalenza**, mediante la messa in posto di geo-sintetici.

La soluzione presentata garantisce le **migliori modalità operative** e **risultati finali certi**, e **rispetta i criteri costruttivi del punto 2.4.2 dell'Allegato 1 al D.Lgs. 36/2003 e s.m.i.**:

- lo strato di impermeabilizzazione artificiale sulle **sponde** della discarica deve essere realizzato artificiale con uguali caratteristiche fisico-meccaniche e idrauliche a quelle dello strato di impermeabilizzazione artificiale di fondo; deve inoltre essere garantita la continuità fisica fra i due sistemi di impermeabilizzazione.

### **3.6.1. BARRIERA DI SPONDA IN PRESENZA DI ARGILLA PLIOCENICA COMPATTA – FIANCO SINISTRO DELLA PARATIA**

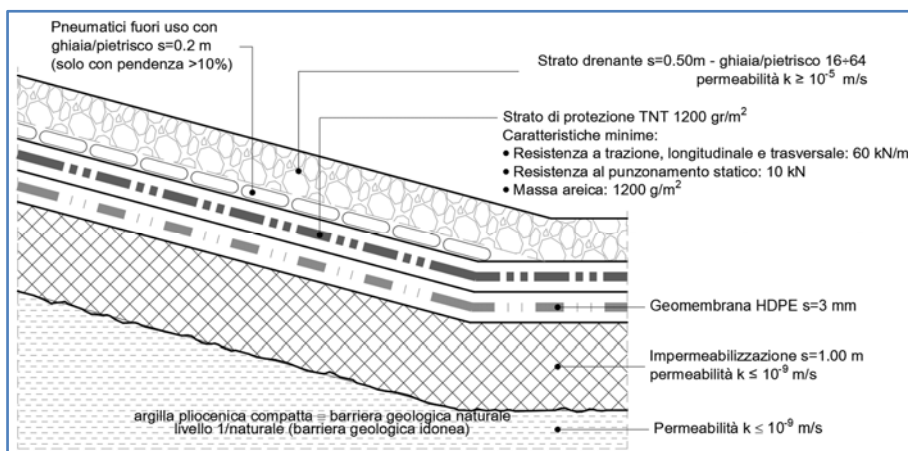
Il progetto prevede che gli scavi di approntamento sul **fianco sinistro** raggiungano il tetto delle argille plioceniche compatte e che venga completamente rimossa la coltre detritica superficiale (vedi elaborati **PAR-EG-171** e **PA1-EG-182**).



In fase di realizzazione degli scavi sarà quindi verificata la completa asportazione della coltre detritica superficiale e il conferimento a valle del materiale di risulta; per l'allestimento di tale zona, nella quale **non è prevista la formazione di un battente liquido di percolato**, la barriera artificiale di impermeabilizzazione sarà realizzata in **equivalenza**, mediante la messa in posto di geo-sintetici (vedi **Tavole PAR-EG-171** , **PA1-EG-182** e **PAR-EG-075** – **particolare H**).

Il pacchetto è costituito dai seguenti strati

- Strato di argilla con permeabilità  $k < 1 \times 10^{-9}$  m/s di spessore 100 cm;
- Geomembrana in HDPE di spessore 3 mm
- Strato di protezione in TNT con massa areica minima 1200 gr/m<sup>2</sup>
- Pneumatici fuori uso con ghiaia/pietrisco di spessore almeno 20 cm
- Strato drenante di spessore almeno 50 cm con permeabilità  $k \geq 10^{-5}$  m/s



**Figura 3.6/1: Pacchetto di sponda in presenza di argille plioceniche**

Nella Tavola **PA1-EG-182** viene presentata la **planimetria generale delle caratteristiche di approntamento del fondo per tutta l'area di messa in posto dei rifiuti nel Lotto 1**.



### **3.6.2. BARRIERA DI SPONDA IN ASSENZA DI ARGILLA PLIOCENICA COMPATTA – FIANCO DESTRO DELLA PARATIA**

Per quanto attiene la zona posta sul **fianco destro della paratia di Legoli 3**, il terreno di riporto limo-argilloso è stato posto in opera per consentire il recupero ambientale dell'area posta a Ovest della nuova area di interrimento controllato dei rifiuti (zona Triangolo Verde) e non se ne prevede la completa rimozione (vedi Tavola **PAR-EG-171**).

Come risulta dalle tavole di **inquadramento generale** dell'intervento:

- **PAR-EG-151 – Approntamento fondo discarica- Planimetria fondo scavo**
- **PAR-EG-171 – Approntamento fondo discarica – Sezioni di scavo di dettaglio – 2/2**

una volta eseguito lo scavo di impostazione dell'argine di protezione della paratia, spinto fino alla quota di 110,0m, **sul fianco destro il fondo vasca risulterà immersato per circa 3m nelle argille plioceniche compatte**; tale dato sarà comunque **da verificare in corso d'opera** in quanto l'andamento del tetto delle argille plioceniche compatte deriva dalla estrapolazione di dati puntuali.

Premesso quanto sopra, e tenendo conto che il **punto di attacco della pompa** di sollevamento del percolato dai pozzi di Legoli 3 sarà posto alla **quota 112,75m** (vedi Tavola **PAR-EG-033**), la parte di sponda destra soggetta a presenza di percolato risulterà impostata nelle argille plioceniche compatte.

Comunque, tenendo conto delle verifiche da eseguire in corso d'opera, in quanto l'andamento del tetto delle argille plioceniche compatte deriva dalla estrapolazione di dati puntuali, Belvedere Spa accoglie il suggerimento del Settore Autorizzazione Rifiuti e il **fianco destro** sarà **ulteriormente protetto** con una **scarpata in argilla compattata (= livelli 1 + 2a)**, avente **complessivamente spessore minimo 2m** (corrispondente alla realizzazione, per motivi tecnici, di un **rilevato in argilla compattata** avente **ampiezza orizzontale pari a circa 4,5m**) **fino alla quota 116,0m**.

L'estensione e l'andamento dell'argine di protezione del fianco destro (= **livelli 1 + 2a**) sono riportati nelle Tavole **PAR-EG-151 / 171**.

Inoltre si evidenzia che i **vari interventi di riporto di argilla compattata**, pur essendo descritti in maniera differenziata, saranno **realizzati senza soluzione di continuità** in quanto **l'argine di protezione della paratia**:

- **sul fianco sinistro** sarà **immersato nelle argille plioceniche compatte**;
- **sul fianco destro** sarà **immersato nell'argine di protezione del fianco destro** sopra descritto;

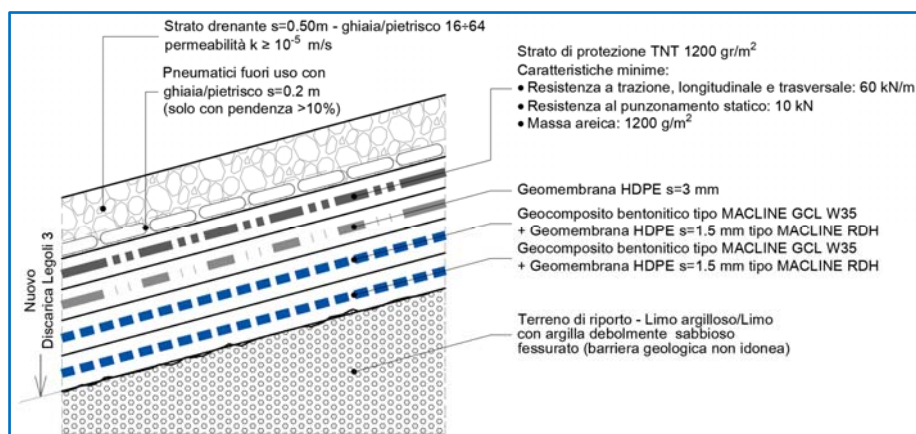
ed **entrambe le basi** - dell'argine di protezione della paratia e dell'argine di protezione del fianco destro - saranno immorsate nel **livello 2a**, da realizzare nella zona di fondo con presenza di argilla pliocenica compatta, avente **spessore minimo 1m (livello 2a)**, che sarà collegato, sempre senza soluzione di continuità, con i **livelli 1 + 2a**, da realizzare nella zona di fondo con presenza di substrato diverso da argilla pliocenica compatta, aventi complessivamente **spessore minimo 2m**.

Infine, nella Tavola **PAR-EG-075** sono riportate, **per ogni singola zona di intervento, le sezioni di dettaglio progetto** riportanti la morfologia di fondo vasca con **illustrati i sistemi di**

allestimento del pacchetto di impermeabilizzazione e drenaggio e sono indicati i particolari progettuali di transizione tra i vari tipi di impermeabilizzazione, e nella Tavola **PA1-EG-182** viene presentata la planimetria generale delle caratteristiche di approntamento del fondo per tutta l'area di messa in posto dei rifiuti nel Lotto 1.

Nella stessa Tavola **PAR-EG-075** viene inoltre data evidenza che la zona al di sopra dell'argine di protezione del fianco destro (vedi Tavola **PA1-EG-182** - fondo su scarpata in assenza di barriera geologica idonea) sarà impermeabilizzata con un pacchetto costituito dai seguenti strati:

- Geomembrana in HDPE di spessore 1,50 mm
- Geocomposito bentonitico
- Geomembrana in HDPE di spessore 1,50 mm
- Geocomposito bentonitico
- Geomembrana in HDPE di spessore 3 mm
- Strato di protezione in TNT con massa areica minima 1200 gr/m<sup>2</sup>
- Pneumatici fuori uso con ghiaia/pietrisco di spessore almeno 20 cm
- Strato drenante di spessore almeno 50 cm con permeabilità  $k \geq 10^{-5}$  m/s



**Figura 3.6/2: Pacchetto di sponda in assenza di argilla pliocenica compatta**

### 3.6.3. BARRIERA DI SPONDA SOPRA LE DISCARICHE ESISTENTI

Per quanto attiene la barriera di sponda sopra le discariche esistenti, tenendo conto della particolare geometria delle superfici e delle difficoltà tecniche connesse alla posa in opera di argilla compattata, la barriera artificiale di impermeabilizzazione sarà realizzata in **equivalenza**, mediante la messa in posto di geo-sintetici (vedi **Tavola PAR-EG-075 – particolari E - F**).

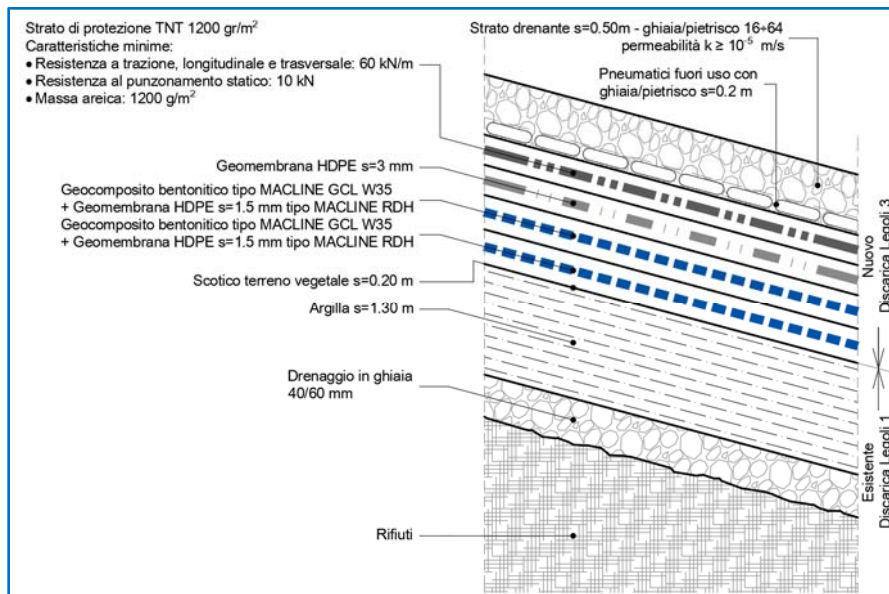


Figura 3.6/3: Pacchetto di sponda sopra Legoli 1

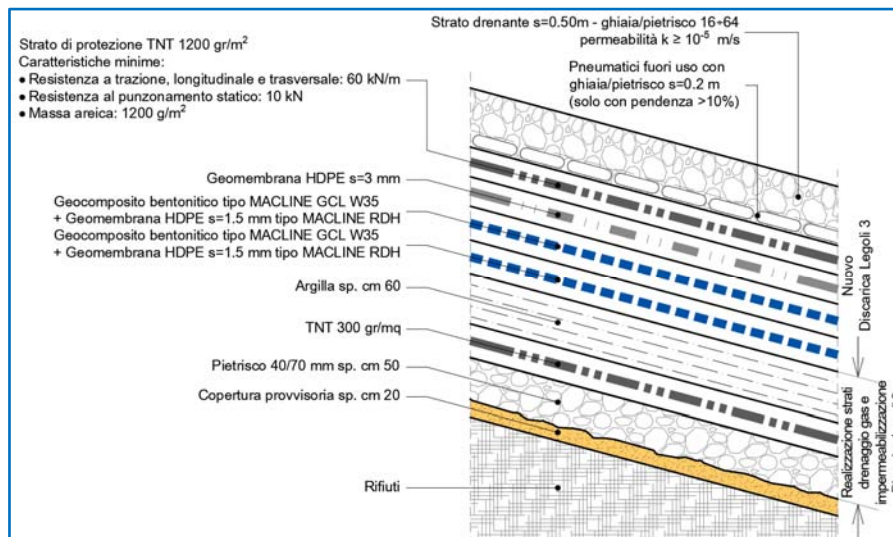


Figura 3.6/4: Pacchetto di sponda sopra Legoli 2

### 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 dei vari strati di impermeabilizzazione artificiale di 1 m, nelle zone di **sponda** riportate nella Tavole **PAR-EG-075** e **PA1-EG-182**, con un pacchetto ottenuto dall'accoppiamento di un geocomposito bentonitico e una geomembrana in HDPE.

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; in particolare, in corrispondenza delle discariche Legoli 1 e Legoli 2, 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.

In tal senso si evidenzia che Belvedere Spa ha maturato la decisione di sostituire il geocomposito inizialmente previsto con uno più performante, di **spessore maggiore** ma **senza lamina**, ossia il **"Maccaferri - MacLine GCL W 35"** accoppiato con una geomembrana in HDPE di spessore 1,50 mm ossia **"Maccaferri - MacLine RDH"** dei quali si riportano le schede tecniche nell'elaborato **PAR-AL-021**, nella tavola **PAR-EG-085-Schede Tecniche** e nell'elaborato **CL1-AL-012**.

Il geocomposito bentonitico consiste in un sandwich ad alta resistenza composto da uno strato di bentonite incapsulato tra due geotessili (uno del tipo non tessuto agugliato ed uno tessuto) in filamenti di polipropilene; i vari componenti sono tra loro agugliati in modo da raggiungere le massime prestazioni nelle più svariate e severe condizioni di impiego. Questa struttura, fittamente agugliata, garantisce una **notevole resistenza al taglio** del geocomposito ed allo spellamento dei singoli strati, garantendo **prestazioni idrauliche standard di bassa permeabilità su superfici anche ad elevata inclinazione**.

La geomembrana in polietilene ad alta densità (PEAD/HDPE) ha entrambe le superfici ad aderenza migliorata del tipo "sabbia" contenente almeno il 97% di polimero di polietilene bilanciato dal meno del 3% di nero fumo, antiossidanti e stabilizzatori termici.

Il geocomposito bentonitico **"MacLine GCL W 35"** lavora solo con **sormonto**, da realizzare secondo le indicazioni del fornitore, mentre la geomembrana in HDPE **"MacLine RDH"** dovrà essere saldata e messa in opera come indicato dalla Norma UNI 10567:2011.

A tale riguardo, nell'elaborato **PAR-AL-021**, viene riportata la **Scheda** e il **Manuale di installazione**, direttamente fornito dal produttore.

Si evidenzia inoltre che l'utilizzo del geocomposito più performante, ossia il **"Maccaferri - MacLine GCL W 35"**, è stato previsto anche nelle altre condizioni di utilizzo previste in progetto (vedi Tavole **PAR-EG-064 / 114**).

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  $1 \times 10^{-9}$  m/s e il pacchetto costituito accoppiando il geocomposito bentonitico e la geomembrana in HDPE.

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

**MACCAFERRI**

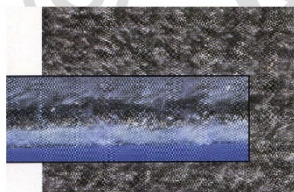
**SCHEDA TECNICA**

Rev. 18, Data 11.15.2023

**MACLINE® GCL W 35**  
**GEOCOMPOSITI BENTONITICI**

I geocompositi bentonitici Macline GCL tipologie W consistono in uno strato di bentonite interposta tra due geotessili (uno del tipo non tessuto agugliato ed uno tessuto) in filamenti di polipropilene; i vari componenti sono tra loro agugliati così da raggiungere le massime prestazioni nelle più svariate e severe condizioni di impiego. Questa struttura, fittamente agugliata, garantisce una notevole resistenza al taglio del geocomposito ed allo spellamento dei singoli strati, garantendo prestazioni idrauliche standard di bassa permeabilità su superfici anche ad elevata inclinazione.

MACLINE® GCL			W 35	Note
<b>Caratteristiche dei geotessili</b>				
Strato di base			Geotessile non tessuto agugliato	
Strato superiore			Geotessile tessuto	
Polimero			Polipropilene	
Massa areica unitaria	EN ISO 9864	g/m <sup>2</sup>	Strato di base 200 - Strato superiore 100	1
<b>Caratteristiche della bentonite</b>				
Tipologia			Bentonite di sodio	
Peso specifico		g/cm <sup>3</sup>	2.60	
Punto di fusione		°C	1340	
Contenuto di montmorillonite		%	90 (-10)	2, 5
Assorbimento d'acqua	ASTM E946	%	> 650	
Capacità di rigonfiamento libera	ASTM D5890	ml/2g	≥ 24	
Perdita di flusso	ASTM D5891	ml	≤ 18	
Massa bentonite @12% umidità	EN 14196	g/m <sup>2</sup>	6700	3
<b>Caratteristiche del geocomposito (GBR-C)</b>				
Massa areica unitaria	EN 14196	g/m <sup>2</sup>	7000	1, 3
Spessore	EN ISO 9863-1	mm	8.0	1
Resistenza allo spellamento	ASTM D6496	N/10 cm	60	1, 5, 6
Permeabilità	EN 16416 ASTM D5887	m/s	1.3x10 <sup>-11</sup> (+1.0x10 <sup>-11</sup> )	2, 5
Indice di flusso	EN 16416 ASTM D5887	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> s	≤ 6.0x10 <sup>-9</sup>	
Resistenza a trazione (longitudinale)	EN ISO 10319	kN/m	12.0 (-2.5)	4
Allungamento (longitudinale)	EN ISO 10319	%	20 (-5; +10)	2
Resistenza al punzonamento (CBR)	EN ISO 12236	kN	2.2 (-0.1)	4
Larghezza dei rotoli		m	5.0 o 5.1	7



- 1) Valore nominale; è ammessa una tolleranza standard del 10%
- 2) Valore tipico
- 3) Valore nominale funzione del grado di umidità della bentonite fissato al 12% Il contenuto minimo di bentonite a secco (0% umidità) è fissata a 5400 g/m<sup>2</sup>
- 4) Valore MARV al 95% del limite di confidenza (valore medio meno la tolleranza)
- 5) Dato riportato a titolo informativo
- 6) Il valore riportato è relativo al valore di resistenza di picco; la resistenza media allo spellamento è pari a 400 N/m con una tolleranza ammessa del 10%.
- 7) Valore nominale, una tolleranza standard dell'1% è ammessa. La larghezza del rotolo può essere di 5.00m o 5.10m secondo le necessità di produzione e la disponibilità a stock. Si prega di verificare con la logistica.

L'imballaggio di protezione non deve essere rimosso fino a quando MACLINE® GCL non è pronto per essere installato; MACLINE® GCL deve essere coperto entro un giorno dopo l'installazione (EN 12224 - durabilità).

Il produttore, per il proprio processo di ottimizzazione e miglioramento delle caratteristiche tecniche dei prodotti, si riserva la facoltà di modificare gli standard e le caratteristiche dei prodotti senza alcun preavviso. Tutte le informazioni fornite sono date in buona fede sulla base della nostra esperienza e di analisi di laboratorio ma non costituiscono una garanzia prestazionale minima dei materiali. In ogni modo nessuna responsabilità per un errato utilizzo progettuale delle stesse potrà essere imputata al produttore o ai suoi distributori.

**Officine Maccaferri Italia S.r.l.**

Via JF Kennedy 10, 40069 Zola Predosa (BO) - Italy  
T: (+39) 051 643 6000 F: (+39) 051 643 6201  
E: info@it.maccaferri.com [www.maccaferri.com/it](http://www.maccaferri.com/it)

Azienda con Sistema Qualità Certificato  
da Bureau Veritas con accreditamento Accredia e Ukas



Le caratteristiche della geomembrana in HDPE scelta sono le seguenti:

**MACCAFERRI**

**SCHEDA TECNICA**

Rev: 09, Data 27.03.2018

**MACLINE<sup>®</sup> RMH & RDH**  
**GEOMEMBRANA IN POLIETILENE AD ALTA DENSITA' (PEAD/HDPE)**

**MACLINE RMH & RDH** sono geomembrane in polietilene ad alta densità con una o entrambe le superfici ad aderenza migliorata del tipo "sabbata" contenente almeno il 97% di polimero di polietilene bilanciato da meno del 3% di nero fumo, antiossidanti e stabilizzatori termici. Le geomembrane **MACLINE RDH** (entrambe le superfici ruvide) e **RMH** (una faccia ruvida) sono conformi alla norma UNI 11498/2013. La quantità di polimero spruzzato per ottenere la "sabbatura" può variare da 40 a 140 gr/m<sup>2</sup> su richiesta. Le geomembrane **MACLINE RMH & RDH** sono prodotte in conformità agli standard nazionali e internazionali secondo un rigoroso controllo di qualità certificato ISO 9001.

SUPERFICIE: LISCIA/RUVIDA & RUVIDA/RUVIDA CARATTERIZZAZIONE DELLA MATERIA PRIMA				COLORE: NERO CODICE RAL: -			
Proprietà	Unità	Metodo Test	Valore	PROPRIETA' FUNZIONALI			
Densità membrana (4)	g/cm <sup>3</sup>	EN ISO 1183-1	>0.940	Proprietà	Unità	Metodo Test	Valore
Indice di fluidità (4)	g/10min	EN ISO 1133 @190°C/5kg	≤ 3	Flessibilità a freddo (4)	°C	EN 495-2	≤ -40
Contenuto nero fumo (4)	%	EN ISO 11358 ASTM D4218	2.0 - 3.0	Stabilità dimensionale (4)	%	EN 1107-2	≤ 2
Dispersione nero fumo (4)	-	ISO 11420	< 3	Coefficiente di dilatazione termica lineare (4)	mm/mm/°C	ASTM D696	<1.76x10 <sup>-4</sup>
DURABILITA'				Permeabilità ai liquidi (1)	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> x giorno	EN 14150	≤ 1x10 <sup>-6</sup>
Resistenza agli agenti atmosferici; 3000h (1)	-	EN 12224	Riduzione del carico e dell'allungamento inferiore al 25% dei valori iniziali.	Permeabilità al gas (1)	mol/m <sup>2</sup> x giorno	ASTM D1434	≤ 4x10 <sup>-3</sup>
Resistenza all'ossidazione; 85°C & 90d (1)	-	EN 14575		Spessore asperità (2,4)	mm	-	0.25
Resistenza ai microrganismi (4)	-	EN 12225		Resistenza al fuoco	-	ISO 11925-2	E
Resistenza chimica (4)	-	EN 14415		<ol style="list-style-type: none"> <li>I test indicati sono parte del mandato del certificato CE e sono riportate nelle DoP;</li> <li>Valori nominali; per i valori minimi si rimanda alla normativa UNI 11498 cui il materiale è conforme o alla DoP relativa al materiale di interesse;</li> <li>Valori testati riportati sul certificato emesso su ciascun rotolo all'atto della fornitura;</li> <li>I test indicati non sono parte del mandato del certificato CE pertanto i valori relativi ai test indicati sono forniti a titolo informativo;</li> <li>Tolleranza pari all'uno per cento (1%) della dimensione nominale dichiarata;</li> <li>Tolleranza massima pari al 10%; valore tipico 6%.</li> </ol>			
Resistenza al percolato (4)	-	EN 14414	come sopra con addizionale perdita di massa in misura inferiore al 25% della massa iniziale				
Fessurazione da sollecitazione ambientale (1,2)	h	ASTM D5397 EN 14576	400 (>336)				

PROPRIETA' FISICO MECCANICHE GEOMEMBRANA				MACLINE RMH & RDH				
Proprietà	unità	Metodo test		100	150	200	250	300
Spessore (2,3,4,6)	mm	EN 1849-2		1.00	1.50	2.00	2.50	3.00
Ampiezza dei rotoli (4,5)	m	EN 1848-2		8.0 & 5.10				
Lunghezza dei rotoli (4,5)	m	EN 1848-2		variabile				
<b>Proprietà meccaniche:</b>								
• Resistenza allo snervamento (2,3,4)	N/mm <sup>2</sup>	EN ISO 527-3 campioni 5 100 mm/min		17	17	17	17	17
• Allungamento a snervamento (2,3,4)	%			17	25	33	43	51
• Resistenza a rottura (1,2,3)	N/mm <sup>2</sup>			11	11	11	11	11
• Allungamento a rottura (1,2)	N/mm			30	30	30	30	30
• Allungamento a rottura (2,3)	%			30	45	60	75	90
				750	750	750	750	750
Resistenza al punzonamento statico (1,2,3)	kN	EN ISO 12236		3.0	4.0	5.0	6.0	>6.0
Resistenza alla lacerazione (2,4)	N/mm N	ISO 34-1		130 130	130 195	130 260	130 325	130 390

Il produttore, per il proprio processo di ottimizzazione e miglioramento delle caratteristiche tecniche dei prodotti, si riserva la facoltà di modificare gli standard e le caratteristiche dei prodotti senza alcun preavviso. Tutte le informazioni fornite sono date in buona fede sulla base della nostra esperienza; in ogni modo nessuna responsabilità per un errato utilizzo progettuale delle stesse potrà essere imputata al produttore o ai suoi distributori.

**Officine Maccaferri Italia S.r.l.**

Via JF Kennedy 10, 40069 Zola Predosa (BO) - Italy  
T: (+39) 051 643 6000 F: (+39) 051 643 6201  
E: info@it.maccaferri.com [www.maccaferri.com/it](http://www.maccaferri.com/it)

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

Il concetto di equivalenza da rispettare per la barriera geologica richiamato al paragrafo 2.4.2 dell'allegato 1 al D.Lgs. 121/2020, consiste nel realizzare un sistema che fornisca complessivamente una protezione idraulica equivalente in termini di **tempo di attraversamento** ad una formazione geologica con conducibilità idraulica  $\leq 1 \times 10^{-9}$  m/s e spessore  $s \geq 1$  considerando, ai fini del calcolo, un carico idraulico pari a 0.3 m che insiste sulla barriera.

Di seguito si riporta il calcolo del tempo di attraversamento della "barriera geologica", così come definita al paragrafo 2.4.2 dell'allegato 1 al D.Lgs. 121/2020 e s.m.i..

Battente idrico	$b_i$	0.30 m
Spessore barriera	$s$	1.00 m
Permeabilità	$k$	$1E-09$ m/s
Perdita di carico	$\Delta h$	1,30 m
Gradiente	$i$	1.30
Tempo di attraversamento	$t_s$	24.39 anni

La velocità di filtrazione  $v$  è regolata dalla legge di Darcy  $v = k \times i$

Dove:

$k$  = coefficiente di permeabilità (m/s)

$i$  = gradiente idraulico dato dal rapporto tra la perdita di carico  $\Delta h$  e lo spessore del percorso di filtrazione, ovvero lo spessore  $s$  della barriera (-)

Il tempo di attraversamento,  $t$ , viene calcolato come il rapporto tra il volume del mezzo attraversato ( $V$ ) e la portata ( $Q$ ) attraverso una sezione di flusso unitaria ( $A$ ).

$$t = \frac{V}{Q} = \frac{A \cdot s}{A \cdot k \cdot i} = \frac{s}{k \cdot i}$$

Il  $t$  così calcolato risulta pari a 24.39 anni, approssimato a 25 anni nella norma di riferimento (D.Lgs. 121/2020 e s.m.i.).

Per la verifica di equivalenza, per quanto riguarda i geocompositi bentonitici le caratteristiche prestazionali dei prodotti sono state ricavate dalle schede tecniche fornite dai produttori.

Per quanto riguarda invece le geomembrane in HDPE, come noto, questi elementi sintetici sono caratterizzate da valori di conducibilità idraulica molto bassi e difficilmente misurabili anche a causa dei tempi richiesti per l'esecuzione delle prove. Esistono degli standard Europei recepiti in Italia (UNI EN 14150) per la determinazione della tenuta ai liquidi, che per motivi di pratica realizzabilità fissano come valore minimo determinabile la soglia di  $1 \times 10^{-6}$  m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/giorno.

Al fine di poter pervenire ad una quantificazione della conducibilità idraulica si può far riferimento ai diversi studi di letteratura disponibili ed in particolar modo al noto lavoro di Giroud e Bonaparte, che riporta lo stato dell'arte delle prove effettuate su geomembrane costituite da diversi materiali. Nello studio si riporta che la conducibilità idraulica delle geomembrane in HDPE risulta funzione della massa volumica o densità del materiale. I dati mostrano come all'aumentare della densità dell'HDPE corrisponda una riduzione della



conducibilità idraulica. Nella figura seguente viene riportata la tabella riepilogativa estratta del lavoro di Giroud e Bonaparte.

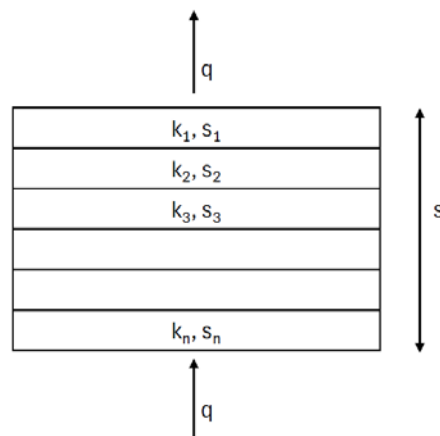
Geomembrane type	Vapor pressure difference $\Delta p$ (kPa)	Water vapor transmission WVT ( $g/(m^2 \cdot day)$ )	Reference thickness $T$ (mm)	Coefficient of migration $m_g$ ( $m^2/s$ )	Equivalent hydraulic conductivity $k_g$ (m/s)
CSPE	6.4	161	0.025	$4.7 \times 10^{-14}$	$7.2 \times 10^{-14}$
Butyl	6.4	26	0.025	$7.5 \times 10^{-15}$	$1.2 \times 10^{-14}$
PVC	6.1	32	0.025	$9.3 \times 10^{-15}$	$1.5 \times 10^{-14}$
HDPE 0.92	6.4	28	0.025	$8.1 \times 10^{-15}$	$1.2 \times 10^{-14}$
0.94	5.8	14	0.025	$4.1 \times 10^{-15}$	$6.9 \times 10^{-15}$
0.95	6.1	6.7	0.025	$1.9 \times 10^{-15}$	$3.1 \times 10^{-15}$
0.96	5.8	4	0.025	$1.2 \times 10^{-15}$	$2.0 \times 10^{-15}$

#### Valori di conducibilità idraulica in funzione della massa volumica dell'HDPE

La norma UNI 11309, che definisce le caratteristiche ed i limiti di accettazione dei geosintetici polimerici a base di polietilene a media e alta densità con funzione di barriera, fissa valori di massa volumica per le geomembrane, con impieghi in discarica, a valori compresi tra 0.94 g/cm<sup>3</sup> e 0.96 g/cm<sup>3</sup>, (determinati secondo UNI EN ISO 1183-1). Per tali valori di massa volumica, come indicato nella tabella riportata in precedenza, corrispondono rispettivamente valori di conducibilità idraulica compresi tra  $6.9 \times 10^{-15}$  m/s a  $2.0 \times 10^{-15}$  m/s.

Nelle verifiche di equivalenza fra elementi sintetici di capping e barriera geologica, riportate di seguito è stato preso come riferimento il valore maggiore di conducibilità idraulica, ovvero  $6.9 \times 10^{-15}$  m/s.

Per la verifica di equivalenza, il pacchetto può essere associato ad un sistema stratificato dove il moto di filtrazione avviene in direzione prevalentemente verticale, ovvero ortogonale all'andamento degli elementi sintetici.



#### Filtrazione perpendicolare alla stratificazione

In questo caso la portata che attraversa ciascun elemento è la stessa e quindi, considerando uguale anche l'area attraversata, la velocità di filtrazione  $v$  che attraversa ciascun  $n$  elemento è la stessa che attraversa il sistema multistrato.

In accordo con la legge di Darcy la velocità di filtrazione  $v$  può essere espressa come il prodotto del coefficiente di permeabilità equivalente in direzione verticale  $k_{eq}$  per il gradiente dato dalla perdita di carico  $\Delta h$  diviso il percorso di filtrazione  $s$ , ovvero lo spessore del sistema multistrato.

$$v = k_{eq} \cdot i = k_{eq} \cdot \frac{\Delta h}{s}$$

Dove:

$k_{eq}$  = coefficiente di permeabilità equivalente (m/s)

$\Delta h$  = perdita di carico (m)

$s$  = percorso di filtrazione (m)

La perdita di carico  $\Delta h$  è data dalla somma delle perdite di carico di ciascuno strato:

$$\Delta h = \sum \Delta h_i = \sum s_i \cdot i_i = \sum s_i \cdot \frac{v}{k_i} = v \cdot \sum \frac{s_i}{k_i}$$

Sostituendo questa espressione all'equazione della velocità di filtrazione  $v$  riportata precedentemente si ottiene l'espressione del coefficiente di permeabilità equivalente:

$$k_{eq} = \frac{s}{\sum \frac{s_i}{k_i}}$$

Nel caso in esame il coefficiente di permeabilità equivalente è quindi calcolato attraverso il rapporto tra lo spessore totale del sistema multistrato e la sommatoria dello spessore dello strato  $i$ -esimo rapportata alla conducibilità idraulica  $i$ -esima.

Battente idrico	$b_i$	0.30 m
Geocomposito bentonitico	<b>MACLINE GCL W 35</b>	
Spessore	$s_{gb}$	0.008 m
Permeabilità	$k_{gb}$	2.3E-11 m/s
Geomembrana in HDPE da 1,50 mm		
Spessore	$s_{HDPE}$	0.0015 m
Permeabilità	$k_{HDPE}$	6.9E-15 m/s
Spessore totale	$s_{tot}$	0.0095 m
Permeabilità equivalente	$k_{eq}$	4.4E-14 m/s
Perdita di carico	$\Delta h$	0.31 m
Gradiente	$i$	32.58
Tempo di attraversamento	$t_s$	<b>211.93</b> anni

Come ulteriore verifica dell'idoneità del pacchetto di geosintetici si prevede la determinazione dei tempi di attraversamento dei singoli strati.

Battente idrico	$b_i$	0.30 m
Geocomposito bentonitico	<b>MACLINE GCL W 35</b>	
Spessore	$S_{gb}$	0.008 m
Permeabilità	$k_{gb}$	2.3E-11 m/s
Perdita di carico	$\Delta h$	0.31 m
Gradiente	$i_{gb}$	38.50
Tempo di attraversamento	$t_{gb}$	<b>0.29</b> anni
Geomembrana in HDPE da 1,50 mm		
Spessore	$S_{HDPE}$	0.0015 m
Permeabilità	$k_{HDPE}$	6.9E-15 m/s
Perdita di carico	$\Delta h$	0.30 m
Gradiente	$i_{HDPE}$	201.00
Tempo di attraversamento	$t_{HDPE}$	<b>34.30</b> anni
Tempo di attraversamento totale	$t_{tot}$	<b>34.58</b> anni

Come si può notare il tempo di attraversamento del pacchetto costituito dal geocomposito bentonitico e dalla geomembrana in HDPE è equivalente al tempo di attraversamento di uno strato di spessore 1,00m e permeabilità  $k \leq 1 \times 10^{-9}$  m/s previsto dal D.Lgs 121/2020.

- **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  $Q$  [ $m^3/s$ ] 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 m<sup>3</sup>/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:

<b>Capacità drenante ghiaia</b>			
Permeabilità ghiaia	$k_{ghiaia}$	1,00E-04	m/s
Spessore strato drenante	s	0,5	m
Inclinazione trasversale media	$\beta$	20	°
Gradiente idraulico relativo alle condizioni in situ	$i_1$	0,342	
Tramissività dello strato drenante	$q_{ghiaia}$	1,71E-05	m <sup>3</sup> /s/m
Tramissività dello strato drenante	$q_{ghiaia}$	0,017	l/(s*m)
Peso terreno	$\gamma$	19	kN/m <sup>3</sup>
Altezza massima terreno sopra strato drenante	H	1	m
Carico variabile	q	50	kPa
Pressione	$\sigma$	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<sup>-3</sup> m<sup>2</sup>/s

**Tabella della capacità drenante del geocomposito estratta dalla scheda tecnica**

<b>Capacità drenante geocomposito</b>			
Gradiente idraulico tabulato in scheda tecnica	i	0,100	
Pressione applicata tabulato in scheda tecnica	$\sigma$	100	kPa
Capacità drenante da scheda tecnica	$q_{scheda\ tecnica}$	0,700	l/(s*m)
Tramissività nominale del GCD	$q_{nom}$	1,11	l/(s*m)
Fattore di riduzione 1	$RF_{in}$	1,1	
Fattore di riduzione 2	$RF_{cc}$	1,2	
Fattore di riduzione 3	$RF_{bc}$	1,2	
Fattore di riduzione 4	$RF_{cr}$	1,923	
Fattore di riduzione totale	$RF_{tot}$	3,046	
Tramissività ammissibile del GCD	$q_{amm}$	0,364	l/(s*m)
Fattore di sicurezza	FS	21,30	>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. 300 mm** (vedi Tavola **PAR-EG-053**).

I drenaggi secondari sono stati posizionati con ingressi obliqui (a lisca di pesce) all'asse della tubazione principale centrale per sfruttare le pendenze di progetto e risultare ottimali per il convogliamento del percolato verso l'area di estrazione.

Nella **Tavola PAR-EG-033** viene illustrato in scala adeguata (1:20) il particolare in pianta del pezzo speciale di collettamento delle tubazioni di fondo coi pozzi in sponda, con relative dimensioni e il dimensionamento dello scavo di alloggiamento delle strutture di collettamento.

Sono stati regolarizzati gli andamenti delle tubazioni drenanti limitando i repentini cambi di direzione e alle tubazioni drenanti presenti nell'area di fondo di forma rettangolare, poste ai lati di quella centrale, sono state eliminate le curvature prima dell'innesto nel pezzo speciale DN1200 di raccordo dei pozzi, inserendole perpendicolarmente ad esso.

Le tubazioni di convogliamento del percolato dalle superfici a leggera pendenza posta tra gli sbarramenti di Legoli 1 e Legoli 2 e l'area rettangolare risultano in continuità (vedi **Tavole PAR-EG-033 / 053**) e non scaricano nel dreno planare di fondo.

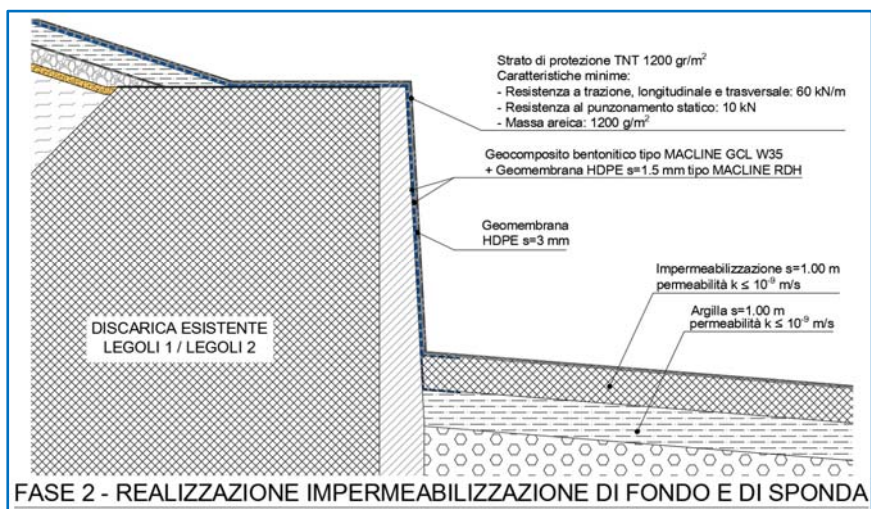
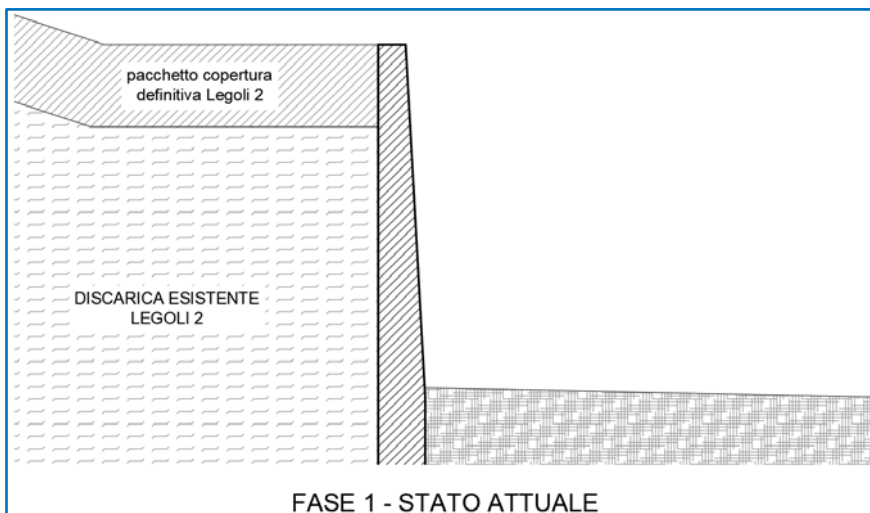
Il materiale da utilizzare dovrà avere le seguenti caratteristiche tecniche: permeabilità  $k \geq 1 \times 10^{-5}$  m/s, classi A1 e A3 della classificazione HRB AASHTO; il materiale drenante sarà costituito da un aggregato grosso marcato CE (indicativamente ghiaia/pietrisco di pezzatura 16-64 mm), 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.

Nella **Tavola PAR-EG-033** viene indicato il livello del battente di percolato atteso sul fondo della discarica **approntata (1,75 m)**, definito sulla base dei livelli di attacco/stacco delle pompe di estrazione e della quota di alloggiamento della pompa.

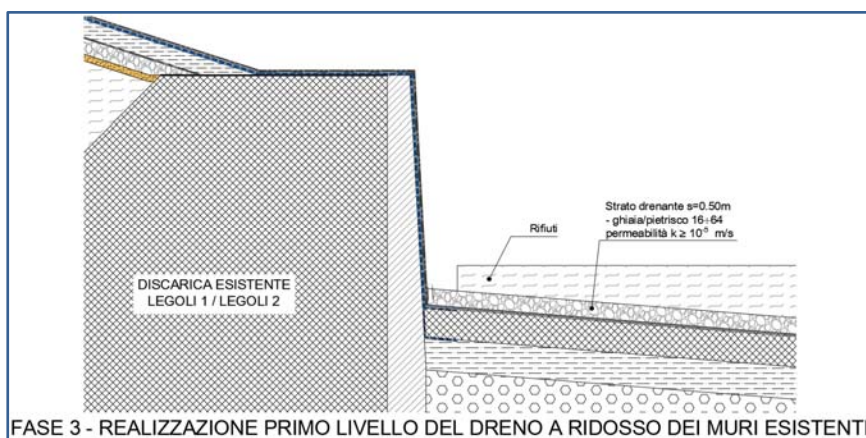
### 3.9. STRATO DRENANTE POSTO A RIDOSSO DEI MURI DI SBARRAMENTO DI LEGOLI 1 E LEGOLI 2

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

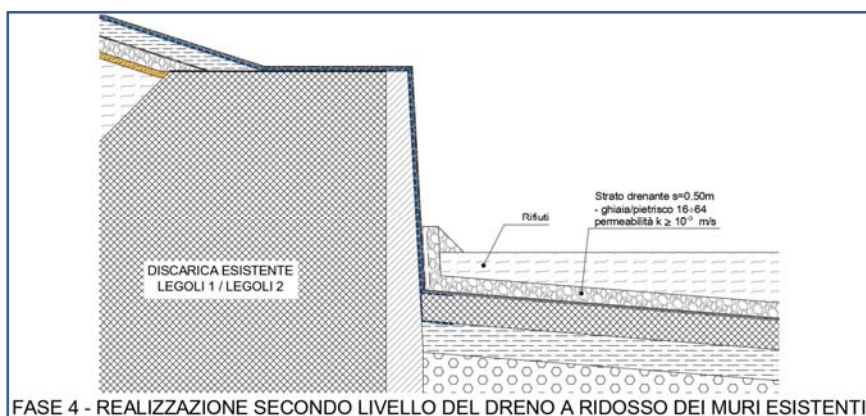
Per maggior dettaglio si rimanda alla **Tavola PAR-EG-104**.



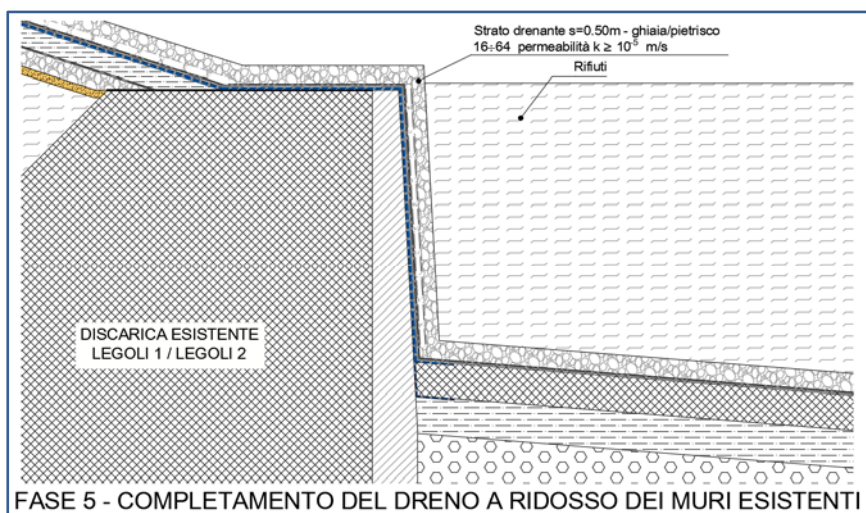




FASE 3 - REALIZZAZIONE PRIMO LIVELLO DEL DRENO A RIDOSSO DEI MURI ESISTENTI



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-075 – 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. ESTRAZIONE DEL PERCOLATO – STATO DI FATTO

#### 3.11.1. ESTRAZIONE PERCOLATO DA LEGOLI 2 – SECONDO AMPLIAMENTO

Il sollevamento del percolato della discarica denominata **“Legoli 2 – Secondo ampliamento”** avviene tramite una batteria di n. 4 pozzi inclinati (vedi **Figura 3.11/1 - Planimetria**), appoggiati al paramento interno dell'argine di sbarramento di valle (vedi **Figura 3.11/2 - Sezione**), 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.



**Figura 3.11/1 – Pozzi percolato Legoli 2 – Secondo ampliamento  
Planimetria**



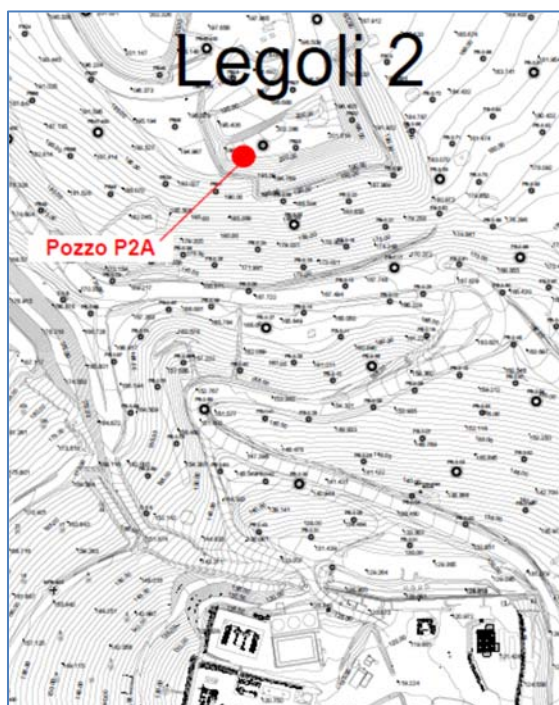
**Figura 3.11/3 – Pozzi percolato Legoli 2 – Secondo ampliamento**  
**Pozzo per controlli ambientali P2B**



Per quanto attiene lo **stato di progetto** riguardante il sollevamento del percolato della discarica denominata “**Legoli 2 – Secondo ampliamento**”, esso viene illustrato nel successivo **Paragrafo 3.12.**

### 3.11.2. ESTRAZIONE PERCOLATO DA LEGOLI 2 – PRIMO INTERVENTO

Per quanto riguarda il sollevamento del percolato della discarica denominata “**Legoli 2 – Primo intervento**”, esso avviene tramite il pozzo **P2A** (vedi **Figura 3.11/4**), che in origine era il pozzo di sollevamento di valle del primo ampliamento e che è stato successivamente prolungato man mano che proseguiva il sormonto con i rifiuti del secondo ampliamento; il pozzo **P2A** è stato realizzato in verticale in prossimità dello sbarramento del primo modulo di ampliamento (vedi **Figura 3.11/5**).



**Figura 3.11/4 – Pozzo percolato Legoli 2 – Primo intervento**  
**Planimetria**

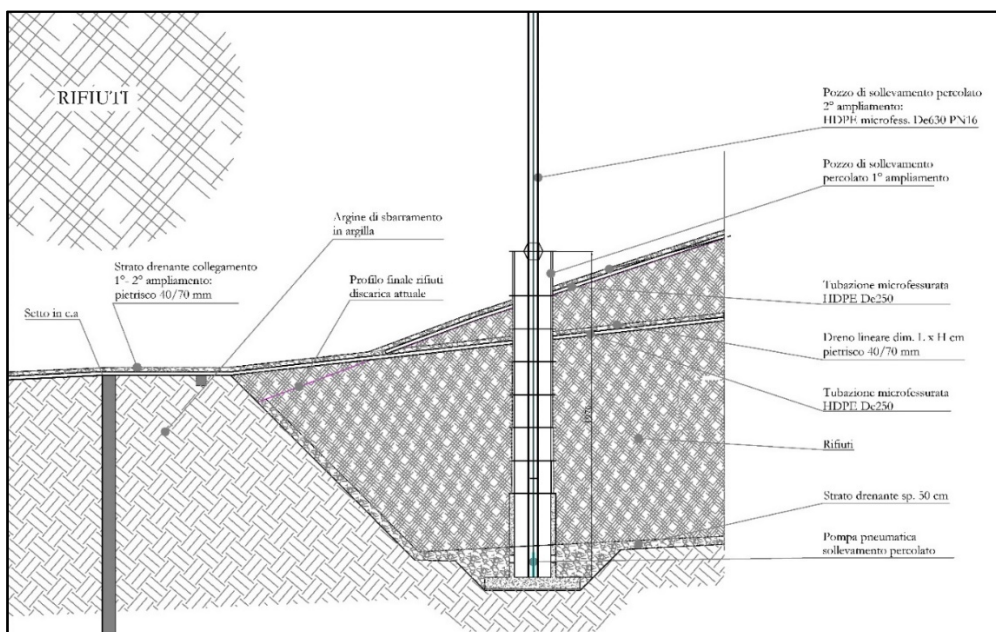
#### **Pozzo P2A - Stato di progetto approvato**

Il pozzo **P2A** ha le seguenti caratteristiche di progetto:

- primo tratto, da fondo discarica a +5,1m, realizzato in c.a. gettato in opera, a sezione rettangolare dim. int. 400x220cm, altezza interna 510cm, spessore pareti 30cm, con n. 2 setti interni di irrigidimento di altezza 160cm innestati sulla platea di fondazione; all'interno del pozzo erano collocate le pompe di sollevamento;
- tratti successivi realizzati con n. 6 elementi scatolari flangiati in acciaio AISI 304, dim. interno 400x220cm, altezza 200cm + n. 1 elemento scatolare in acciaio AISI 304, dim. interno 400x220 cm, altezza 270cm.

L'altezza complessiva di progetto del pozzo **P2A** a servizio di **Legoli 2 – Primo intervento**, risulta quindi pari a 19,80 m.

Il progetto di secondo ampliamento prevede il sormonto del primo ampliamento, adiacente al nuovo modulo, fino ad ottenere un nuovo profilo finale. Tale sormonto comporta un aumento delle quote finali del corpo discarica: in corrispondenza del pozzo di sollevamento del primo ampliamento da +142,39m s.l.m. a +203,50m s.l.m. Per il prolungamento del pozzo, il progetto prevede l'inserimento, al suo interno, di tubazioni microfessurate in HDPE De630 PN16. Le tubazioni sono inserite all'interno del pozzo esistente e rese solidali con esso mediante opportuni staffaggi realizzati in corrispondenza della testa del pozzo in AISI. Le tubazioni vengono progressivamente rialzate, seguendo l'andamento delle quote dei rifiuti nelle varie fasi di coltivazione, fino a raggiungere le quote finali previste in progetto. All'interno della tubazione, è prevista l'installazione di una pompa (vedi **Figura 3.11/5**).

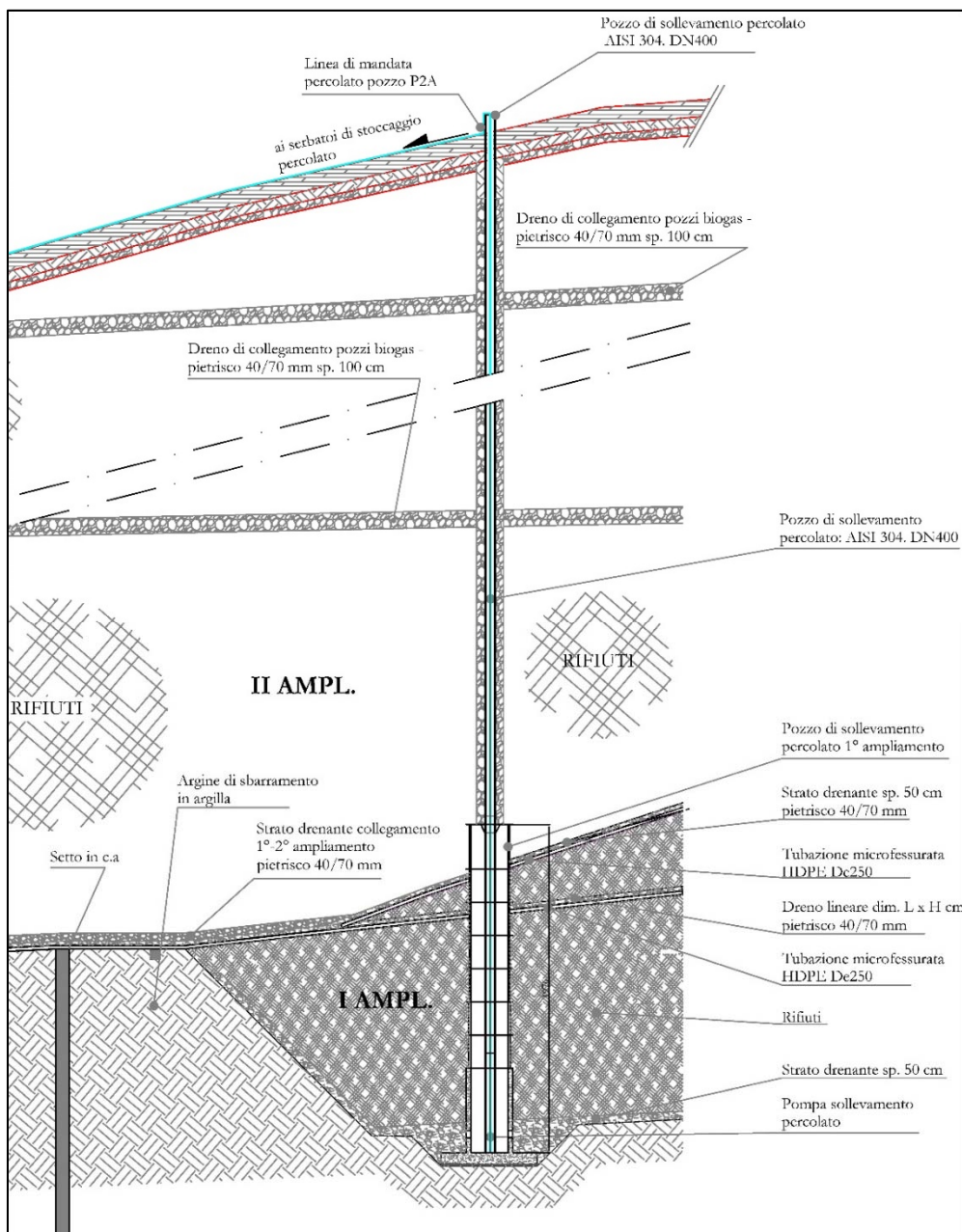


**Figura 3.11/5: Pozzo sollevamento percolato P2A**  
(da Progetto approvato - Tav. PD-RTI-EGP-160)

#### **As Built**

Il tratto iniziale del pozzo relativo al primo ampliamento **P2A** è stato realizzato secondo le specifiche di progetto sopra indicate.

Il prolungamento del pozzo **P2A** è stato invece realizzato con l'impiego di tubazioni circolari flangiate in **acciaio AISI 304 DN400** anziché in HDPE De630 PN16, per ottenere una maggiore resistenza meccanica in fase di coltivazione della discarica: all'interno delle tubazioni, è presente una pompa per il sollevamento del percolato e l'invio ai serbatoi di stoccaggio (vedi **Figura 3.11/6**).

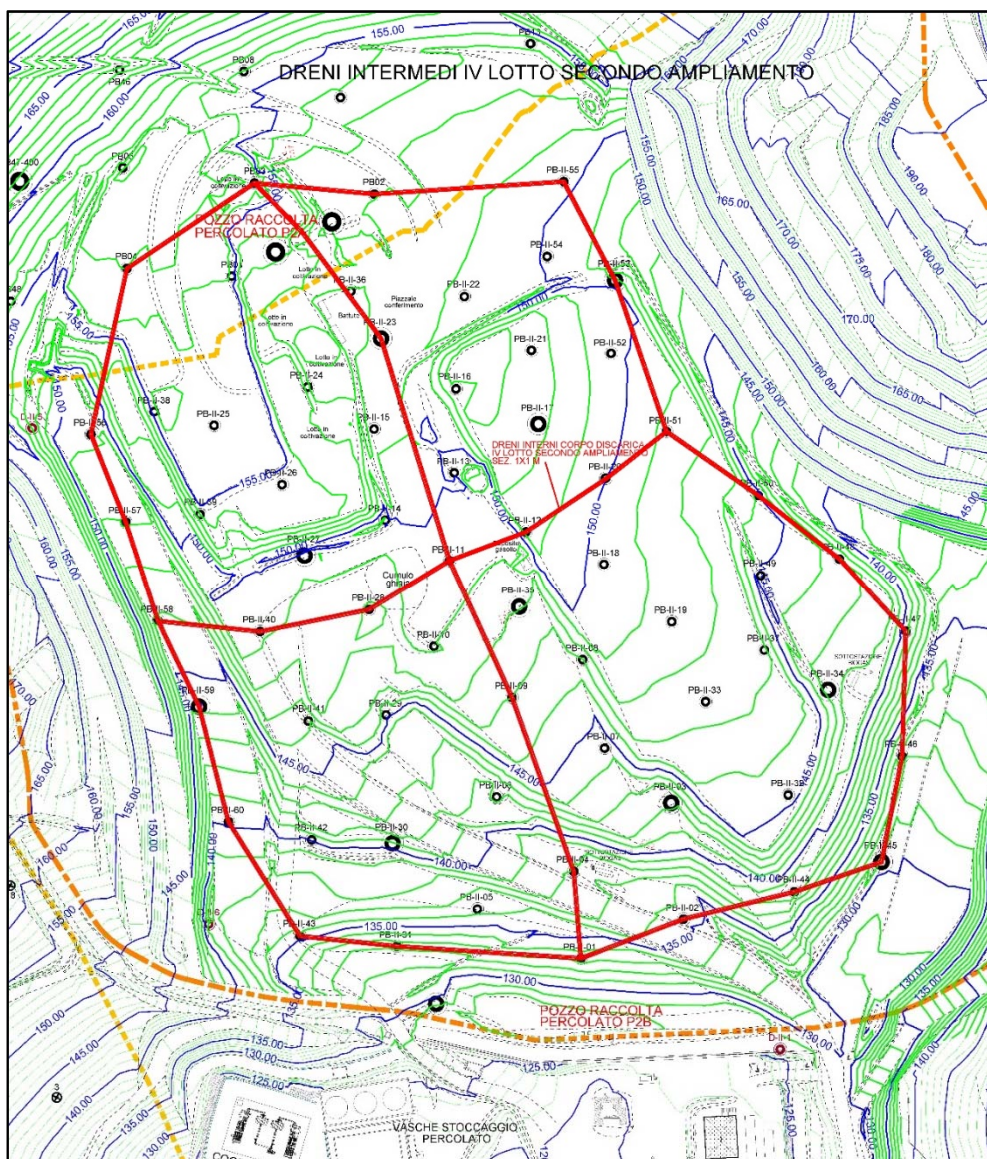


**Figura 3.11/6: Pozzo sollevamento percolato P2A – As built**

Oltre al sollevamento del percolato, è stato realizzato un accurato sistema drenante posizionato a diversi livelli e finalizzato a far confluire le acque di infiltrazione verso il sistema drenante del secondo ampliamento, gravitante sui **4 pozzi** descritti nel precedente **Paragrafo 3.11.1**.

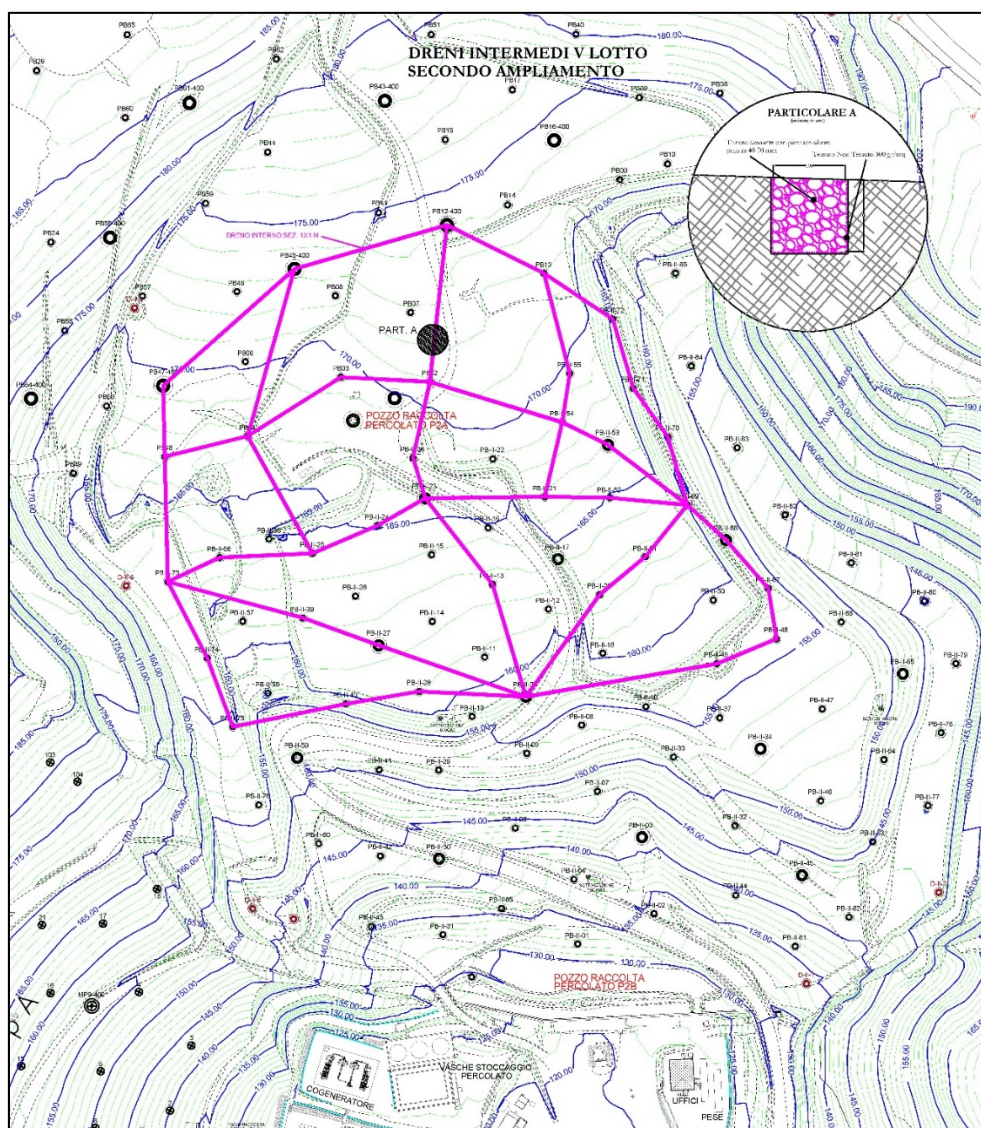


Di seguito, a titolo di esempio, sono riportati due schemi di maglie drenanti realizzate sul IV° e V° lotto di coltivazione del secondo ampliamento (vedi **Figure 3.11/7 e 3.11/8**).



**Figura 3.11/7: Dreni intermedi captazione percolato IV° Lotto  
Secondo Ampliamento – Legoli 2**



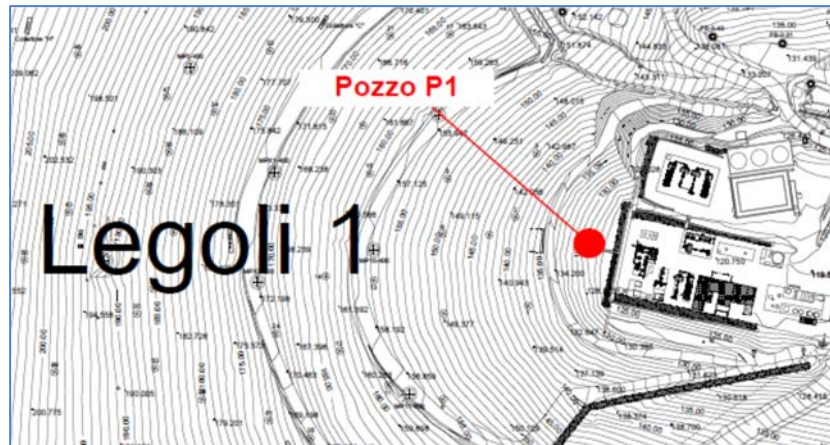


**Figura 3.11/8: Dreni intermedi captazione percolato V° Lotto – Secondo Ampliamento – Legoli 2**

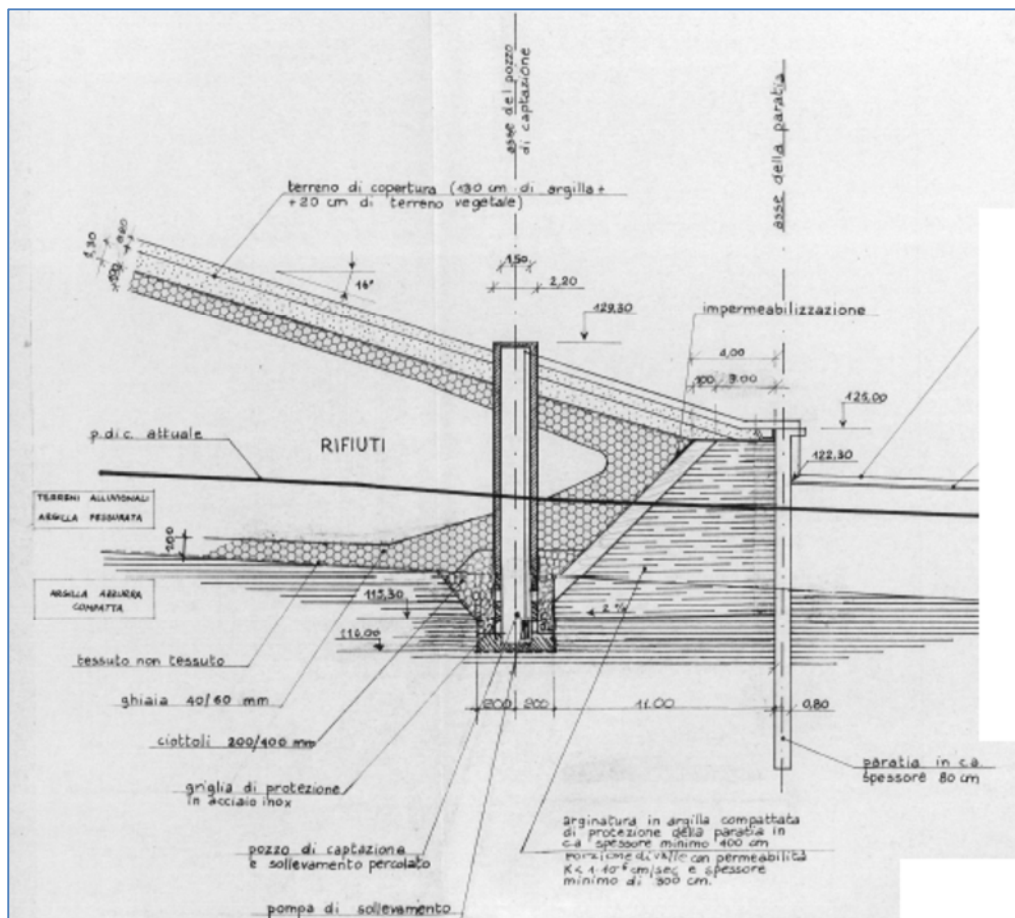
Per quanto attiene lo **stato di progetto** riguardante il sollevamento del percolato della discarica denominata “**Legoli 2 – Primo intervento**”, esso viene illustrato nel successivo **Paragrafo 3.12**.

### 3.11.3. ESTRAZIONE PERCOLATO DA LEGOLI 1

Il sollevamento del percolato della discarica denominata “**Legoli 1**” avviene tramite un pozzo individuato con la sigla P1 (vedi **Figura 3.11/9 – Planimetria** e **Figura 3.11/10 - Sezione**).



**Figura 3.11/9 – Pozzo percolato Legoli 1 – Planimetria**



**Figura 3.11/10 – Pozzo percolato Legoli 1 – Sezione**  
(estratto da Progetto di ottimizzazione della discarica di Legoli – Agg.to 10/09/1992)



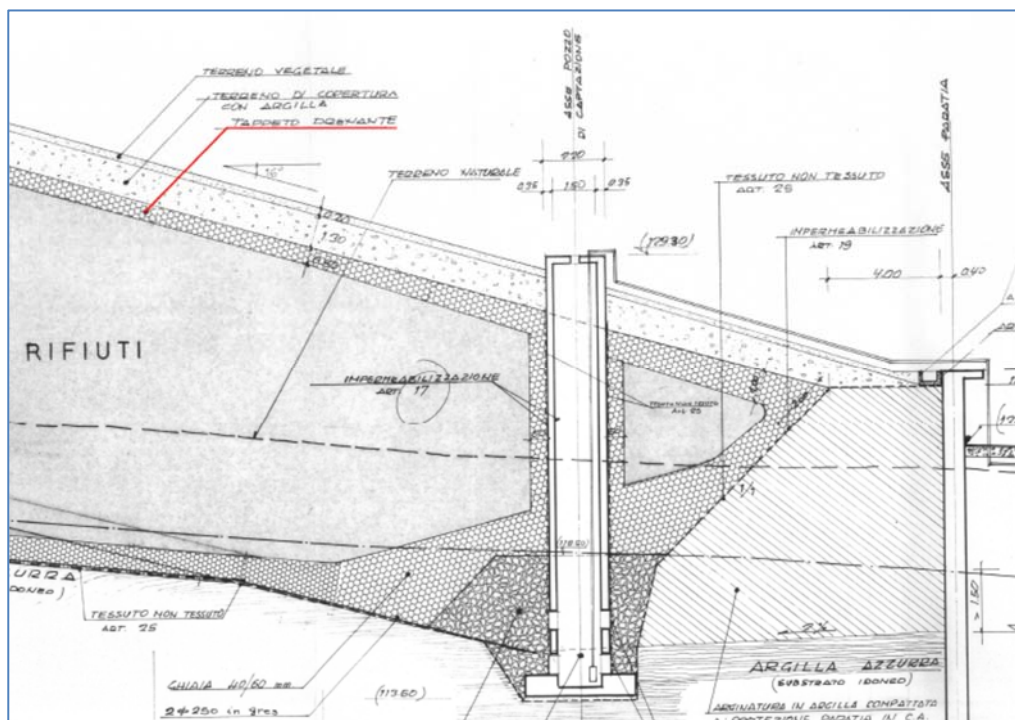
Si tratta di un pozzo cilindrico verticale, realizzato in cls armato gettato in opera, avente diametro interno pari a 150cm ed altezza pari a circa 15m.

Per quanto attiene lo **stato di progetto** riguardante il sollevamento del percolato della discarica denominata "**Legoli 1**", esso viene illustrato nel successivo **Paragrafo 3.12**.

#### 3.11.4. PROTEZIONE DA POTENZIALI INNALZAMENTI ANOMALI DI PERCOLATO

Premesso quanto sopra, si evidenzia infine che entrambe le discariche (**Legoli 1** e **Legoli 2**) sono dotate, al di sotto del terreno di copertura finale, di uno strato di ghiaia continuo (**tappeto drenante**), avente spessore pari a 50cm, avente la funzione di intercettare eventuali innalzamenti anomali del livello piezometrico del percolato in quanto tale **strato drenante è collegato, senza soluzione di continuità, allo strato drenante di fondo e sulle scarpate** (vedi **Figure 3.11/11 e 3.11/12**).

Pertanto, potenziali innalzamenti del livello piezometrico del percolato che potrebbero interessare la superficie finale delle due discariche sarebbero intercettati e convogliati verso i pozzi di raccolta ubicati a valle.



**Figura 3.11/11 – Legoli 1 – Tappeto drenante sotto la copertura definitiva**  
**((estratto da Progetto di ottimizzazione della discarica di Legoli**  
**Agg.to 10/09/1992 – Tavola 10)**

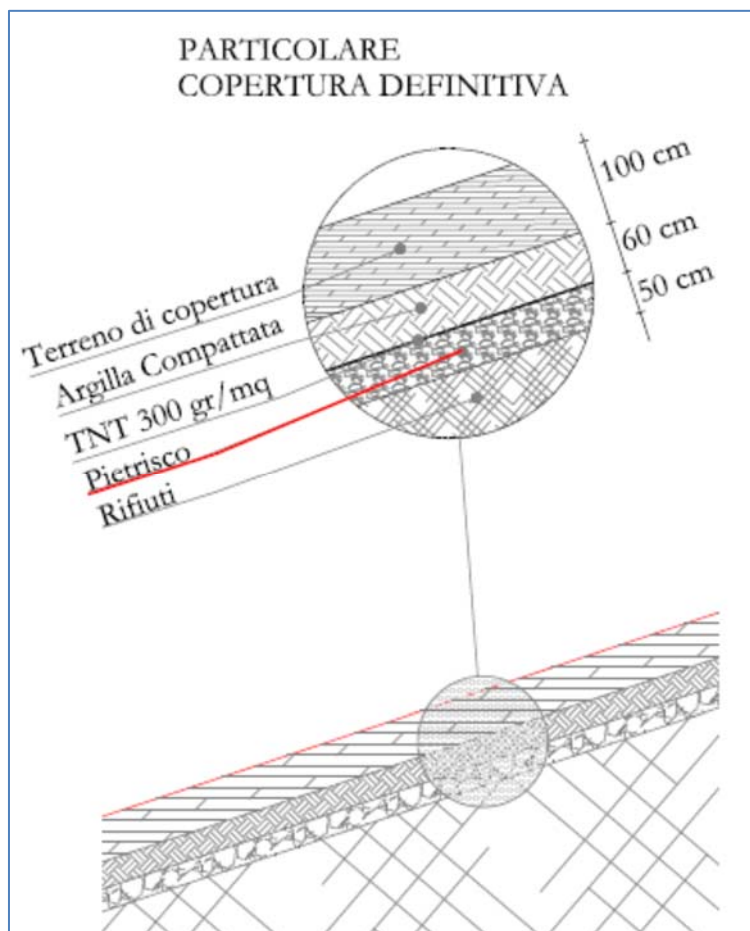


Figura 3.11/11 –Legoli 2 – Tappeto drenante sotto la copertura definitiva  
 ((estratto da Secondo ampliamento della discarica di Legoli  
 Febbraio 2011 – Tavola PD-RTI EGP-160)

### 3.12. ESTRAZIONE DEL PERCOLATO DA LEGOLI 1 E LEGOLI 2 – STATO DI PROGETTO

I criteri costruttivi di cui al **punto 2.3 dell'Allegato 1 al D.Lgs. 36/2003 e s.m.i.** prevedono che  
 ..... *Il sistema di raccolta del percolato deve essere progettato e gestito in modo da minimizzare il battente idraulico di percolato sul fondo della discarica compatibilmente con le caratteristiche geometriche, meccaniche e idrauliche dei materiali e dei rifiuti costituenti la discarica e compatibilmente con i sistemi di sollevamento e di estrazione; .....*

### 3.12.1. ESTRAZIONE DI PERCOLATO MEDIANTE SOPRAELEVAZIONE DEI POZZI ESISTENTI

Premesso quanto sopra, per **garantire un battente di percolato non superiore a 1,5m**, viene prevista innanzitutto la **sopraelevazione dei pozzi esistenti** la quale, tenendo 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;
- che i relativi punti di raccolta del percolato saranno collocati a quote ancora inferiori, alla base dei suddetti pozzi;

deve essere sostenuta da una **progettazione cautelativa** sia in termini di **tipologia** di sistemi che di **dimensionamento**, al fine di eliminare ogni criticità e in modo da garantire il rispetto di quanto previsto al paragrafo 2.3 dell'allegato 1 al D.Lgs. 36/2003 e smi..

Tenuto conto di quanto sopra, a titolo cautelativo, per la gestione del **Lotto 1** è stato progettato un **sistema di prelievo del percolato prodotto da Legoli 1 e Legoli 2** come illustrato nella **Tavola PA1-EG-142 – Pozzi percolato PL1 – PL2.1 – PL2.2**.

Tale sistema prevede la **sopraelevazione del pozzo esistente di Legoli 1** (vedi **Tavola PA1-EG-142 – Pozzo PL1**).

Per quanto attiene **Legoli 2**, il progetto prevede l'abbandono dei pozzi obliqui realizzati sul paramento di monte dell'argine in argilla di protezione della paratia di **Legoli 2**, provvedendo alla realizzazione di **2 nuovi punti di sollevamento del percolato**, attraverso **pozzi verticali perforati in corrispondenza della base dei 2 pozzi obliqui esistenti più esterni** (vedi **Tavola PA1-EG-142 – Pozzi PL2.1 – PL2.2**).

Tutti i pozzi obliqui saranno quindi abbandonati previo condizionamento degli stessi mediante le seguenti operazioni (vedi **Tavola PA1-EG-142 – Pozzi PL2.1 – PL2.2**):

- riempimento del pozzo con ghiaia 40/60 non carbonatica fino a circa 2m dal p.d.c.;
- demolizione degli ultimi 2m di tubazione;
- riempimento dello scavo con compactonite, fino a circa 50cm dal p.d.c.;
- posa di strato di regolarizzazione della superficie morfologica.

Nella **Tavola PA1-EG-142** è stato inserito un **particolare** che rappresenta in scala i due pozzi di sollevamento del percolato da Legoli 2, con indicata la **profondità**, la **posizione** e la **distanza** tra gli stessi, che risulterà pari a circa **12m**; pertanto sono da **escludere eventuali interferenze** tra i pozzi, per i quali si specifica che saranno **utilizzati alternativamente** per il sollevamento del percolato.

La **ulteriore sopraelevazione del pozzo P2A di sollevamento del percolato dalla discarica Legoli 2 - primo intervento**, le cui caratteristiche attuali sono state illustrate nel precedente **Paragrafo 3.11**, nel caso di interruzione dei conferimenti al termine del **Lotto 1** di gestione **non** sarà necessaria in quanto la zona non sarà interessata da ulteriori conferimenti di rifiuti (vedi **Tavole CL1-EG-081 / 090 / 100 / 110**).

Al fine di eliminare ogni criticità, sia nella fase di realizzazione sia in quella di futura gestione, i pozzi di “sollevamento” del percolato saranno **inseriti, e quindi protetti, in un ulteriore pozzo esterno di “protezione”** che sarà realizzato con l’impiego di tubazioni circolari flangiate in **acciaio pieno AISI 304**, di diametro **1.400mm**, per ottenere una maggiore resistenza meccanica in fase di coltivazione della discarica.

I pozzi di “protezione” verranno **sigillati** al pacchetto di fondo di Legoli 3, e in particolare al **doppio strato di geocomposito bentonitico** (vedi **Tavola PA1-EG-142 – Particolari**), per garantire la perfetta separazione tra i due corpi di discarica, e successivamente sopraelevati con il procedere della coltivazione di Legoli 3.

All’interno dei pozzi di “protezione” verranno posizionati i pozzi di “sollevamento” del percolato che saranno realizzati anch’essi con l’impiego di tubazioni circolari flangiate in **acciaio pieno AISI 304**, di diametro **800mm**; l’intercapedine tra i due pozzi sarà riempita con compactonite (vedi **Tavola PA1-EG-142 – Particolari**).

I pozzi di “sollevamento” saranno pieni nella parte sommitale, mentre nella parte basale, a contatto con il fondo discarica, verranno fessurati in modo da migliorare l’estrazione del percolato, saranno sopraelevati con il procedere della coltivazione di Legoli 3 e avranno un’altezza complessiva finale pari rispettivamente a circa **59m** (pozzo **PL1**), **62,5m** (pozzi **PL2.1 – PL2.2**).

I pozzi **PL1 - PL2.1 – PL2.2** saranno **approntati durante la coltivazione della Fase 1 – Sottofase 1 di Legoli 3**, in quanto nella fase iniziale della gestione di Legoli (vedi **Tavola CL1-EG-011** di coltivazione del **Lotto 1**) le zone di intervento non saranno interessate dal conferimento dei rifiuti; quindi nella fase di avvio della gestione di Legoli 3 il prelievo di percolato da Legoli 1 e Legoli 2 proseguirà come nello stato attuale, mediante pompaggio dai pozzi (esistenti) **P1 – P2A – P2B – P2C – P2D**.

La **messa in esercizio** dei pozzi **PL1 - PL2.1 – PL2.2** avrà inizio in occasione **della coltivazione della Fase 1 – Sottofase 2 di Legoli 3** (vedi **Tavola CL1-EG-021** di coltivazione del **Lotto 1**); nelle fasi successive i pozzi saranno interessati esclusivamente da interventi per l’elevazione in quota, garantendo la possibilità di accesso al fondo vasca di Legoli 1 e 2 anche a seguito della coltivazione di Legoli 3.

Il diametro del pozzo di “sollevamento” consentirà la manutenzione e la pulizia del pozzo stesso e, in caso di danneggiamento, la **riperforazione senza rischio di danneggiamento del pacchetto di fondo di Legoli 3** che sarà protetto dal pozzo esterno diametro 1.400mm.

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 sollevamento sarà installata una pompa 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** idraulico con un livello obiettivo fissato a un **massimo di 1,5m**.

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 di cavitazione.

L'indicatore intermedio nel pozzo di captazione indica quando il livello del percolato raggiungerà una quota di **1,5m** 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 **1,5m** 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 4,5m 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, 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 raggiunge i 6 m dal fondo; tale situazione viene descritta nel successivo **Paragrafo 3.15.1.2.**

Il controllo della **piezometria del percolato** all'interno delle discariche **Legoli 1** e **Legoli 2** potrà essere effettuato direttamente all'interno dei pozzi **PL1 – PL2.1 – PL2.2** (vedi **Tavola PA1-EG-142 – pozzi percolato**).

### **3.12.2. ESTRAZIONE DI PERCOLATO A GRAVITA'**

Come richiesto con Prot. 0595593 del 14/11/2024, per garantire una **progettazione ridondante** sia in termini di **tipologia** di sistemi che di **dimensionamento**, al fine di eliminare ogni potenziale criticità, oltre alla sopraelevazione dei pozzi di sollevamento del percolato presenti sulla **Legoli 1** e sulla **Legoli 2** (vedi **Tavola PA1-EG-142**), sarà adottata anche una soluzione progettuale di estrazione continua **"a gravità"** finalizzata a minimizzare il battente idraulico di percolato sul fondo delle due vecchie discariche nel caso di interruzione (per guasto o manutenzione) del sistema di sollevamento del percolato realizzato mediante il prolungamento dei pozzi esistenti.

Operando in tal modo, per l'estrazione del percolato dalle discariche **Legoli 1** e **Legoli 2** saranno garantiti **3 successivi livelli di protezione**, ed in particolare:

1. prelievo del percolato mediante il **prolungamento** dei pozzi di sollevamento esistenti (vedi **Tavola PA1-EG-142**)
2. inserimento dei prolungamenti dei pozzi di sollevamento esistenti in un ulteriore **"pozzo esterno di protezione"** che sarà sigillato al pacchetto di fondo di Legoli 3, e in particolare al doppio strato di geocomposito bentonitico (vedi **Tavola PA1-EG-142 – Particolari**), per garantire la perfetta separazione tra i due corpi di discarica; in tal modo, in caso di danneggiamento, il pozzo "interno" potrà essere **ri-perforato senza danneggiare il pacchetto di fondo** di Legoli 3;
3. estrazione continua **"a gravità"** dal fondo delle due vecchie discariche che potrà intervenire in caso di cattivo funzionamento delle sopra descritte soluzioni gestionali.



Belvedere Spa evidenzia che è stata sviluppata un'analisi dettaglio che ha consentito di verificare la possibilità di rimuovere circa **2m** a valle della paratia di Legoli 1 e circa **1m** a valle della paratia di Legoli 2, garantendo la stabilità delle due discariche già realizzate, come risulta dalle sezioni di progetto (vedi elaborati **PAR-EG-161 / 171 - Sezioni di scavo di dettaglio**) che sono state modificate rispetto alle originarie.

Il suddetto approfondimento dello scavo, seppure modesto, consentirà comunque, come sotto riportato, un ulteriore riduzione del battente idraulico atteso per Legoli 1 e Legoli 2.

I dettagli della soluzione progettuale di estrazione continua **“a gravità”** dal fondo delle due vecchie discariche sono evidenziati nelle **Tavole PAR-EG-064 / 114 / 122 / 131**, dove sono stati riportati i **massimi livelli dei battenti idraulici di percolato attesi per Legoli 1 e Legoli 2** che risultano pari a circa **2,1 m** per Legoli 1 e **3,39 m** per Legoli 2; si precisa comunque che **tali battenti potranno instaurarsi solo nel caso di perdita di funzionalità, momentanea, dei pozzi di sollevamento.**

La soluzione progettuale proposta (vedi **Tavole PAR-EG-064 / 114 / 122 / 131**) 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 basale 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 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.

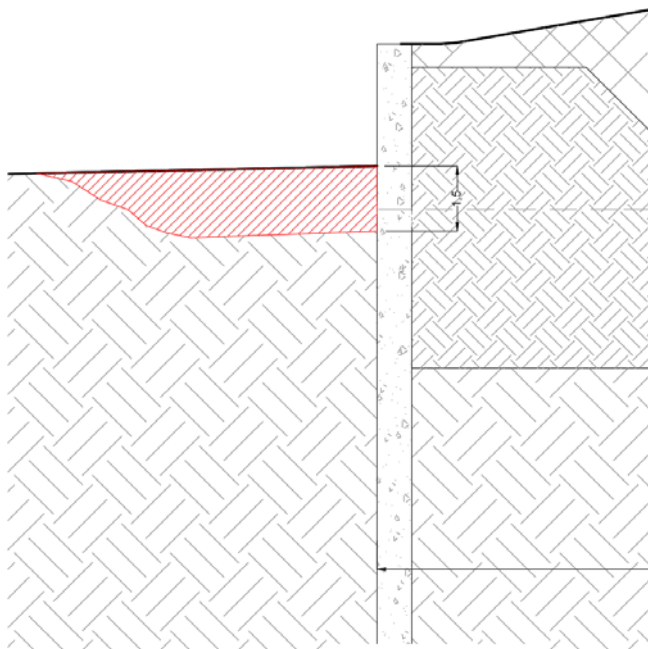
All'interno della perforazione saranno inserite tubazioni per la raccolta del percolato e il loro convogliamento a valle, in pozzi di estrazione separati per le due diverse discariche.

I particolari costruttivi dei sistemi di estrazione degli sbarramenti di Legoli 1 e 2 (pendenze tubazioni laterali, collettore centrale, ecc.) sono riportati nella Tavola **PAR-EG-131**.

Gli interventi sugli sbarramenti esistenti saranno affrontati seguendo **6 fasi operative** (vedi Tavola **PAR-EG-131**), descritte di seguito.

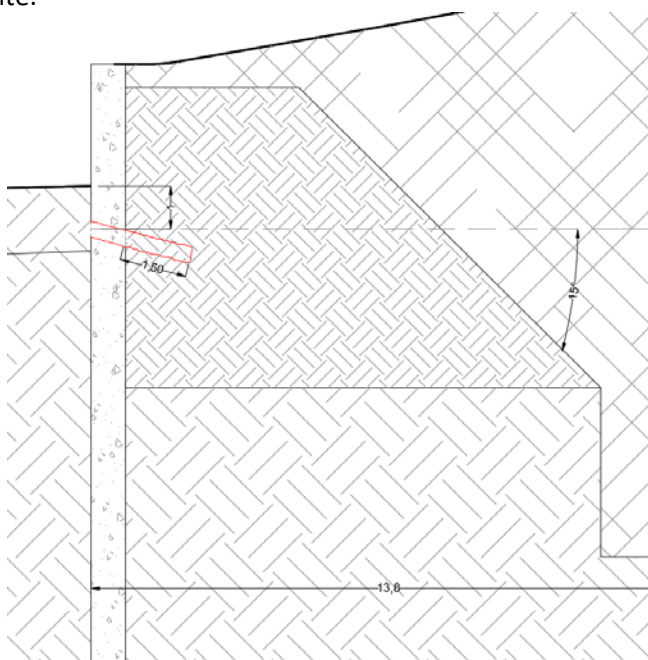
- **FASE 1**

Realizzazione di uno scavo di circa 4 m x 6 m x 1,5 m per il posizionamento della sonda di perforazione.



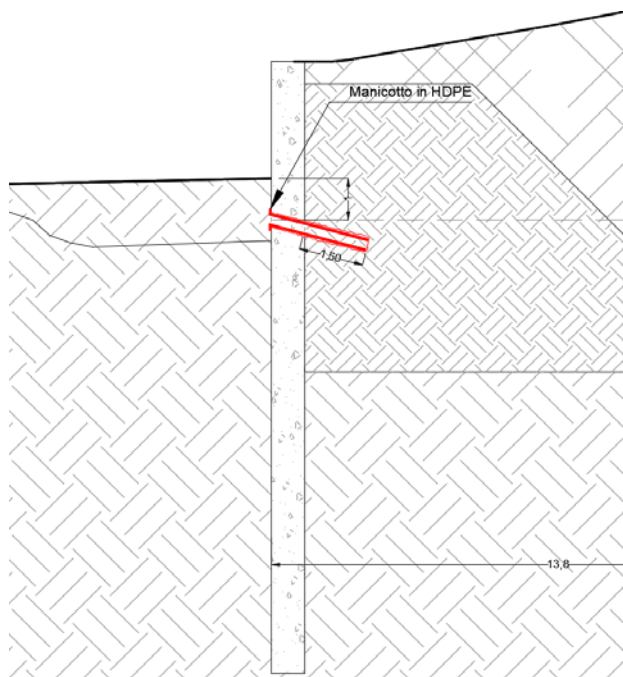
- **FASE 2**

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



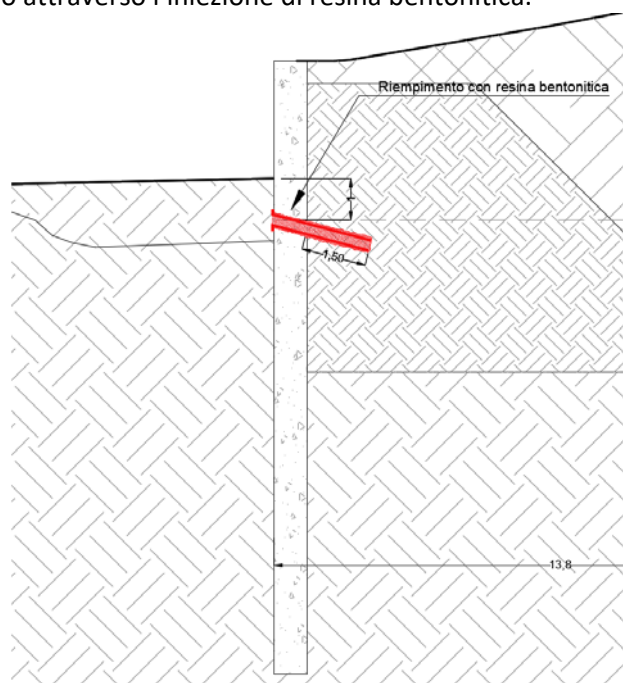
- **FASE 3**

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



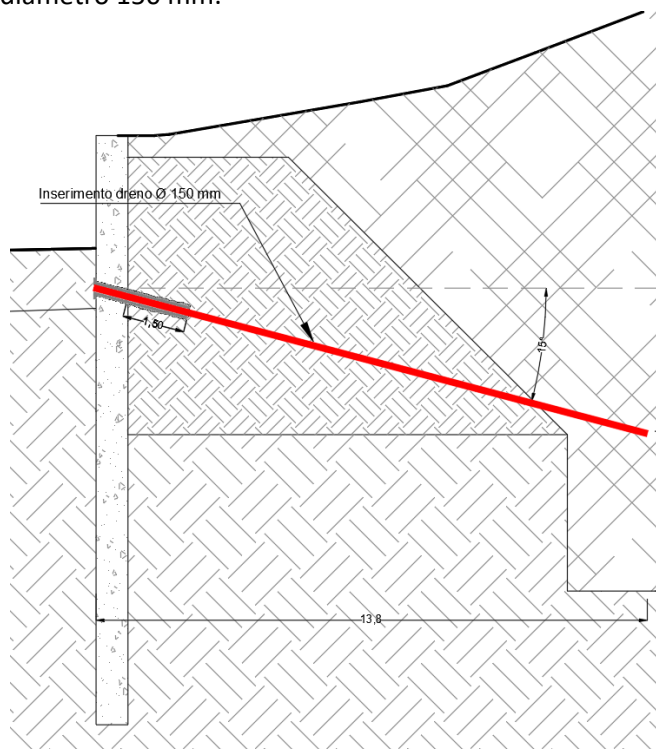
- **FASE 4**

Riempimento del foro attraverso l'iniezione di resina bentonitica.



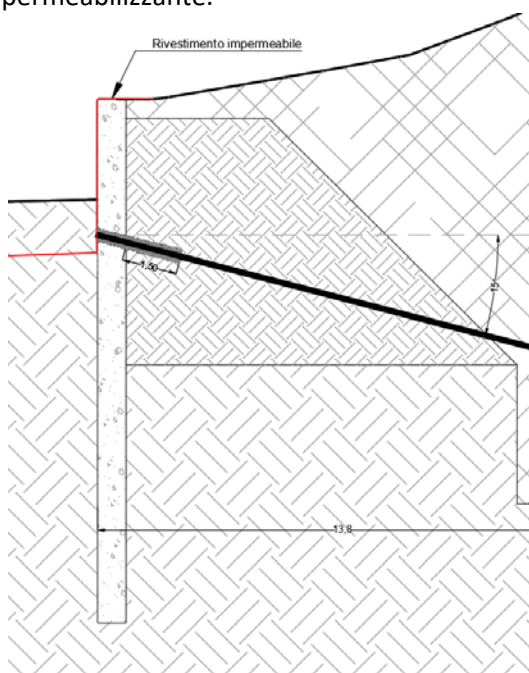
- **FASE 5**

Inserimento dreno diametro 150 mm.



- **FASE 6**

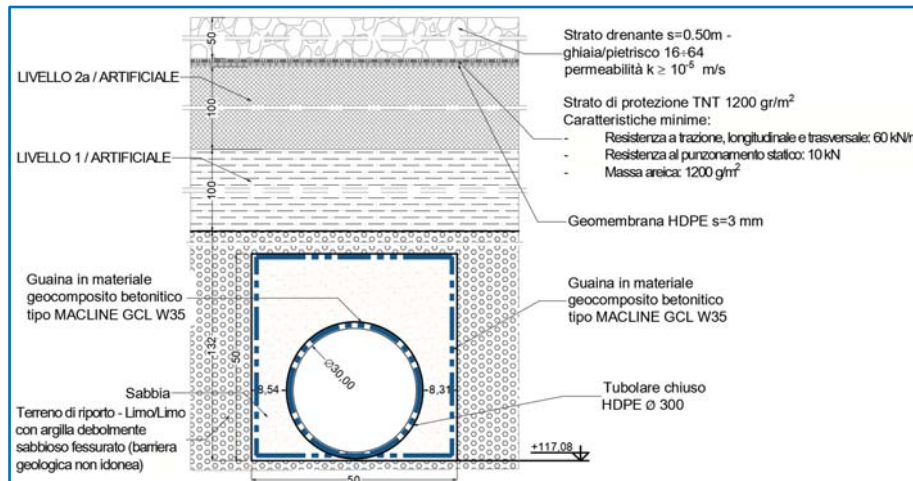
Posa del rivestimento impermeabilizzante.



Il percolato raccolto sarà convogliato a valle, in pozzi di estrazione separati per le due diverse discariche (vedi Tavola [PAR-EG-064](#)), mediante una condotta in HDPE diam. 300mm, da

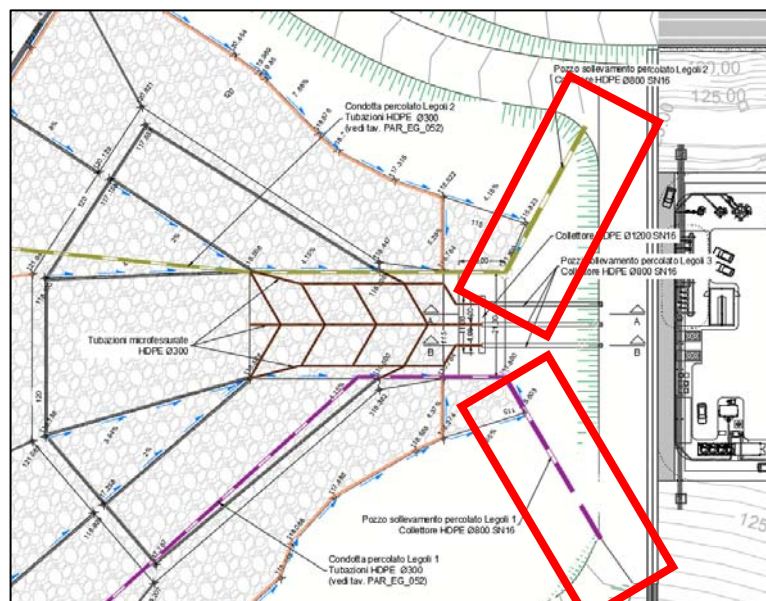
posizionare in uno scavo da realizzare in trincea al di sotto del pacchetto di impermeabilizzazione del fondo della Legoli 3; il materiale di riempimento utilizzato per il riempimento della trincea sarà costituito da sabbia.

La tubazione sarà protetta da una guaina esterna in geocomposito bentonitico tipo **MACLINE GCL W 35** ed inoltre lo scavo sarà rivestito ulteriormente da un'altra guaina in geocomposito bentonitico tipo **MACLINE GCL W 35** in modo da evitare la dispersione del percolato in caso di rottura della tubazione, mantenendo la funzionalità del sistema.



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 estrazione di sezione cilindrica di diametro esterno De800 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-064** 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-114-particolari-punti-estrazione** sono riportate le sezioni dei pozzi di estrazione 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, ed inoltre sono state riportate le dimensioni e la reale scala dei diversi tratti di tubazione, le modalità di raccordo, alloggiamento della pompa, i sistemi di ispezione e di misura del battente mediante trasduttore elettronico (vedi Sezione A-A), le modalità di alloggiamento della tubazione nella sponda dell'argine (vedi Sezione B-B), e ogni altra informazione ritenuta utile.

Nella Tavola **PAR-EG-122-profil-condotte-percolato-Legoli 1-Legoli 2** sono stati riportati:

- le quote del profilo della condotta;
- il punto 0.00 della progressiva, che è stato fissato a un riferimento specificatamente definito (bordo esterno della paratia di Legoli 1 e Legoli 2);
- la descrizione del substrato presente sotto il fondo vasca di Legoli 3, differenziando le diverse tipologie, coerentemente con quanto riportato nelle sezioni geologiche;
- i pozzi di sollevamento del percolato di Legoli 1 e Legoli 2 sono stati correttamente rappresentati come realizzati.

Si riporta infine 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	$\leq 3 D$	$< H/2$
Tranchee large	$> 3 D$ $< 10 D$	$< H/2$
Trincea infinita	$\geq 10 D$	$\geq H/2$

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 o/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

### 3.13. SORMONTO SULLE DISCARICHE ESISTENTI

La **Tavola GE1-EG-040** riporta in campitura **rossa** le superfici che saranno interessate dall'intervento di ampliamento limitatamente alla gestione del **Lotto 1**.

Al limite nord dell'intervento di ampliamento le curve di livello **nere** rappresentano lo stato di progetto già autorizzato per **Legoli 2** per dare evidenza che **la morfologia finale di progetto, da realizzare in quella zona, sarà quella già autorizzata con il progetto di Legoli 2**; lo stesso vale per la **copertura finale della Legoli 1, già realizzata, che non sarà modificata nelle zone non interessate dal progetto della Legoli 3**.

**Le modalità di copertura definitiva di Legoli 2, già approvate, non subiranno modifiche dal progetto in esame.**

Nella tavola **GE1-EG-050-stato-sovrapposto-sezioni** le sezioni sono state estese a tutto l'intervento (fino allo sbarramento di valle) e riportano le quote di progetto dell'area in rosso, corrispondente all'ampliamento.

Per quanto attiene la modalità di raccordo della morfologia tra la Legoli 2 e la Legoli 3 nella parte sommitale di ampliamento, la tavola **GE1-EG-050** evidenzia che **non saranno conferiti rifiuti al di sopra della quota massima approvata per la gestione della Legoli 2**.

La tavola **GE1-EG-050\_stato\_sovrapposto\_sezioni** è stata integrata con sezioni trasversali nell'area interessata dal corpo di Legoli 2 e con sezioni longitudinali e trasversali nell'area interessata dal corpo di Legoli 1.

In questa tavola **non viene indicata la tipologia del substrato** effettivamente presente al di sotto del fondo vasca di Legoli 3, sulla base delle sezioni geologiche, in quanto per il tracciamento delle sezioni **sono state utilizzate le basi delle Sezioni A-A e B-B del progetto approvato della Legoli 2, che hanno un andamento non idoneo a rappresentare quanto richiesto**; pertanto la tavola è stata redatta unicamente per dare evidenza della modifica morfologica tra quanto autorizzato (Legoli 2) e quanto oggetto della presente istanza (Legoli 3) e del relativo aumento della volumetria di messa in posto dei rifiuti.

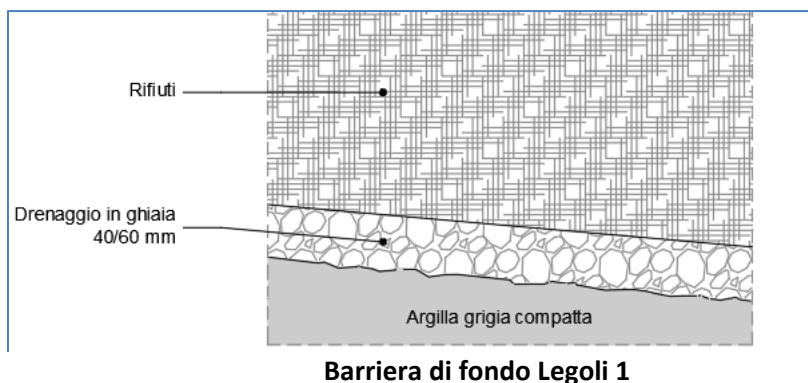
La tipologia del substrato effettivamente presente al di sotto del fondo vasca di Legoli 3, sulla base delle sezioni geologiche, è stata dunque resa evidente, come richiesto dal Settore Rifiuti, nelle **Tavole PAR-EG-033 / 075 / 104**.

### 3.13.1. MODALITA' REALIZZATIVE DEL FONDO DEI LOTTI ESISTENTI

Le modalità realizzative del fondo dei lotti esistenti interessati dal sormonto sono riportate nella **Tavola PAR-EG-075 – Sezioni longitudinali – Particolari E – F.**

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

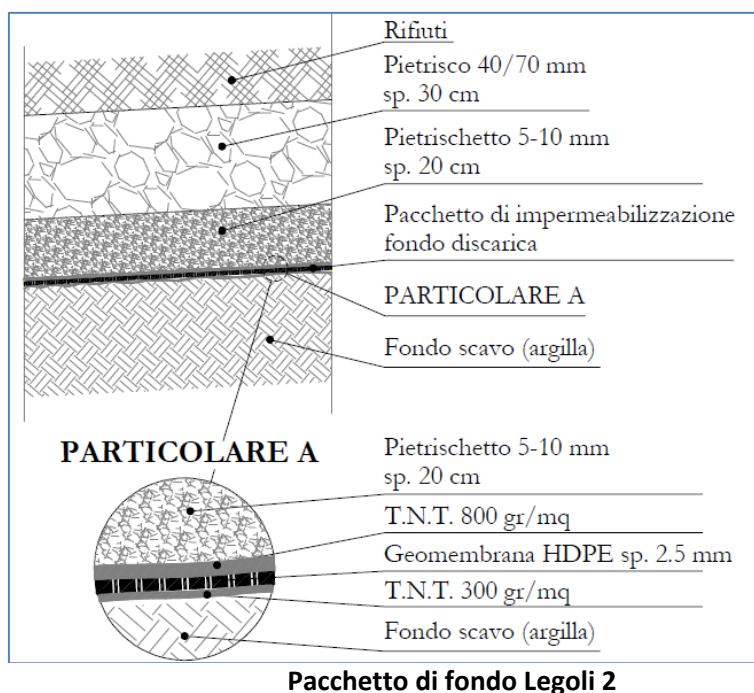
Di seguito si riporta il particolare del pacchetto di fondo.



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 della discarica **Legoli 2**.



### 3.13.2. 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 nell'elaborato **CL1-AL-012** e nella **Tavola PAR-EG-075 – Sezioni longitudinali – Particolari E – F**.

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

Per le superfici di **Legoli 1** interessate da **copertura definitiva**, si procederà con l'asportazione del **terreno vegetale**, per uno spessore di almeno 0,20m, che sarà accantonato per essere utilizzato per le **coperture finali di Legoli 3**.

Successivamente si procederà alla **fresatura** e successiva **compattazione** dell'argilla della copertura definitiva, per uno spessore di circa 30 cm e il terreno così lavorato sarà **regolarizzato**.

Per le superfici di **Legoli 2**, interessate solamente da **copertura provvisoria**, si procederà con la **fresatura** e successiva **compattazione** dell'argilla della copertura provvisoria, per uno spessore di circa 30 cm e il terreno così lavorato sarà **regolarizzato**.

Eseguite le suddette operazioni preliminari, 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 (**livelli 1 + 2a**) con un **doppio** pacchetto combinato di geocomposito bentonitico ed una geomembrana in HDPE di spessore 1,5 mm.

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.

La descrizione delle modalità di sormonto nelle varie zone di messa in posto dei rifiuti viene descritta qui di seguito procedendo, in analogia alla sequenza del piano di coltivazione, dal basso verso l'alto della discarica.

#### **3.13.2.1. 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-104**.

- **Sbarramento di Legoli 1**

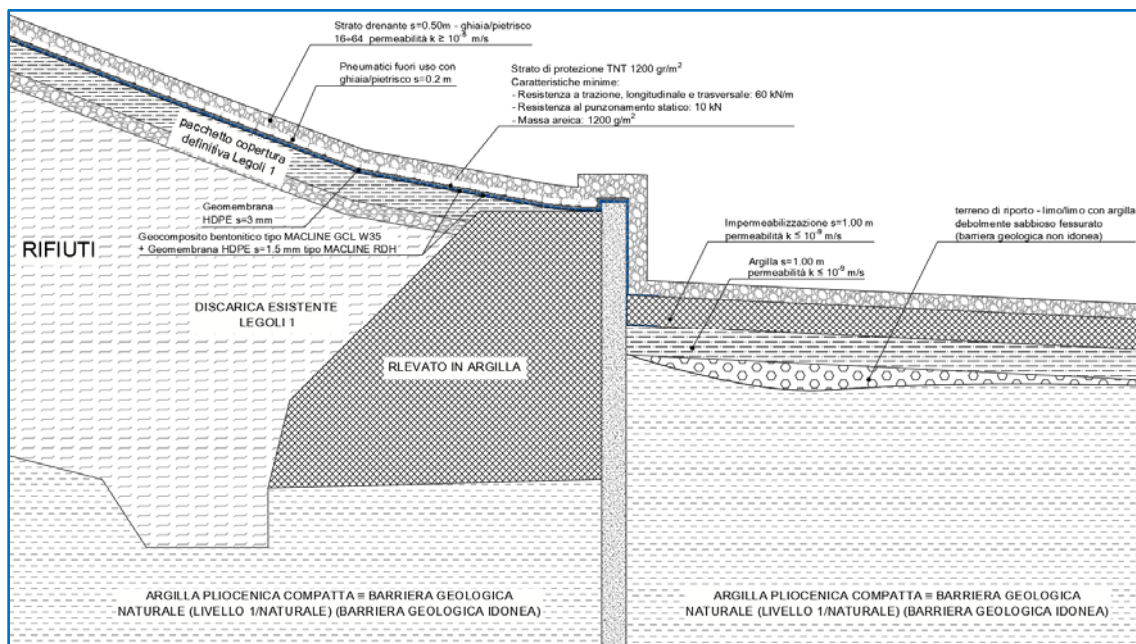
Il pacchetto sopra la copertura definitiva di Legoli 1 risulta composto dai seguenti strati partendo dai rifiuti:

- Strato drenante di spessore 50 cm;
- Pneumatici fuori uso con ghiaia/pietrisco spessore 20 cm;
- Strato di protezione TNT 1200 gr/m<sup>2</sup>;
- Geomembrana HDPE spessore 3 mm;
- Geocomposito bentonitico tipo MACLINE GCL W 35;
- Geomembrana in HDPE tipo MACLINE RDH spessore 1,50 mm
- Geocomposito bentonitico tipo MACLINE GCL W 35;
- Geomembrana in HDPE tipo MACLINE RDH spessore 1,50 mm

Tale pacchetto verrà prolungato sopra lo sbarramento esistente in modo tale da collegarlo al pacchetto di fondo di Legoli 3.

I geosintetici andranno a ricoprire interamente le superfici in elevazione, prolungandosi:

- in basso, fino a ricollegarsi con le opere di fondo vasca realizzate in argilla compattata, garantendo in tal modo la continuità fisica dei due sistemi di impermeabilizzazione;
- in alto, per la separazione della Legoli 3 dalle sottostanti discariche Legoli 1 e Legoli 2, garantendo la continuità fisica di tutto il sistema di impermeabilizzazione.



**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:

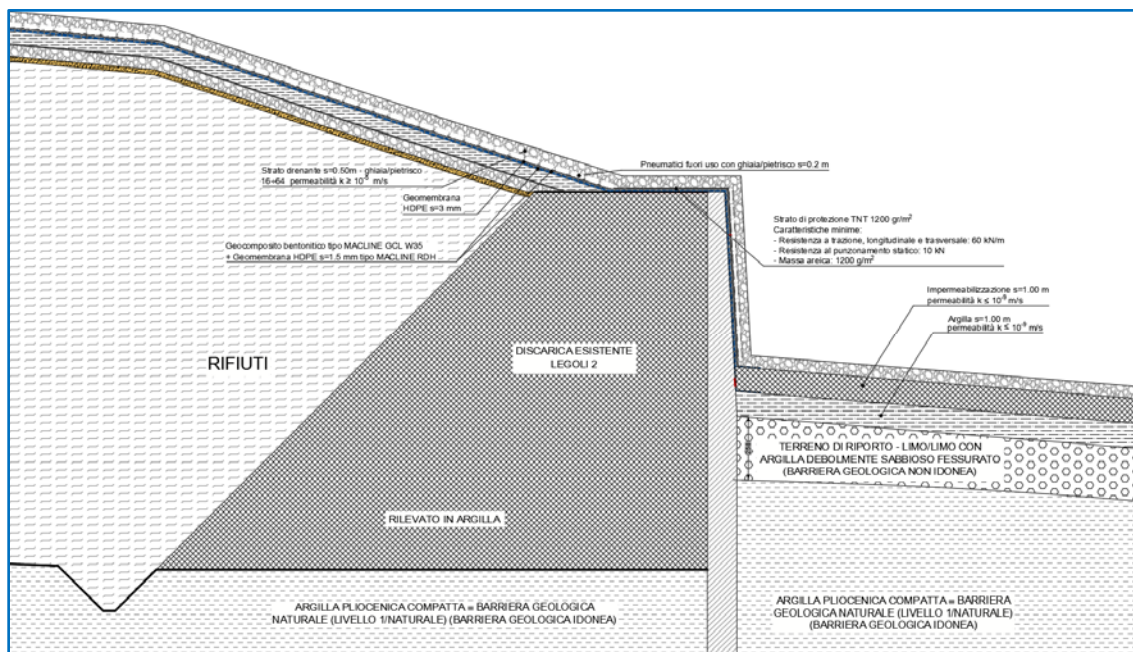
- Strato drenante di spessore 50 cm;
- Pneumatici fuori uso con ghiaia/pietrisco spessore 20 cm;
- Strato di protezione TNT 1200 gr/m<sup>2</sup>;
- Geomembrana HDPE spessore 3 mm;
- Geocomposito bentonitico tipo MACLINE GCL W 35;
- Geomembrana in HDPE tipo MACLINE RDH spessore 1,50 mm
- Geocomposito bentonitico tipo MACLINE GCL W 35;
- Geomembrana in HDPE tipo MACLINE RDH spessore 1,50 mm

Tale pacchetto verrà prolungato sopra lo sbarramento esistente in modo tale da collegarlo al pacchetto di fondo di Legoli 3.

I geosintetici andranno a ricoprire interamente le superfici in elevazione, prolungandosi:

- in basso, fino a ricollegarsi con le opere di fondo vasca realizzate in argilla compattata, garantendo in tal modo la continuità fisica dei due sistemi di impermeabilizzazione;
- in alto, per la separazione della Legoli 3 dalle sottostanti discariche Legoli 1 e Legoli 2, garantendo la continuità fisica di tutto il sistema di impermeabilizzazione.





Particolare pacchetto di fondo in corrispondenza dello sbarramento di Legoli 2

### 3.13.2.2. SORMONTO SOPRA LE COPERTURE REALIZZATE

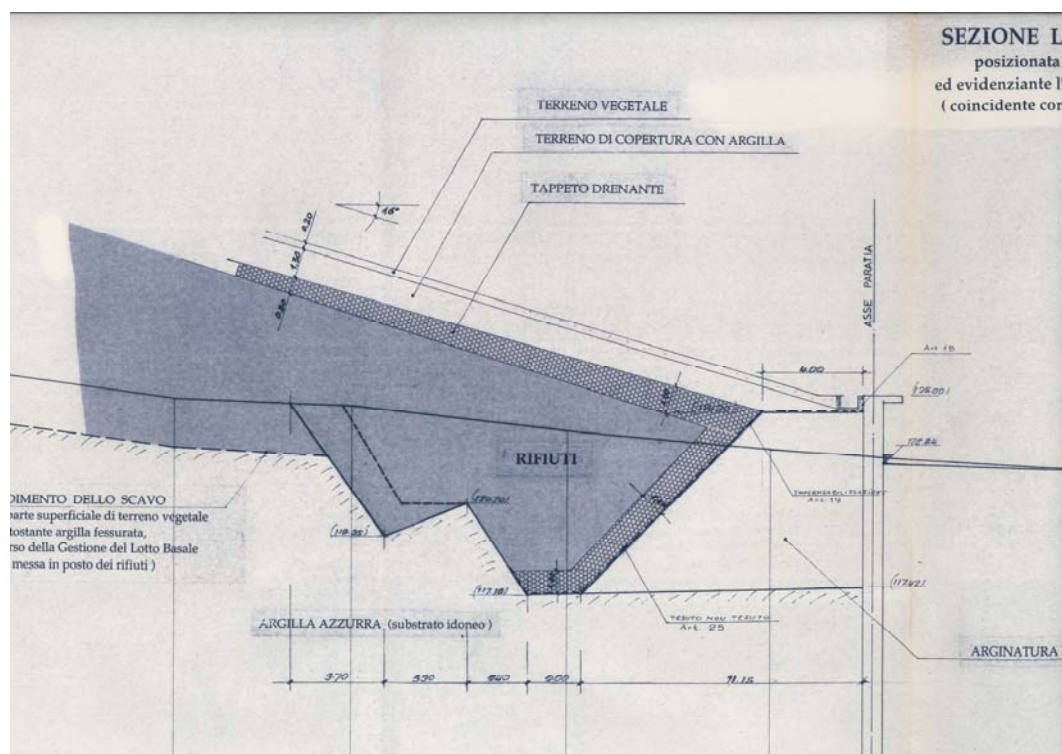
#### PACCHETTO SOPRA LEGOLI 1

- **Copertura definitiva di Legoli 1**

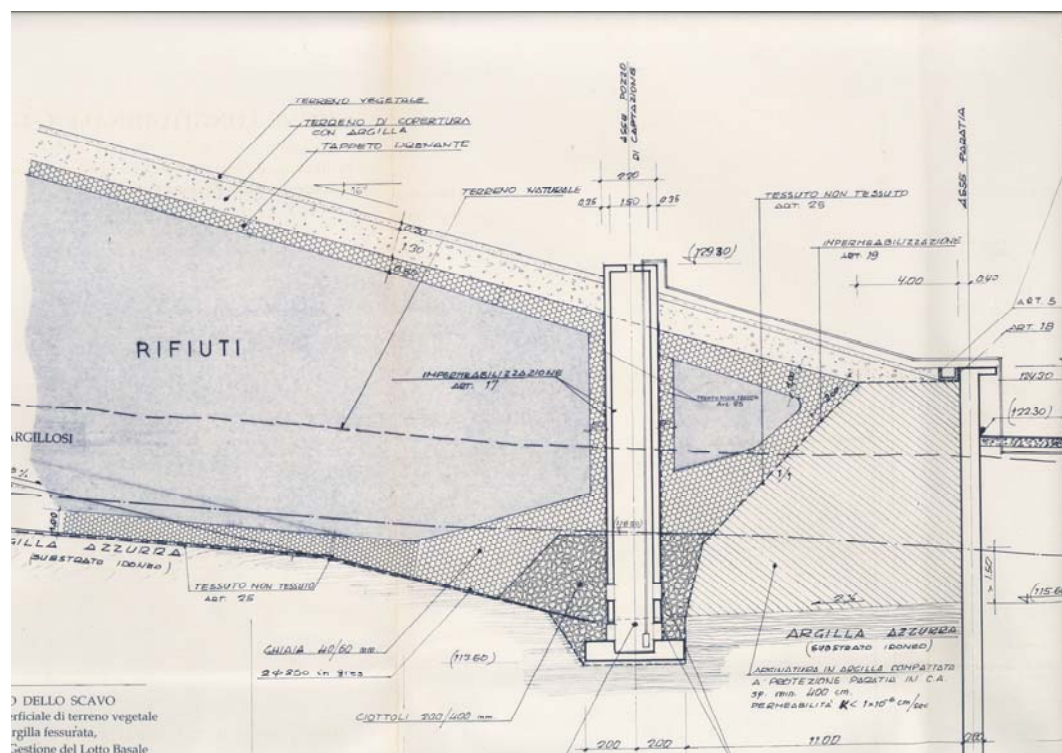
La copertura di Legoli 1 è completa ed in sicurezza come da progetto autorizzato. È composta dai seguenti strati partendo dai rifiuti:

- 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.



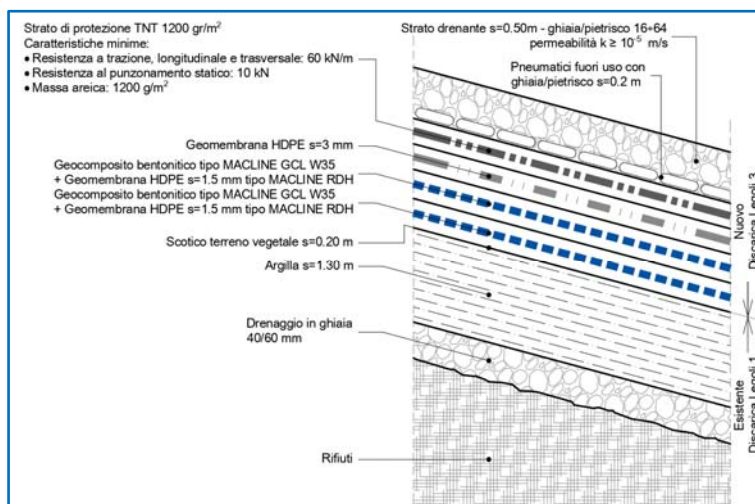
**Legoli 1 – Stato realizzato - Sezione longitudinale 1**



**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.



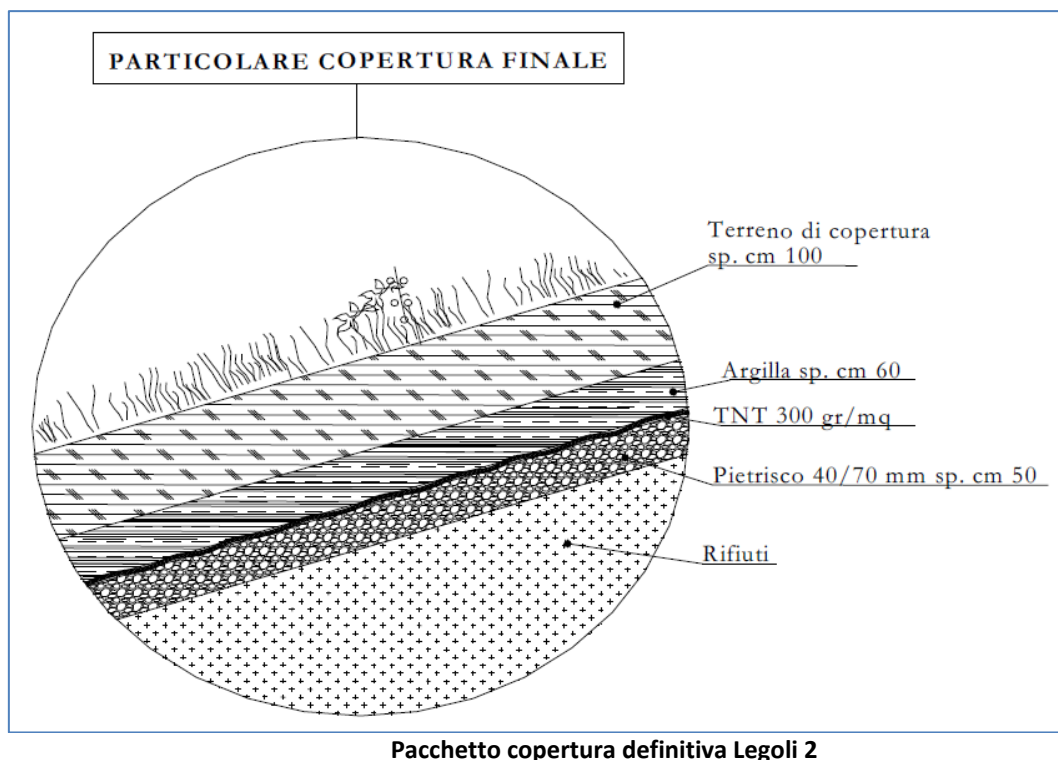
**Barriera sopra copertura Legoli 1 – vedi Tavola PAR-EG-075 - Particolare E**

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/m²	-
2 b)	Geomembrana in HDPE di spessore $> 2,5$ mm	0,25	Geomembrana in HDPE di spessore 3 mm	0,30
2 a)	Strato di impermeabilizzazione artificiale con permeabilità $k \leq 1 \times 10^{-9}$ m/s	$\geq 100,00$	Geocomposito bentonitico tipo MACLINE GCL W 35	0,80
1)	Barriera geologica naturale o completata artificialmente con permeabilità $k < 1 \times 10^{-9}$ m/s	$\geq 100,00$	Geomembrana in HDPE tipo MACLINE RDH	0,15
-	Terreno / Rifiuti	-	Scotico terreno vegetale (Copertura Legoli 1)	20,00
			Argilla (Copertura Legoli 1)	130,00
			Rifiuti (Legoli 1)	-
-	<b>Totale da normativa</b>	<b>250,00</b>	<b>Totale da progetto</b>	<b>72,00</b>

## 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.

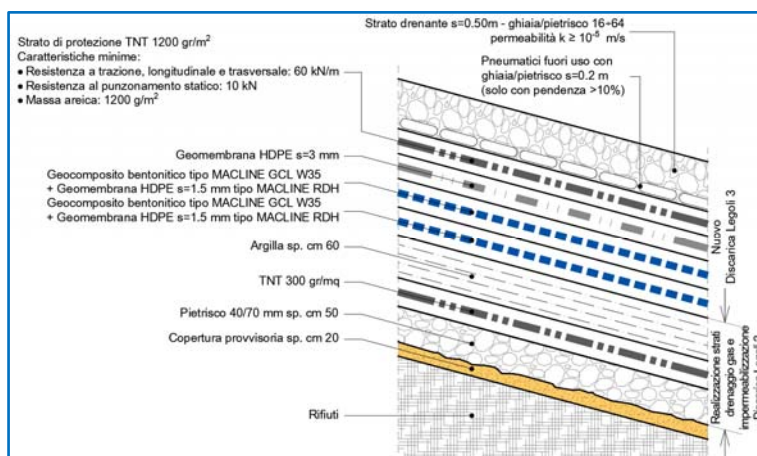


- **Pacchetto di progetto sopra Legoli 2 – Zone con copertura definitiva non realizzata**

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-075 – Particolare F**

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/m²	-
2 b)	Geomembrana in HDPE di spessore $> 2,5$ mm	0,25	Geomembrana in HDPE di spessore 3 mm	0,30
2 a)	Strato di impermeabilizzazione artificiale con permeabilità $k \leq 1 \times 10^{-9}$ m/s	$\geq 100,00$	Geocomposito bentonitico tipo MACLINE GCL W 35	0,80
1)	Barriera geologica naturale o completata artificialmente con permeabilità $k < 1 \times 10^{-9}$ m/s	$\geq 100,00$	Geomembrana in HDPE tipo MACLINE RDH	0,15
-	Terreno / Rifiuti	-	Argilla (Copertura Legoli 2)	60,00
			TNT (Copertura Legoli 2)	-
			Pietrisco (Copertura Legoli 2)	50,00
			Rifiuti (Legoli 2)	-
-	<b>Totale da normativa</b>	<b>250,00</b>	<b>Totale da progetto</b>	<b>72,00</b>

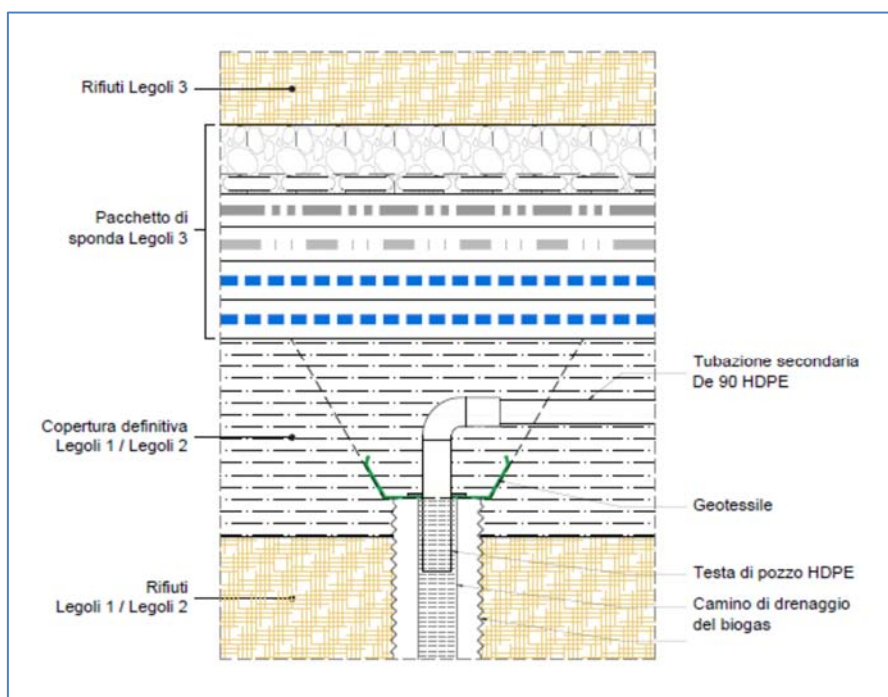


### • CAPTAZIONE BIOGAS DI LEGOLI 1 E LEGOLI 2

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 m<sup>2</sup>).

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 PN16**.

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-011-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%.

- **Ottimizzazione della captazione del biogas in fase di coltivazione**

Per migliorare l'efficienza di captazione del biogas e del percolato, si prevede di realizzare dreni sub-orizzontali che metteranno in comunicazione gli strati drenanti verticali presenti intorno ai pozzi di captazione.

I dreni sub-orizzontali andranno a costituire una maglia di collegamento fra i pozzi verticali di estrazione del biogas, riducendo, di fatto, il fenomeno della migrazione del gas verso la superficie della discarica ed aumentando, pertanto, il quantitativo di biogas di buona qualità ( $CH_4 > 35\%$ ) intercettato ed avviato alla valorizzazione energetica.

I dreni verranno realizzati grazie alla posa in opera di uno strato di riciclato dello spessore di circa 50 cm e della larghezza di circa 50 cm; la lunghezza di questi drenaggi dipenderà dalla distanza tra i due pozzi (vedi Tavola **GBP-EG-070**).

### **3.14. 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-031 - 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.

### 3.14.1. 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-075**.

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.



### 3.15. 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.

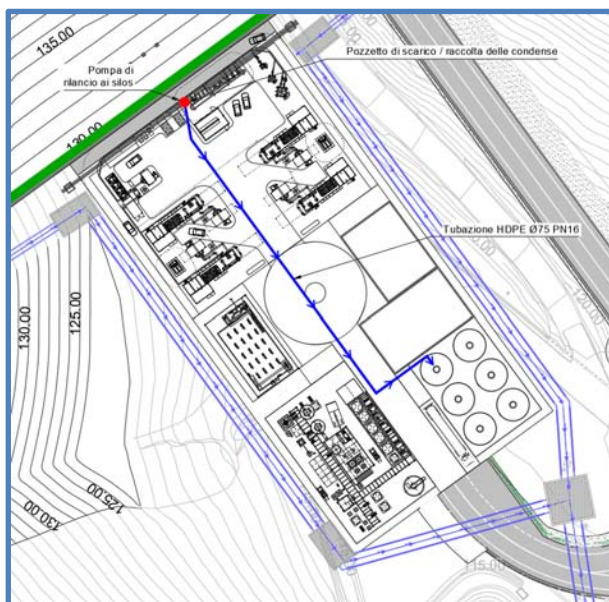
La raccolta del percolato sarà realizzata mediante una rete di tubazioni forate poste nello strato di materiale drenante che costituisce il fondo dell'invaso, costituita da condotte principali in HDPE PN16 microfessurate diam 300 mm che corrono nella mezzeria dell'invaso, e da condotte dello stesso diametro, disposte a spina di pesce, che confluiranno a **3 pozzi di raccolta** (vedi Tavole **PAR-EG-033 / 053 / 064**).

Come richiesto sono stati modificati i raggi di curvatura dei collettori del percolato, come riportato nella **Tavola PAR-EG-033**.

Il percolato che si raccoglierà nei pozzi di captazione verrà pompato e inviato ai silos di stoccaggio provvisorio (vedi Tavole **IMP-EG-010 / 031**), ubicati nella Nuova Area Impianti, da dove sarà prelevato e inviato ad un idoneo impianto di depurazione (in sito oppure ex-sito).

- **Raccolta e convogliamento delle condense**

Tutte le condense raccolte saranno smaltite nel sistema di raccolta, trattamento e smaltimento dei percolati e che non ci saranno rilasci incontrollati nell'ambiente (vedi Tavola **IMP-EG-070**).



### 3.15.1. 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.

#### 3.15.1.1. POZZI DI CAPTAZIONE

I pozzi saranno realizzati, come riportato nella **Tavola PAR-EG-033** 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.

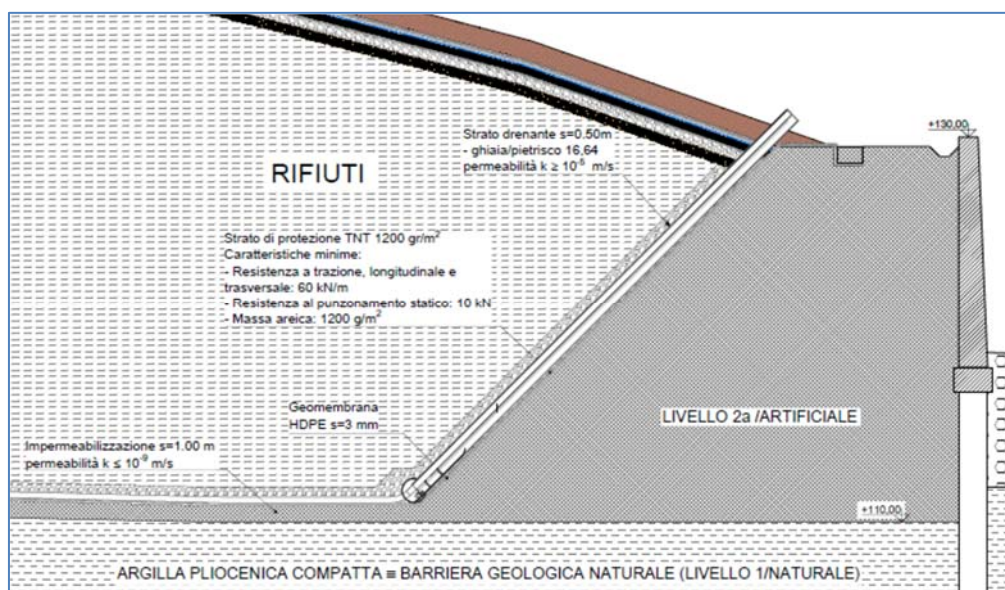
In conseguenza di tale impostazione progettuale, per il sollevamento dei liquami prodotti dalla discarica è stato necessario adottare un sistema basato su due punti principali:

- 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.

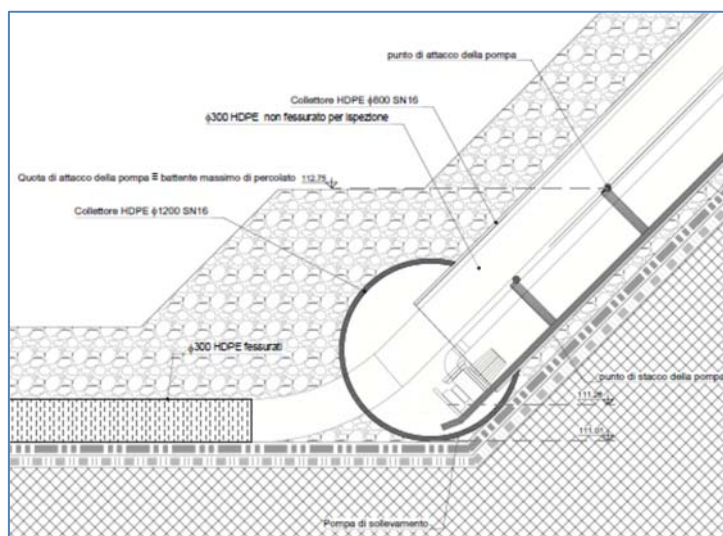


I collettori micro fessurati di drenaggio del fondo scarica, in HDPE De 300, arriveranno nel collettore De 1200. Qui verranno sostituiti da collettori in HDPE De 300 non fessurato e verranno prolungati fino alla sommità dei pozzi in modo che risultino ispezionabili.



**Sezione trasversale pozzo Legoli 3**

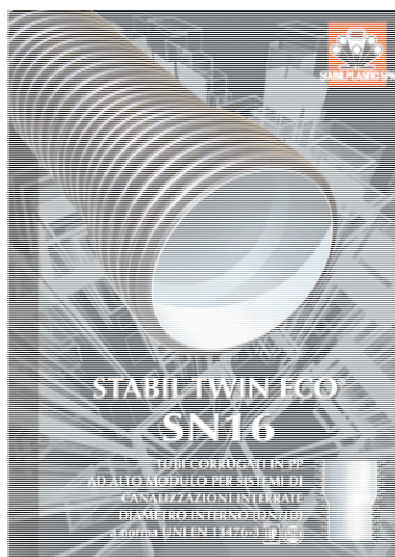
Il collettore di estrazione e le tubazioni di drenaggio sono stati portati nel dreno in ghiaia come riportato nella **Tavola PAR-EG-033** alla quale si rimanda per maggiori dettagli; nello stesso elaborato, è stata indicata la quota di base del collettore De 1200.



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:



### 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 v/asse;
- trincea stretta;
- opera di posa corretta.

### CLASSIFICAZIONE DEGLI SCAVI

Tipo di trincea	B	
Trincea stretta	≥ 3 D	< H/2
Trincea larga	> 3 D	< H/2
Trincea infinita	≥ 10 D	≥ H/2

**PROFONDITÀ DELLA TRINCEA**  
La profondità della trincea è determinata dalla pendenza da imporre alla tubazione e 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

STABIL TWIN ECO® SN 16



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.

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 **scavo, pari a circa 0,5m dal fondo della discarica approntata (vedi Tavola PAR-EG-033 - quota 111,0)**, 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 raggiungerà una quota di **2,75m** circa dal fondo **scavo, pari a circa 1,75m dal fondo della discarica approntata** (vedi **Tavola PAR-EG-033 - quota 112,75m**), 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 **massimo** di **1,75m** 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 **della discarica approntata**. 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 raggiunge i 6,0 m dal fondo **della discarica approntata**; tale situazione verrà descritta nel successivo paragrafo.

#### **3.15.1.2. 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 raggiunge i 6,0 m dal fondo **della discarica approntata**.

In tale circostanza si opererà affinché il livello di percolato nei pozzi sia ricondotto **sotto il livello di 1,75m dal fondo della discarica approntata** entro quindici giorni dall'inizio della situazione straordinaria.

### 3.15.1.3. 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, che risulta essere la più critica, pari a 144.58 m<sup>3</sup>/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 m<sup>3</sup>/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:

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

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  $\varepsilon$ . 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:

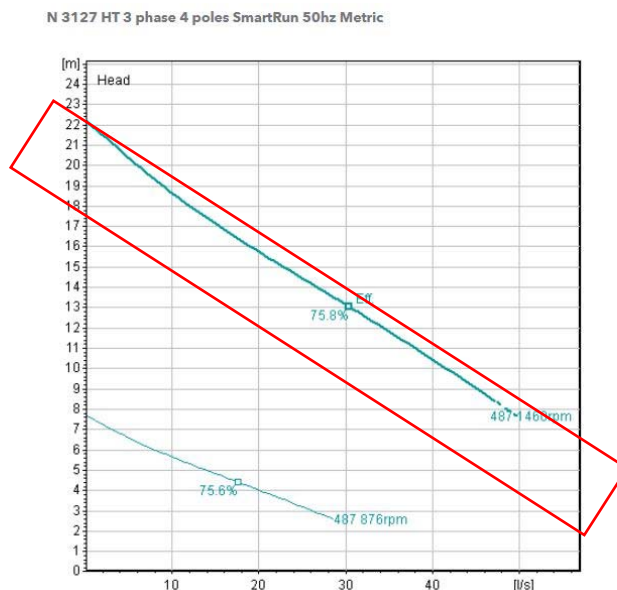
$$H = H_g + \Delta H = 16.30$$

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:

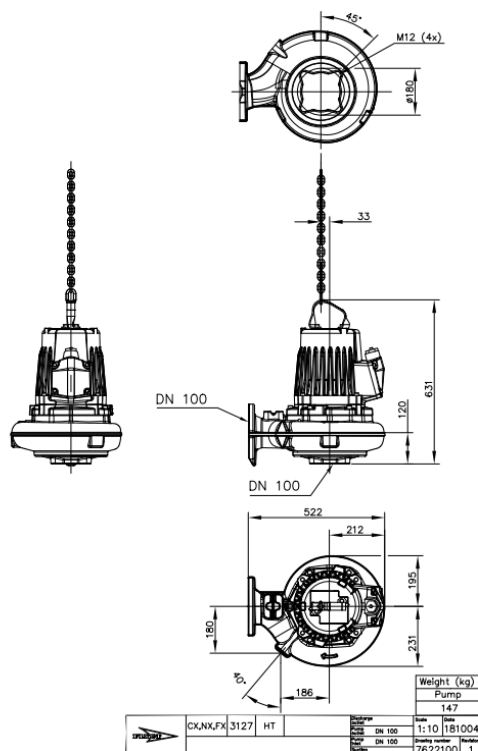
PUMP	N 3127 LT FASE 3 SISTEMA ADATTATIVO A 4 POLI 50 HZ METRICO	N 3127 LT TRIFASE 4 POLI SMARTRUN 50 HZ METRICO	N 3127 LT TRIFASE ADATTIVA 4 POLI SMARTRUN 50 HZ METRICO	N 3127 MT FASE 3 A 4 POLI 50 HZ METRICO	N 3127 MT FASE 3 SISTEMA ADATTATIVO A 4 POLI 50 HZ METRICO	N 3127 MT FASE 3, A 4 POLI SMARTRUN 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 m<sup>3</sup>/h, con una prevalenza di circa 17.20 metri.

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



### 3.15.2. 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 le fasi di gestione più impegnative previste in progetto**.

Belvedere Spa ha proceduto, come richiesto, a un ulteriore **affinamento del modello di calcolo per la stima della produzione di percolato di Legoli 3**, ma, prima di procedere alla esposizione di quanto prodotto, intende evidenziare che **nel modello già presentato**:

- era stato utilizzato un coefficiente potenziale di deflusso pari al 36% (equivalente a un **coefficiente di infiltrazione del 64%**, e quindi analogo a quello del citato manuale APAT), applicando inoltre una serie di coefficienti correttivi che tenevano conto delle diverse condizioni climatiche nel corso dell'anno, a causa delle quali, nel periodo estivo, per la potenziale fratturazione dei terreni, il coefficiente di deflusso viene addirittura ridotto al 10% (equivalente a un **coefficiente di infiltrazione del 90%**);
- era stata considerata, **a titolo cautelativo**, una **pendenza <10%** per **tutte le superfici** interessate dall'intervento;
- la **superficie di 3.000 m2 del fronte attivo**, con infiltrazione del 100%, non era stata inserita nel modello ma era stata **successivamente sommata ai risultati** ottenuti per ottenere le varie tabelle riepilogative di produzione mensile di percolato;
- adottando le suddette semplificazioni, **il modello era risultato validato** per confronto con i dati di estrazione, sia di Legoli 1 sia di Legoli 2.

Premesso quanto sopra, per il calcolo del quantitativo di percolato prodotto **nelle fasi di gestione più impegnative** 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 infiltra 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 3.15/1: 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	$I_a < 25$	$25 \leq I_a \leq 40$	$I_a > 40$
<b><math>C_a</math></b> 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
<b><math>C_p</math></b> 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
<b><math>C_v</math></b> 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 3.15/2: 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:

$$C_r = C_m + C_d$$

#### **3.15.2.1. 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 3.15/3: Dati pluviometrici negli ultimi 71 anni

### 3.15.2.2. 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
<b>Ia</b>				<b>Ia</b>				<b>Ia</b>			
=				=				=			
37,37254				39,91885				28,4171			

**Tabella 3.15/4: 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%	
<b>Ca</b>	0,03
<b>Cp</b>	0,12
<b>Cv</b>	0,21
<b>Cr</b>	
	0,36

**Tabella 3.15/5: Coefficiente di ruscellamento**



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

MESE	Cm
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 3.15/6: Coefficiente di correzione**

### 3.15.2.3. Produzione percolato Legoli 3

Premesso quanto sopra, viene presentato un **affinamento del modello di calcolo** per la stima della produzione di percolato di Legoli 3 nel quale:

- il **coefficiente di potenziale di deflusso** nelle aree con **copertura provvisoria** e **pendenza <10%** è stato posto pari al **30%** (equivalente a un valore del coefficiente di infiltrazione pari al 70%);
- il valore del coefficiente di deflusso relativo alle aree con **copertura provvisoria** è stato posto **uguale per tutti gli interventi** (Legoli 1 - Legoli 2 - Legoli 3) in quanto le modalità realizzative delle coperture provvisorie sono state considerate analoghe, sia per la natura dei materiali utilizzati/utilizzabili sia per le modalità di messa in posto, ormai consolidate;
- sono state considerate le aree con **copertura definitiva**, distinguendo tra quelle relative a Legoli 1 (già realizzate), Legoli 2 (da realizzare) e Legoli 3 (progetto da approvare);
- sono stati applicati **valori differenziati del coefficiente di potenziale deflusso** per le aree aventi **acclività minore o maggiore del 10%**;
- sono stati applicati gli stessi **coefficienti correttivi**, che tengono conto delle diverse **condizioni climatiche** nel corso dell'anno, già utilizzati nel modello già presentato, per tenere conto del deflusso superficiale che può determinarsi per saturazione superficiale del suolo;
- nella modellazione eseguita da Belvedere Spa, come risulta dall'esame dei tabulati presentati, sono stati adottati coefficienti di deflusso variabili tra 0,30 e 0,55, equivalenti a valori di infiltrazione potenziale variabili tra il 45% e il 70%;
- tenendo conto dei coefficienti correttivi applicati, che tengono conto delle diverse condizioni climatiche nel corso dell'anno, nel periodo estivo, per la potenziale fratturazione dei terreni, il coefficiente di deflusso è stato addirittura ridotto a valori variabili tra il 9% e il 16%, equivalenti a **valori di infiltrazione potenziale variabili tra 84% e 94%**;
- l'evapotraspirazione potenziale è stata ricavata mediante la relazione di Thornthwaite-Mather (1955; 1957);

- tenuto conto dello scopo principale della elaborazione (**dimensionamento del deposito temporaneo di stoccaggio del percolato**), il modello è stato applicato alla **Fase di coltivazione n. 5 - Sottofase 2** che presenta la maggior superficie esposta in fase di coltivazione e che, nelle precedenti simulazioni, è risultata **quella con la massima produzione di percolato**.

Tenuto conto di quanto sopra, qui di seguito sono riportati i risultati delle simulazioni eseguite per Legoli 3, suddivisi tra le diverse aree prese in considerazione.

Discarica Legoli 3								
CALCOLO DELL'INFILTRAZIONE METEORICA NELLA DISCARICA								
Bilancio idrico secondo THORNTHWAITE								
Legoli 3			Fase 5 - Sottofase 2					
Condizioni copertura :			Finale					
Condizioni acclività :			> 10%					
			Superficie			65.000 m2		
MESE	P	T	Cd	Cm	Cr	Rpot	R	P-R
	(mm)	(°C)				(mm)	(mm)	(mm)
GEN	60,3	6,1	0,55	1,60	0,88	53,06	53	7
FEB	58,7	7,3	0,55	1,80	0,99	58,08	58	1
MAR	59,6	9,9	0,55	1,43	0,79	46,90	47	13
APR	65,8	13,2	0,55	0,97	0,53	35,13	35	31
MAG	56,3	17,1	0,55	0,89	0,49	27,57	28	29
GIU	43,8	20,9	0,55	0,37	0,20	8,91	9	35
LUG	29,5	23,6	0,55	0,29	0,16	4,70	5	25
AGO	37,4	23,7	0,55	0,29	0,16	5,97	6	31
SET	68,0	20,5	0,55	0,46	0,25	17,20	17	51
OTT	95,0	15,7	0,55	1,20	0,66	62,73	63	32
NOV	100,1	10,9	0,55	1,40	0,77	77,06	77	23
DIC	78,8	7,5	0,55	1,60	0,88	69,37	69	9
<b>TOTALE</b>	<b>753</b>	<b>14,7</b>					<b>467</b>	
MESE	k	It	a	PEm	ETR	I	I/P	Q / mese
				(mm)	(mm)	(mm)	(%)	(m3)
GEN	0,81	1,35		11,57	7	0	0	0
FEB	0,82	1,77		15,41	1	0	0	0
MAR	1,02	2,81		30,53	13	0	0	0
APR	1,12	4,35		52,01	31	0	0	0
MAG	1,26	6,43		86,88	29	0	0	0
GIU	1,28	8,72		119,90	35	0	0	0
LUG	1,29	10,48		145,47	25	0	0	0
AGO	1,2	10,55		136,19	31	0	0	0
SET	1,04	8,47		94,59	51	0	0	0
OTT	0,95	5,65		57,49	32	0	0	0
NOV	0,81	3,25		28,08	23	0	0	0
DIC	0,77	1,85		15,08	9	0	0	0
<b>TOTALE</b>		<b>65,69</b>	<b>1,53</b>	<b>793</b>	<b>287</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
								<b>m3/anno</b>
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					
<b>INFILTRAZIONE METEORICA</b>				=	<b>0 mm/anno</b>			
<b>AREA DI INFILTRAZIONE</b>				=	<b>65.000 m2</b>			
<b>INFILTRAZIONE TOTALE ANNUA</b>				=	<b>0 m3/anno</b>			
<b>INFILTRAZIONE MEDIA GIORNALIERA</b>				=	<b>0,00 m3/giorno</b>			

**Tabella 3.15/7 - Produzione percolato Legoli 3 – Fase 5 – Sottofase 2**  
**Aree Legoli 3 con copertura finale – Acclività >10%**

Discarica Legoli 3								
CALCOLO DELL'INFILTRAZIONE METEORICA NELLA DISCARICA								
Bilancio idrico secondo THORNTHWAITE								
Legoli 3			Fase 5 - Sottofase 2					
Condizioni copertura :			Provvisoria					
Condizioni acclività :			> 10%		Superficie		35.000 m2	
MESE	P	T	Cd	Cm	Cr	Rpot	R	P-R
	(mm)	(°C)				(mm)	(mm)	(mm)
GEN	60,3	6,1	0,43	1,60	0,69	41,48	41	19
FEB	58,7	7,3	0,43	1,80	0,77	45,41	45	13
MAR	59,6	9,9	0,43	1,43	0,61	36,66	37	23
APR	65,8	13,2	0,43	0,97	0,42	27,46	27	38
MAG	56,3	17,1	0,43	0,89	0,38	21,56	22	35
GIU	43,8	20,9	0,43	0,37	0,16	6,96	7	37
LUG	29,5	23,6	0,43	0,29	0,12	3,68	4	26
AGO	37,4	23,7	0,43	0,29	0,12	4,67	5	33
SET	68,0	20,5	0,43	0,46	0,20	13,45	13	55
OTT	95,0	15,7	0,43	1,20	0,52	49,04	49	46
NOV	100,1	10,9	0,43	1,40	0,60	60,25	60	40
DIC	78,8	7,5	0,43	1,60	0,69	54,23	54	25
TOTALE	753	14,7					365	
MESE	k	It	a		PEm	ETR	I	I/P
					(mm)	(mm)	(mm)	(%)
GEN	0,81	1,35			11,57	12	7	12
FEB	0,82	1,77			15,41	13	0	0
MAR	1,02	2,81			30,53	23	0	0
APR	1,12	4,35			52,01	38	0	0
MAG	1,26	6,43			86,88	35	0	0
GIU	1,28	8,72			119,90	37	0	0
LUG	1,29	10,48			145,47	26	0	0
AGO	1,2	10,55			136,19	33	0	0
SET	1,04	8,47			94,59	55	0	0
OTT	0,95	5,65			57,49	46	0	0
NOV	0,81	3,25			28,08	28	12	12
DIC	0,77	1,85			15,08	15	10	12
TOTALE		65,69	1,53		793	360	28	3
								997
								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			=	28 mm/anno				
AREA DI INFILTRAZIONE			=	35.000 m2				
INFILTRAZIONE TOTALE ANNUA			=	997 m3/anno				
INFILTRAZIONE MEDIA GIORNALIERA			=	2,73 m3/giorno				

**Tabella 3.15/8 - Produzione percolato Legoli 3 – Fase 5 – Sottofase 2**  
**Aree Legoli 3 con copertura provvisoria – Acclività >10%**

Discarica Legoli 3									
CALCOLO DELL'INFILTRAZIONE METEORICA NELLA DISCARICA									
Bilancio idrico secondo THORNTHWAITE									
Legoli 3			Fase 5 - Sottofase 2						
Condizioni copertura :			Provvisoria						
Condizioni acclività :			< 10%		Superficie		126.000 m2		
MESE	P	T	Cd	Cm	Cr	Rpot	R	P-R	
	(mm)	(°C)				(mm)	(mm)	(mm)	
GEN	60,3	6,1	0,30	1,60	0,48	28,94	29	31	
FEB	58,7	7,3	0,30	1,80	0,54	31,68	32	27	
MAR	59,6	9,9	0,30	1,43	0,43	25,58	26	34	
APR	65,8	13,2	0,30	0,97	0,29	19,16	19	47	
MAG	56,3	17,1	0,30	0,89	0,27	15,04	15	41	
GIU	43,8	20,9	0,30	0,37	0,11	4,86	5	39	
LUG	29,5	23,6	0,30	0,29	0,09	2,57	3	27	
AGO	37,4	23,7	0,30	0,29	0,09	3,26	3	34	
SET	68,0	20,5	0,30	0,46	0,14	9,38	9	59	
OTT	95,0	15,7	0,30	1,20	0,36	34,21	34	61	
NOV	100,1	10,9	0,30	1,40	0,42	42,03	42	58	
DIC	78,8	7,5	0,30	1,60	0,48	37,84	38	41	
TOTALE	753	14,7					255		
MESE	k	It	a		PEm	ETR	I	I/P	Q / mese
					(mm)	(mm)	(mm)	(%)	(m3)
GEN	0,81	1,35			11,57	12	20	33	2.492
FEB	0,82	1,77			15,41	15	12	20	1.458
MAR	1,02	2,81			30,53	31	4	6	443
APR	1,12	4,35			52,01	47	0	0	0
MAG	1,26	6,43			86,88	41	0	0	0
GIU	1,28	8,72			119,90	39	0	0	0
LUG	1,29	10,48			145,47	27	0	0	0
AGO	1,2	10,55			136,19	34	0	0	0
SET	1,04	8,47			94,59	59	0	0	0
OTT	0,95	5,65			57,49	57	3	4	420
NOV	0,81	3,25			28,08	28	30	30	3.776
DIC	0,77	1,85			15,08	15	26	33	3.264
TOTALE		65,69	1,53		793	405	94	10	11.853
									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				=	94 mm/anno				
AREA DI INFILTRAZIONE				=	126.000 m2				
INFILTRAZIONE TOTALE ANNUA				=	11.853 m3/anno				
INFILTRAZIONE MEDIA GIORNALIERA				=	32,47 m3/giorno				

**Tabella 3.15/9 - Produzione percolato Legoli 3 – Fase 5 – Sottofase 2**  
**Aree Legoli 3 con copertura provvisoria – Acclività <10%**



Discarica Legoli 3								
CALCOLO DELL'INFILTRAZIONE METEORICA NELLA DISCARICA								
Bilancio idrico secondo THORNTHWAITE								
Legoli 1 + Legoli 2								
Condizioni copertura :			Finale					
Condizioni acclività :			> 10%		Superficie 130.000 m2			
MESE	P	T	Cd	Cm	Cr	Rpot	R	P-R
	(mm)	(°C)				(mm)	(mm)	(mm)
GEN	60,3	6,1	0,45	1,60	0,72	43,41	43	17
FEB	58,7	7,3	0,45	1,80	0,81	47,52	48	11
MAR	59,6	9,9	0,45	1,43	0,64	38,37	38	21
APR	65,8	13,2	0,45	0,97	0,44	28,74	29	37
MAG	56,3	17,1	0,45	0,89	0,40	22,56	23	34
GIU	43,8	20,9	0,45	0,37	0,17	7,29	7	36
LUG	29,5	23,6	0,45	0,29	0,13	3,85	4	26
AGO	37,4	23,7	0,45	0,29	0,13	4,89	5	33
SET	68,0	20,5	0,45	0,46	0,21	14,07	14	54
OTT	95,0	15,7	0,45	1,20	0,54	51,32	51	44
NOV	100,1	10,9	0,45	1,40	0,63	63,05	63	37
DIC	78,8	7,5	0,45	1,60	0,72	56,76	57	22
TOTALE	753	14,7					382	
MESE	k	It	a		PEm	ETR	I	I/P
					(mm)	(mm)	(mm)	(%)
GEN	0,81	1,35			11,57	12	5	9
FEB	0,82	1,77			15,41	11	0	0
MAR	1,02	2,81			30,53	21	0	0
APR	1,12	4,35			52,01	37	0	0
MAG	1,26	6,43			86,88	34	0	0
GIU	1,28	8,72			119,90	36	0	0
LUG	1,29	10,48			145,47	26	0	0
AGO	1,2	10,55			136,19	33	0	0
SET	1,04	8,47			94,59	54	0	0
OTT	0,95	5,65			57,49	44	0	0
NOV	0,81	3,25			28,08	28	9	9
DIC	0,77	1,85			15,08	15	7	9
TOTALE		65,69	1,53		793	350	21	2
								2.762
								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				=	21 mm/anno			
AREA DI INFILTRAZIONE				=	130.000 m2			
INFILTRAZIONE TOTALE ANNUA				=	2.762 m3/anno			
INFILTRAZIONE MEDIA GIORNALIERA				=	7.57 m3/giorno			

**Tabella 3.15/10 - Produzione percolato Legoli 3 – Fase 5 – Sottofase 2**  
**Aree Legoli 1 e Legoli 2 con copertura finale - - Acclività >10%**

Discarica Legoli 3								
CALCOLO DELL'INFILTRAZIONE METEORICA NELLA DISCARICA								
Bilancio idrico secondo THORNTHWAITE								
Legoli 2								
Condizioni copertura :			Provvisoria					
Condizioni acclività :			> 10%			Superficie	32.000 m2	
MESE	P	T	Cd	Cm	Cr	Rpot	R	P-R
	(mm)	(°C)				(mm)	(mm)	(mm)
GEN	60,3	6,1	0,43	1,60	0,69	41,48	41	19
FEB	58,7	7,3	0,43	1,80	0,77	45,41	45	13
MAR	59,6	9,9	0,43	1,43	0,61	36,66	37	23
APR	65,8	13,2	0,43	0,97	0,42	27,46	27	38
MAG	56,3	17,1	0,43	0,89	0,38	21,56	22	35
GIU	43,8	20,9	0,43	0,37	0,16	6,96	7	37
LUG	29,5	23,6	0,43	0,29	0,12	3,68	4	26
AGO	37,4	23,7	0,43	0,29	0,12	4,67	5	33
SET	68,0	20,5	0,43	0,46	0,20	13,45	13	55
OTT	95,0	15,7	0,43	1,20	0,52	49,04	49	46
NOV	100,1	10,9	0,43	1,40	0,60	60,25	60	40
DIC	78,8	7,5	0,43	1,60	0,69	54,23	54	25
TOTALE	753	14,7					365	
MESE	k	It	a		PEm	ETR	I	I/P
					(mm)	(mm)	(mm)	(%)
GEN	0,81	1,35			11,57	12	7	12
FEB	0,82	1,77			15,41	13	0	0
MAR	1,02	2,81			30,53	23	0	0
APR	1,12	4,35			52,01	38	0	0
MAG	1,26	6,43			86,88	35	0	0
GIU	1,28	8,72			119,90	37	0	0
LUG	1,29	10,48			145,47	26	0	0
AGO	1,2	10,55			136,19	33	0	0
SET	1,04	8,47			94,59	55	0	0
OTT	0,95	5,65			57,49	46	0	0
NOV	0,81	3,25			28,08	28	12	12
DIC	0,77	1,85			15,08	15	10	12
TOTALE		65,69	1,53		793	360	28	3
								912
								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				=	28 mm/anno			
AREA DI INFILTRAZIONE				=	32.000 m2			
INFILTRAZIONE TOTALE ANNUA				=	912 m3/anno			
INFILTRAZIONE MEDIA GIORNALIERA				=	2,50 m3/giorno			

**Tabella 3.15/11 - Produzione percolato Legoli 3 – Fase 5 – Sottofase 2**  
**Aree Legoli 2 con copertura provvisoria – Acclività >10%**

Discarica Legoli 3			
CALCOLO DELL'INFILTRAZIONE METEORICA NELLA DISCARICA			
Legoli 3		Fase 5 - Sottofase 2	
		Gestione Lotto	
Condizioni copertura :		Nessuna	
Condizioni acclività :		Infiltrazione 100%	
		Superficie	3.000 m2
MESE	P		
	(mm)		
TOTALE	753		
INFILTRAZIONE METEORICA	=	753 mm/anno	
AREA DI INFILTRAZIONE	=	3.000 m2	
INFILTRAZIONE TOTALE ANNUA	=	2.260 m3/anno	
INFILTRAZIONE MEDIA GIORNALIERA	=	6,19 m3/giorno	

**Tabella 3.15/12 - Produzione percolato Legoli 3 – Fase 5 – Sottofase 2**  
**Area Legoli 3 in corso di coltivazione**

La sommatoria delle diverse componenti fornisce per **Legoli 3** la seguente situazione **TOTALE**:

Legoli 3 - Produzione percolato TOTALE - Fase 5 - Sottofase 2		
Legoli 3		
Copertura definitiva - Acclività >10%		0 m3/anno
Copertura provvisoria - Acclività >10%		997 m3/anno
Copertura provvisoria - Acclività <10%		11.853 m3/anno
Lotto in gestione		2.260 m3/anno
Legoli 1 + Legoli 2		
Copertura definitiva - Acclività >10%		2.762 m3/anno
Copertura provvisoria - Acclività >10%		912 m3/anno
	<b>Totale</b>	<b>18.784 m3/anno</b>
	<b>Media giornaliera</b>	<b>51 m3/giorno</b>

**Tabella 3.15/13 - Produzione percolato Legoli 3 – Fase 5 – Sottofase 2**  
**Produzione totale**

Premesso quanto sopra, analogamente a quanto sviluppato nel modello già presentato, 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 dell'anno 2022.

### **3.15.3. 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.

#### **3.15.3.1. 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 THORNTWHAITE									
Legoli 1									
Condizioni copertura :				Finale					
Condizioni acclività :				> 10%		Superficie		140.000 m2	
MESE	P	T	Cd	Cm	Cr	Rpot	R	P-R	
	(mm)	(°C)				(mm)	(mm)	(mm)	
GEN	60,3	6,1	0,45	1,60	0,72	43,41	43	17	
FEB	58,7	7,3	0,45	1,80	0,81	47,52	48	11	
MAR	59,6	9,9	0,45	1,43	0,64	38,37	38	21	
APR	65,8	13,2	0,45	0,97	0,44	28,74	29	37	
MAG	56,3	17,1	0,45	0,89	0,40	22,56	23	34	
GIU	43,8	20,9	0,45	0,37	0,17	7,29	7	36	
LUG	29,5	23,6	0,45	0,29	0,13	3,85	4	26	
AGO	37,4	23,7	0,45	0,29	0,13	4,89	5	33	
SET	68,0	20,5	0,45	0,46	0,21	14,07	14	54	
OTT	95,0	15,7	0,45	1,20	0,54	51,32	51	44	
NOV	100,1	10,9	0,45	1,40	0,63	63,05	63	37	
DIC	78,8	7,5	0,45	1,60	0,72	56,76	57	22	
TOTALE	753	14,7					382		
MESE	k	It	a	PEm	ETR	I	I/P	Q / mese	
				(mm)	(mm)	(mm)	(%)	(m3)	
GEN	0,81	1,35		11,57	12	5	9	743	
FEB	0,82	1,77		15,41	11	0	0	0	
MAR	1,02	2,81		30,53	21	0	0	0	
APR	1,12	4,35		52,01	37	0	0	0	
MAG	1,26	6,43		86,88	34	0	0	0	
GIU	1,28	8,72		119,90	36	0	0	0	
LUG	1,29	10,48		145,47	26	0	0	0	
AGO	1,2	10,55		136,19	33	0	0	0	
SET	1,04	8,47		94,59	54	0	0	0	
OTT	0,95	5,65		57,49	44	0	0	0	
NOV	0,81	3,25		28,08	28	9	9	1.253	
DIC	0,77	1,85		15,08	15	7	9	978	
TOTALE		65,69	1,53	793	350	21	2	2.974	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				=	21 mm/anno				
AREA DI INFILTRAZIONE				=	140.000 m2				
INFILTRAZIONE TOTALE ANNUA				=	2.974 m3/anno				
INFILTRAZIONE MEDIA GIORNALIERA				=	8,15 m3/giorno				

**Tabella 3.15/14 – Validazione produzione percolato su Legoli 1**  
**Copertura finale completata - – Acclività >10%**

I dati di produzione del 2022 forniti da Belvedere Spa relativi a Legoli 1 riportano un valore di percolato estratto pari a 3.012 m3/anno. Il modello riporta una produzione teorica di 2.974 m3/anno. Per questa ragione si può concludere che il modello applicato per la produzione di percolato di Legoli 3 sia adeguato.

### 3.15.3.2. 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, suddiviso tra le diverse aree prese in considerazione.

Discarica Legoli 2 - VALIDAZIONE DEL MODELLO									
CALCOLO DELL'INFILTRAZIONE METEORICA NELLA DISCARICA									
Bilancio idrico secondo THORNTHWAITE									
Legoli 2									
Condizioni copertura :			Provvisoria						
Condizioni acclività :			> 10%			Superficie 54.000 m2			
MESE	P	T	Cd	Cm	Cr	Rpot	R	P-R	
	(mm)	(°C)				(mm)	(mm)	(mm)	
GEN	60,3	6,1	0,43	1,60	0,69	41,48	41	19	
FEB	58,7	7,3	0,43	1,80	0,77	45,41	45	13	
MAR	59,6	9,9	0,43	1,43	0,61	36,66	37	23	
APR	65,8	13,2	0,43	0,97	0,42	27,46	27	38	
MAG	56,3	17,1	0,43	0,89	0,38	21,56	22	35	
GIU	43,8	20,9	0,43	0,37	0,16	6,96	7	37	
LUG	29,5	23,6	0,43	0,29	0,12	3,68	4	26	
AGO	37,4	23,7	0,43	0,29	0,12	4,67	5	33	
SET	68,0	20,5	0,43	0,46	0,20	13,45	13	55	
OTT	95,0	15,7	0,43	1,20	0,52	49,04	49	46	
NOV	100,1	10,9	0,43	1,40	0,60	60,25	60	40	
DIC	78,8	7,5	0,43	1,60	0,69	54,23	54	25	
TOTALE	753	14,7					365		
MESE	k	It	a		PEm	ETR	I	I/P	Q / mese
					(mm)	(mm)	(mm)	(%)	(m3)
GEN	0,81	1,35			11,57	12	7	12	391
FEB	0,82	1,77			15,41	13	0	0	0
MAR	1,02	2,81			30,53	23	0	0	0
APR	1,12	4,35			52,01	38	0	0	0
MAG	1,26	6,43			86,88	35	0	0	0
GIU	1,28	8,72			119,90	37	0	0	0
LUG	1,29	10,48			145,47	26	0	0	0
AGO	1,2	10,55			136,19	33	0	0	0
SET	1,04	8,47			94,59	55	0	0	0
OTT	0,95	5,65			57,49	46	0	0	0
NOV	0,81	3,25			28,08	28	12	12	635
DIC	0,77	1,85			15,08	15	10	12	514
TOTALE		65,69	1,53		793	360	28	3	1.539
									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				=	28 mm/anno				
AREA DI INFILTRAZIONE				=	54.000 m2				
INFILTRAZIONE TOTALE ANNUA				=	1.539 m3/anno				
INFILTRAZIONE MEDIA GIORNALIERA				=	4,22 m3/giorno				

**Tabella 3.15/15 – Validazione produzione percolato su Legoli 2**  
**Aree con copertura provvisoria – Acclività >10%**



Discarica Legoli 2 - VALIDAZIONE DEL MODELLO								
CALCOLO DELL'INFILTRAZIONE METEORICA NELLA DISCARICA								
Bilancio idrico secondo THORNTHWAITE								
Legoli 2								
Condizioni copertura :			Provvisoria					
Condizioni acclività :			< 10%		Superficie		178.000 m2	
MESE	P	T	Cd	Cm	Cr	Rpot	R	P-R
	(mm)	(°C)				(mm)	(mm)	(mm)
GEN	60,3	6,1	0,30	1,60	0,48	28,94	29	31
FEB	58,7	7,3	0,30	1,80	0,54	31,68	32	27
MAR	59,6	9,9	0,30	1,43	0,43	25,58	26	34
APR	65,8	13,2	0,30	0,97	0,29	19,16	19	47
MAG	56,3	17,1	0,30	0,89	0,27	15,04	15	41
GIU	43,8	20,9	0,30	0,37	0,11	4,86	5	39
LUG	29,5	23,6	0,30	0,29	0,09	2,57	3	27
AGO	37,4	23,7	0,30	0,29	0,09	3,26	3	34
SET	68,0	20,5	0,30	0,46	0,14	9,38	9	59
OTT	95,0	15,7	0,30	1,20	0,36	34,21	34	61
NOV	100,1	10,9	0,30	1,40	0,42	42,03	42	58
DIC	78,8	7,5	0,30	1,60	0,48	37,84	38	41
TOTALE	753	14,7					255	
MESE	k	It	a		PEm	ETR	I	I/P
					(mm)	(mm)	(mm)	(%)
GEN	0,81	1,35			11,57	12	20	33
FEB	0,82	1,77			15,41	15	12	20
MAR	1,02	2,81			30,53	31	4	6
APR	1,12	4,35			52,01	47	0	0
MAG	1,26	6,43			86,88	41	0	0
GIU	1,28	8,72			119,90	39	0	0
LUG	1,29	10,48			145,47	27	0	0
AGO	1,2	10,55			136,19	34	0	0
SET	1,04	8,47			94,59	59	0	0
OTT	0,95	5,65			57,49	57	3	4
NOV	0,81	3,25			28,08	28	30	30
DIC	0,77	1,85			15,08	15	26	33
TOTALE		65,69	1,53		793	405	94	10
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					=	94 mm/anno		
AREA DI INFILTRAZIONE					=	178.000 m2		
INFILTRAZIONE TOTALE ANNUA					=	16.745 m3/anno		
INFILTRAZIONE MEDIA GIORNALIERA					=	45.88 m3/giorno		

**Tabella 3.15/16 – Validazione produzione percolato su Legoli 2**  
**Aree con copertura provvisoria – Acclività <10%**

Discarica Legoli 2 - VALIDAZIONE DEL MODELLO			
CALCOLO DELL'INFILTRAZIONE METEORICA NELLA DISCARICA			
<b>Legoli 2</b>		<b>Gestione Lotto</b>	
<b>Condizioni copertura :</b>		<b>Nessuna</b>	
<b>Condizioni acclività :</b>		<b>Infiltrazione 100%</b>	
		<b>Superficie</b>	<b>3.000 m2</b>
	<b>P</b>		
	(mm)		
<b>TOTALE</b>	<b>753</b>		
<b>INFILTRAZIONE METEORICA</b>	=	<b>753 mm/anno</b>	
<b>AREA DI INFILTRAZIONE</b>	=	<b>3.000 m2</b>	
<b>INFILTRAZIONE TOTALE ANNUA</b>	=	<b>2.260 m3/anno</b>	
<b>INFILTRAZIONE MEDIA GIORNALIERA</b>	=	<b>6,19 m3/giorno</b>	

**Tabella 3.15/17 – Validazione produzione percolato su Legoli 2**  
**Area Legoli 2 in corso di coltivazione**

La sommatoria delle diverse componenti fornisce per **Legoli 2** la seguente situazione **TOTALE**:

Legoli 2 - Produzione percolato TOTALE		
<b>Copertura provvisoria - Acclività &gt;10%</b>		<b>1.539 m3/anno</b>
<b>Copertura provvisoria - Acclività &lt;10%</b>		<b>16.745 m3/anno</b>
<b>Lotto in gestione</b>		<b>2.260 m3/anno</b>
	<b>Totale</b>	<b>20.544 m3/anno</b>
	<b>Media giornaliera</b>	<b>56 m3/giorno</b>

**Tabella 3.15/18 – Validazione produzione percolato su Legoli 2**  
**Produzione totale**

I dati di produzione del 2022 forniti da Belvedere Spa relativi a Legoli 2 riportano un valore di percolato estratto pari a 21.315 mc3/anno. Il modello riporta una produzione teorica di 20.544 m3/anno. Per questa ragione si può concludere che il modello applicato per la produzione di percolato di Legoli 3 sia adeguato.

### 3.15.4. 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.

#### 3.15.4.1. 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 3.15/19 - 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

### 3.15.4.1. STIMA DELLA PORTATA

Dall'elaborato grafico **PAR-EG-053** è stato possibile stimare la superficie sulla quale si considera cadere il quantitativo di pioggia sopra descritto, pari a circa 35.000 m<sup>2</sup>. Il volume di acqua che cade risulta essere pari a 3.395 m<sup>3</sup>. 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 m<sup>3</sup>/g., per un totale di 3.470 m<sup>3</sup>. 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 scavo, pari a circa 0,5m dal fondo della discarica approntata (vedi [Tavola PAR-EG-033 -quota 111,0](#)), 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	<b>Tr</b>	10	anni
Tempo di pioggia	<b>Tp</b>	24	h
Altezza di pioggia	<b>h</b>	97	mm
Superficie	<b>A</b>	35000	m <sup>2</sup>
Volume precipitazioni	<b>Vp</b>	3395	m <sup>3</sup>
Volume percolato Legoli 1-2	<b>Vd1-2</b>	75	m <sup>3</sup>
Volume percolato tot	<b>Vtot</b>	3470	m <sup>3</sup>
Spessore drenaggio	<b>htd</b>	0,5	m
Superficie fondo pozzi	<b>Afp</b>	250	m <sup>2</sup>
Volume ghiaia dreno	<b>Vgd</b>	125	m <sup>3</sup>
Indice dei vuoti	<b>n</b>	0,3	m <sup>3</sup>
Volume percolato nel drenaggio	<b>Vpd</b>	37,5	m <sup>3</sup>
Superficie sopra drenaggio	<b>Asd</b>	305	m <sup>2</sup>
Volume percolato fuori ghiaia	<b>Vfg</b>	305	m <sup>3</sup>
Volume percolato trattato in sito	<b>Vtin</b>	90	m <sup>3</sup>
Volume percolato trattato esternamente	<b>Vtout</b>	40	m <sup>3</sup>
Volume residuo da stoccare	<b>Vstoc</b>	<b>2.997,5</b>	m <sup>3</sup>

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 [m<sup>2</sup>];
- $h_{td}$  = 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.

### 3.15.5. 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 <sup>2</sup>	3000
Acque meteo evento intenso [ $Q_1=Z*X/1000$ ]	m <sup>3</sup>	474,6
Tasso infiltrazione [ $I_1$ ]	%	100
Percolato prodotto in 48h [ $P_1=Q_1*I_1$ ]	m <sup>3</sup> /48h	474,6
Superficie in copertura provvisoria [W]	m <sup>2</sup>	245.000
Acqua meteo anno [ $Q_2=W*Y/1000$ ]	m <sup>3</sup>	503.867
Tasso infiltrazione medio [ $I_2$ ]	%	23
Percolato [ $V=Q_2*I_2$ ]	m <sup>3</sup>	115889,4
Percolato in 48h da coperture [ $P_2=V*2/365$ ]	m <sup>3</sup> /48h	635,0
<b>Volume minimo serbatoi di accumulo [<math>(P_1+P_2)+10\%</math>]</b>	<b>m<sup>3</sup>/48h</b>	<b>1.220,6</b>

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

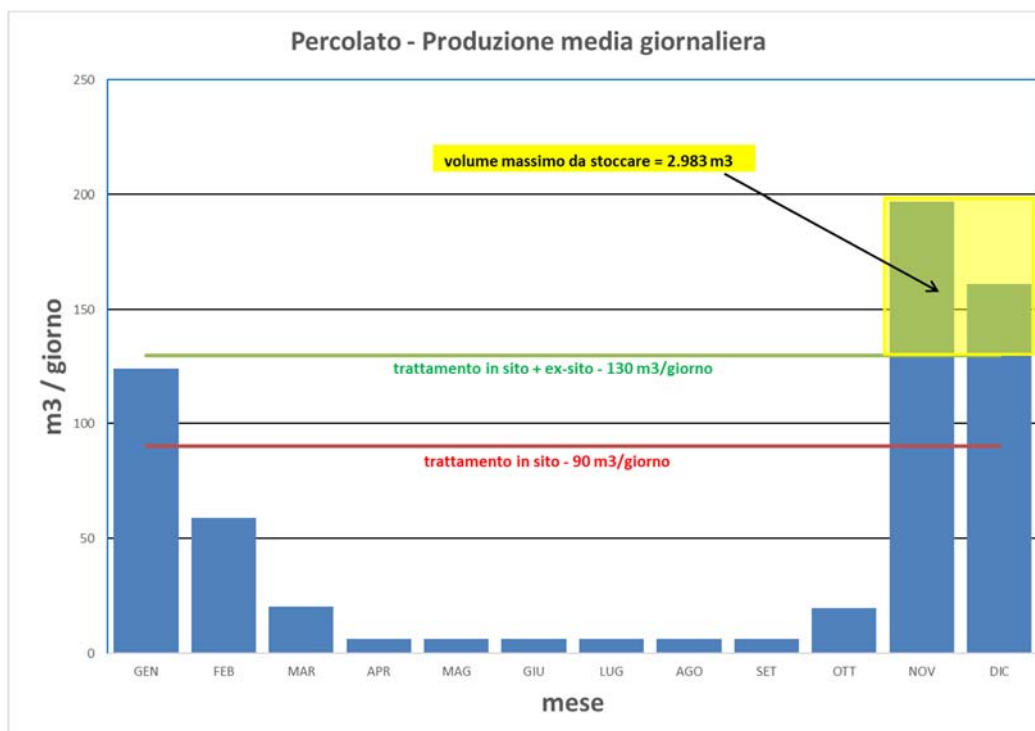
Si rileva che il valore calcolato come richiesto dal Settore Autorizzazione Rifiuti (1.220 m<sup>3</sup>) risulta notevolmente inferiore alla capacità massima dei silos progettati (3.000 m<sup>3</sup>) in quanto Belvedere Spa ha tenuto conto, nel dimensionamento dei silos, della situazione critica che 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.



### 3.15.6. SILOS DI ACCUMULO DEL PERCOLATO E LINEA DI CARICAMENTO

Tenuto conto di quanto sopra, i dati di produzione stimata di percolato di Legoli 3 sono stati **analizzati su base mensile** per evidenziare eventuali problematiche relative al loro trattamento, soprattutto nei periodi di maggiore produzione.

Dall'analisi dei dati sopra riportati risulta un **deficit di trattamento pari a circa 2.980 m<sup>3</sup> nel periodo invernale** (sostanzialmente analogo a quello già calcolato nella precedente modellazione, che era risultato pari a 2.880 m<sup>3</sup>), e pertanto, esaminando la **Figura 3.15/1**, si conferma che la soluzione migliore per la gestione del percolato, considerando che l'impianto di trattamento della discarica è in grado di processare 90 m<sup>3</sup>/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 m<sup>3</sup>**, per un **totale di 3.000 m<sup>3</sup>**. L'eccesso di portata di percolato prodotto nel periodo autunnale/invernale sarà trattato in un impianto di trattamento terzi, per un volume massimo giornaliero, nel periodo autunnale/invernale, non superiore a un valore medio 40 m<sup>3</sup>/g.



**Figura 3.15/1 - Istogramma riepilogativo di produzione di percolato nella Coltivazione di Legoli 3**  
**Fase più critica = Gestione Fase 5 – Sottofase 2**

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 m<sup>3</sup>**, per un **totale di 3.000 m<sup>3</sup>**, dai quali sarà prelevato e inviato ad un idoneo impianto di depurazione (in sito oppure ex sito) (vedi **Tavola IMP-EG-031**).

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 reflu, 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-031 / 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 segnerà 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 m<sup>3</sup>, 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.

Per il corretto deflusso del percolato all'interno dei silos, verrà installata, sul tetto di ciascuno di essi, una **tubazione di sfiato** ad U rovescia, in acciaio AISI 304 DN90, flangiata all'estremità, dove verrà collegato un filtro a carboni attivi, per il trattamento delle arie provenienti dal serbatoio (vedi **Tavole IMP-EG-031 / 081**). Il filtro a carboni attivi consentirà di abbattere le emissioni odorigene dell'aria venuta a contatto con il percolato all'interno dei serbatoi medesimi.

Per stimare l'entità del flusso di emissioni in uscita da ciascun silos, si considera una produzione di picco di percolato pari ad **5.915 m<sup>3</sup>/mese**, che corrisponde alla produzione nella fase più critica della discarica in esercizio, corrispondente alla Gestione della **Fase 5 – Sottofase 2** nel mese di **novembre**.

Ipotizzando che il flusso di percolato prodotto sia suddiviso in parti uguali su ciascuno dei 6 silos; il **flusso medio di percolato, in ingresso su ogni serbatoio**, sarà, quindi, pari a:

$$Q_i = 33 \text{ m}^3/\text{gg}$$

Durante la fase di riempimento del silos, un volume di aria uguale a quello occupato dal percolato in ingresso, esce dallo sfiato del silos medesimo, consentendone il progressivo riempimento fino alla capacità massima consentita; in questa fase, il **flusso di aria**

**(massimo) in uscita da ciascun sfiato** sarà, quindi, uguale a 33 m<sup>3</sup>/gg, pari a circa **1.38 m<sup>3</sup>/hr.**

Estendendo il calcolo a tutti i serbatoi, il **flusso totale (massimo) dell'aria** in uscita dagli sfiati di **tutti i silos**, risulta pari a 198 mc/gg, equivalente a circa **8.25 m<sup>3</sup>/hr.**

Tale valore è trascurabile in termini di immissione in atmosfera di agenti inquinanti; infatti, basta confrontare tale emissione con quelle provenienti dalle torce di combustione del biogas, da installare presso la discarica, qualificate come emissioni poco significative (vedi tabella estratta dall'elaborato **PQE-RT-010-proposta-quadro-emissivo**), per affermare che le emissioni provenienti dagli sfiati dei nuovi silos di stoccaggio del percolato saranno trascurabili e poco significative.

Sigla	Origine	Portata (Nm <sup>3</sup> /h)
<b>E8</b>	Combustore adiabatico T1 1.200 Nm <sup>3</sup> /h - 5.748 kWt Alimentato da gas di discarica	9.888
<b>E9</b>	Combustore adiabatico T2 2.500 Nm <sup>3</sup> /h - 5.748 kWt Alimentato da gas di discarica e sfiati stoccaggio percolati	20.600
<b>E10</b>	Combustore adiabatico T3 500 Nm <sup>3</sup> /h - 5.748 kWt Alimentato da gas di discarica	4.120

Premesso quanto sopra, per consentire il trattamento delle arie esauste provenienti dallo sfiato di ciascun silos, e l'abbattimento dei composti odorigeni presenti, si prevede di installare, all'estremità libera della tubazione di sfiato di ciascun serbatoio, in AISI 304 DN 90, un filtro a carboni attivi, delle seguenti caratteristiche:

- Portata massima di aria trattabile: 200 Nm<sup>3</sup>/hr
- Volume della massa adsorbente: 30 litri
- Superficie specifica carbone attivo: 750 m<sup>2</sup>/gr
- Granulometria carbone attivo: cilindrico 4 mm

che sarà idoneo per una portata di aria trattata pari a circa 200 Nm<sup>3</sup>/hr, quindi molto al di sopra dei flussi stimati provenienti da ciascun sfiato (1,38 m<sup>3</sup>/hr) e permetterà l'abbattimento dei principali composti inquinanti, quali H<sub>2</sub>S e Mercaptani.

Nella Tavola **IMP-EG-031** sono stati riportati gli **sfiati** previsti sui **silos di stoccaggio del percolato**, che saranno muniti di **filtri a carboni attivi** (vedi **Particolare A**) per consentire il trattamento delle arie esauste provenienti dallo sfiato di ciascun silos, e l'abbattimento dei composti odorigeni.

Nella **Tavola IMP-EG-081** sono stati quindi evidenziati i **6 punti degli sfiati dei silos** di raccolta del percolato (**sigle SF.1 / SF.2 / SF.3 / SF.4 / SF.5 / SF.6**).

### 3.15.6.1. 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-033 / 053**) dai quali il percolato sarà pompato e inviato ai silos di stoccaggio provvisorio, ubicati sul piazzale impianti (vedi **Tavole IMP-EG-010 / 031**), dai quali sarà prelevato e inviato all'impianto di depurazione in sito (vedi **Tavola IMP-EG-010** ed **Elaborati GPG-RT-011, GPP-EG-010 / 020 / 030 / 040 / 050 / 060 / 070 / 080 / 090 e GPP-AL-010**).

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.

### 3.15.7. 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
<b>Totale/anno</b>	22.865	29.259	25.809	32.510	27.561	
<b>Media/giorno</b>	63	80	71	89	76	
				<b>t/giorno</b>		<b>76</b>

**Tabella 3.15/20 – Produzione percolato – Anni 2015-2019**

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
<b>Totale/anno</b>	11.773	12.221	8.865	14.316	13.906	
<b>Media/giorno</b>	32	33	24	39	38	
				<b>t/giorno</b>		<b>33</b>

**Tabella 3.15/21 –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.

Il nuovo impianto di trattamento del percolato avrà una potenzialità oraria di trattamento di circa 3.75 m<sup>3</sup>/h di percolato, con una potenzialità giornaliera pari a circa **90 m<sup>3</sup>/g** (per maggiori dettagli vedi elaborato **GPG-RT-011** 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 m<sup>3</sup>/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.

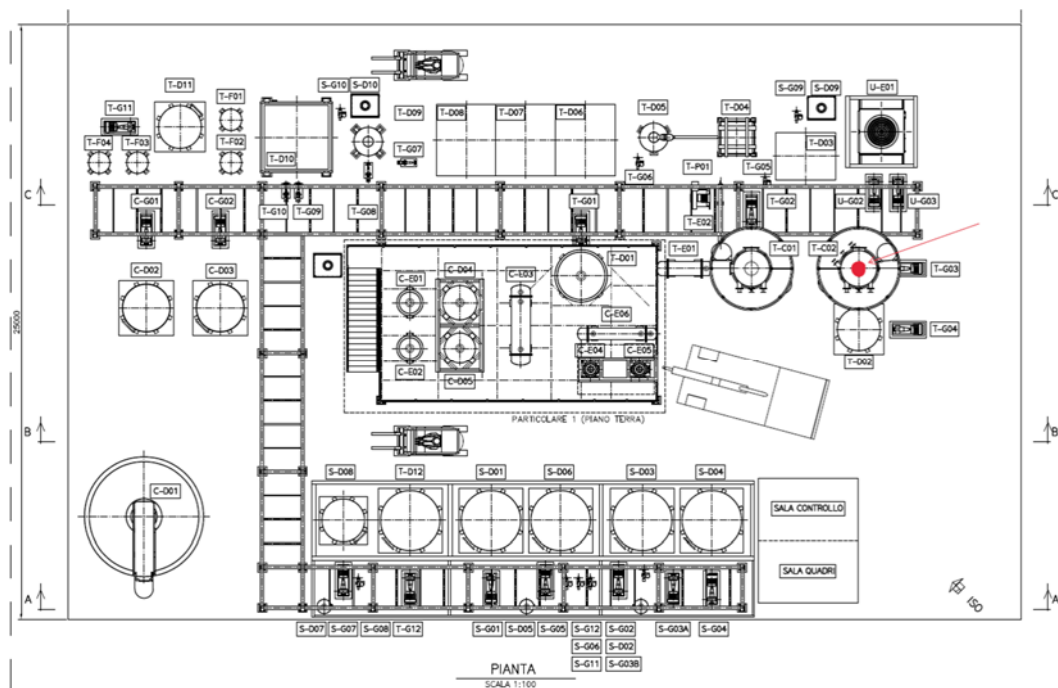
Nell'elaborato **PMC-RT-013** sono indicati i parametri che, in base al processo e alla matrice trattata, saranno monitorati.

Al fine di minimizzare l'impatto olfattivo dagli sfiati presenti sui serbatoi presenti nell'impianto di trattamento del percolato, il progetto dell'impianto di trattamento del percolato prevede un collettore degli sfiati, collegato tramite valvole di sovrappressione e in assenza di valvole di intercettazione con le seguenti apparecchiature e serbatoi:

- C-D01: sedimentatore dotato di copertura;
- C-D02: serbatoio di accumulo;
- C-D03: serbatoio di correzione pH;
- C-D08: separatore condensa mandata pompa ad anello liquido;
- C-D10: serbatoio accumulo concentrato;
- T-D01: serbatoio di correzione pH.

Tali apparecchiature contengono il percolato o le condense ancora contaminate con ammoniaca, e gli sfiati possono di conseguenza contenere concentrazioni significative di ammoniaca, ma con portate massime estremamente ridotte. Tramite il collettore tali sfiati saranno inviati sul fondo della colonna di assorbimento **T-C02**, nella quale l'ammoniaca è assorbita chimicamente dall'acido solforico e convertita in solfato d'ammonio (vedi **Figura**).





**Impianto di trattamento del percolato - Colonna di assorbimento T-C02**

Nella colonna **T-C02** l'aria trattata è ricircolata in circuito chiuso alla colonna di stripping, al fine di minimizzare i consumi energetici. La pressione atmosferica in colonna è mantenuta attraverso la valvola PSV1-TC2, che consente l'ingresso di aria in caso di abbassamento della pressione, ed il suo rilascio in caso di sovrappressione. Tale sfiato, riportato nella **Tavola IMP-EG-081-planimetria-punti-emissivi-non-significativi** con la sigla **E-TC02**, sarà caratterizzato da concentrazioni residue di ammoniaca inferiori a 5 mg/Nm<sup>3</sup> e portata di tipo intermittente, con valori massimi di 20 Nm<sup>3</sup>/h, e può quindi essere considerato poco significativo.

L'intera unità successiva di trattamento Fenton opera sulle condense prive di ammoniaca e altre sostanze volatili odorigene, quindi gli sfiati presenti non hanno necessità di essere convogliati ad alcun impianto di abbattimento.

Quanto sopra trova riscontro nell'elaborato **GPG-RT-011 – Relazione tecnica impianto di trattamento del percolato – Rev.01**.

### 3.16. 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.

#### 3.16.1. 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 **529** elementi di captazione, tale numero è la somma dei pozzi già esistenti su Legoli 1 e Legoli 2 ai quali si aggiungono i pozzi previsti per la Legoli 3 facendo riferimento alla **Tavola GBP-EG-060** (dove si rappresentano le connessioni dei pozzi esistenti e da “seppellire sotto la Legoli 3) e la **Tavola GBP-EG-020** (dove si vedono i pozzi emergenti dalla Legoli 3); 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 Nm<sup>3</sup>/h) che presto verranno affiancati, presso l'impianto ALBE, da due nuovi aspiratori da 700 Nm<sup>3</sup>/h; gli aspiratori sono dotati di protezioni termostatiche e pressostatiche per prevenire condizioni di surriscaldamento ed anomalia.

Nella Tavola **GBA-EG-020** è stato riportato lo **stato di fatto, alla data di febbraio 2024, rispetto ai progetti approvati per Legoli 1 e Legoli 2.**

#### 3.16.2. 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 silossani.

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\_011**) 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 deposti.

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 Nm<sup>3</sup>/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 ( $> 1.000\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) di taglie differenti al fine di poter gestire tutte le portate prevedibili da 100 a  $4.200\text{ Nm}^3/\text{h}$ .

I combustori avranno portate nominali di 2,4 – 5,8 –  $12,0\text{ MWt}$  corrispondenti alle portate di  $500 - 1.200 - 2.500\text{ Nm}^3/\text{h}$  se parametrize al potere calorifico standard del biogas di  $4,79\text{ kWh/Nm}^3$ .

I combustori saranno conformi alla nuova Norma ISO22580 per le torce alimentate a biogas e pertanto dotati di tutte le dotazioni di sicurezza, che prevede anche il controllo del metano residuo, e compresi i rompifiamma omologati. La combustione sarà completamente interna ai combustori i quali saranno completamente refrattariati al fine di 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 ( $1.500\text{ rpm}$ ) abbinato ad un generatore elettrico in bassa tensione e ad un trasformatore elevatore.

La potenza elettrica generabile di ogni gruppo sarà di  $845\text{ kW}$  con un rendimento elettrico medio del 40% ne consegue una potenza introdotta di circa  $2.025\text{ kW}$  corrispondente ad un consumo di biogas (PCI  $4,79\text{ kWh/Nm}^3$ ) di  $441\text{ Nm}^3/\text{h}$ .

Ogni singolo gruppo elettrogeno sarà inoltre in grado di cogenerare  $827\text{ kW}$  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.

### 3.16.3. 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 Nm<sup>3</sup>/hr
- uno di potenza nominale 511 kW che tratta circa 240 Nm<sup>3</sup>/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.**

#### **3.16.4. RACCOLTA E CONVOGLIAMENTO DELLE CONDENSE**

Per quanto riguarda la gestione delle condense, come più volte indicato nella Relazione Specialistica **GBG-RT-010** *“gestione biogas relazione tecnica generale”* aggiornata (senza variazioni concettuali) nel documento **GBG-RT-011**, tutte le condense generate nella rete di trasporto e regolazione del biogas a causa del raffreddamento dei biogas saturi di vapore, **saranno smaltite nella rete di raccolta e stoccaggio dei percolati e pertanto destinate al trattamento.**

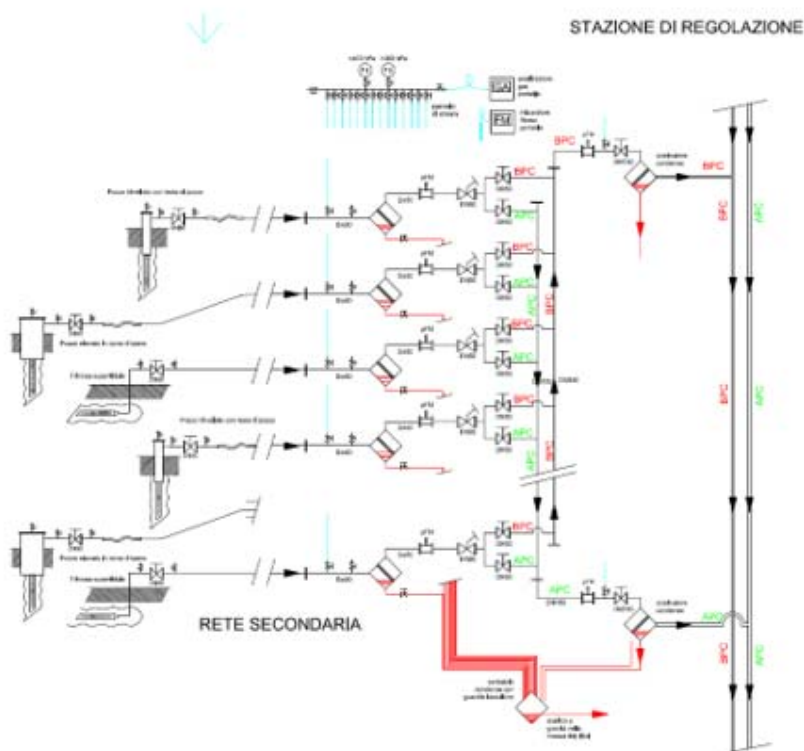
Per una migliore analisi del sistema si ribadisce quanto segue:

- Per le condense formatesi nelle linee secondarie di trasporto biogas (tra i singoli pozzi e le stazioni di regolazione) si prevede una pendenza delle tubazioni tale da convogliare i liquidi formati direttamente alle stazioni di regolazione dove sono presenti specifici separatori per ogni linea con scarico (mediante guardia idraulica) ad un pozzo di raccolta con rilancio (pompa) o scarico (per gravità) verso il più prossimo punto di raccolta dei percolati.
- Nei casi dove i pozzi sono a quote inferiori rispetto alle stazioni la condensa sarà fatta rifluire nei pozzi stessi, senza nessuna dispersione.

Si riporta di seguito l'estratto della pagina 140 della **GBG-RT-010**, concetto invariato nell'aggiornamento **GBG-RT-011**, dove viene rappresentato schematicamente il criterio di gestione delle condense presso la rete secondaria e le stazioni di regolazione, così come sviluppato dalla tavola di progetto **GBP-EG-050**.

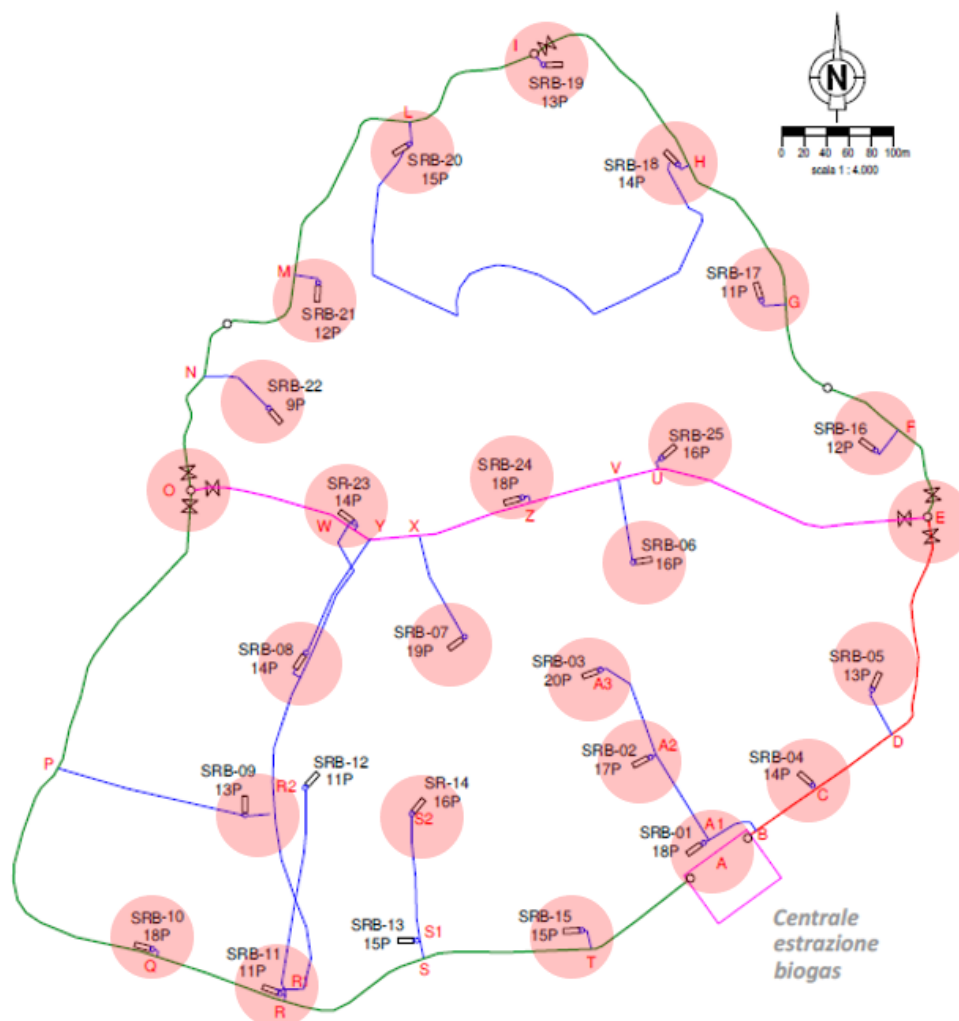
Segue uno schema planimetrico sul quale si evidenzia la disposizione dei punti di separazione, raccolta e rilancio delle condense sulla rete secondaria del biogas.





**Schema funzionale sottostazione di regolazione**

A valle della sezione di misura sarà predisposto il serbatoio di raccolta delle condense prodotte lungo la rete secondaria. Ogni serbatoio, in HDPE, fungerà da camera di calma per favorire la separazione delle particelle liquide. Una linea di scarico (De 32 mm) collegherà ogni singolo serbatoio ad un pozzo posizionato vicino alla stazione di regolazione dove saranno presenti le 20 guardie idrauliche dei relativi ingressi e le due guardie delle due linee primarie APC e BPC. Il pozzo sarà dotato di uno scarico delle condense nel più prossimo recettore di percolati. In funzione della posizione e della quota del pozzo lo scarico sarà possibile per gravità (sempre preferibile) oppure con una pompa elettrica antideflagrante di tipo ad immersione o autoadescente.

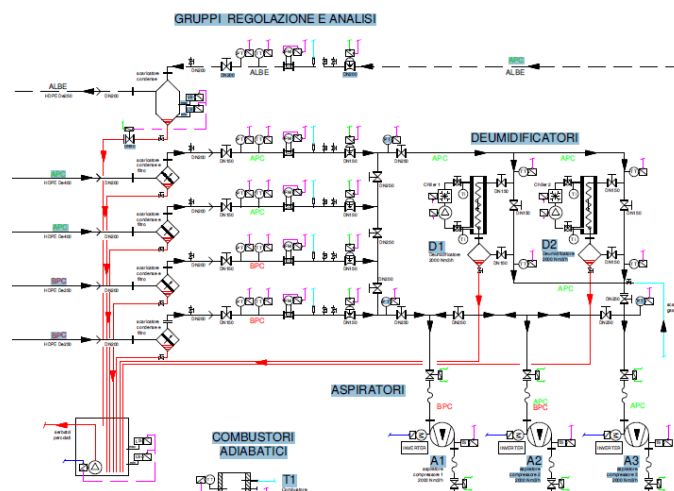
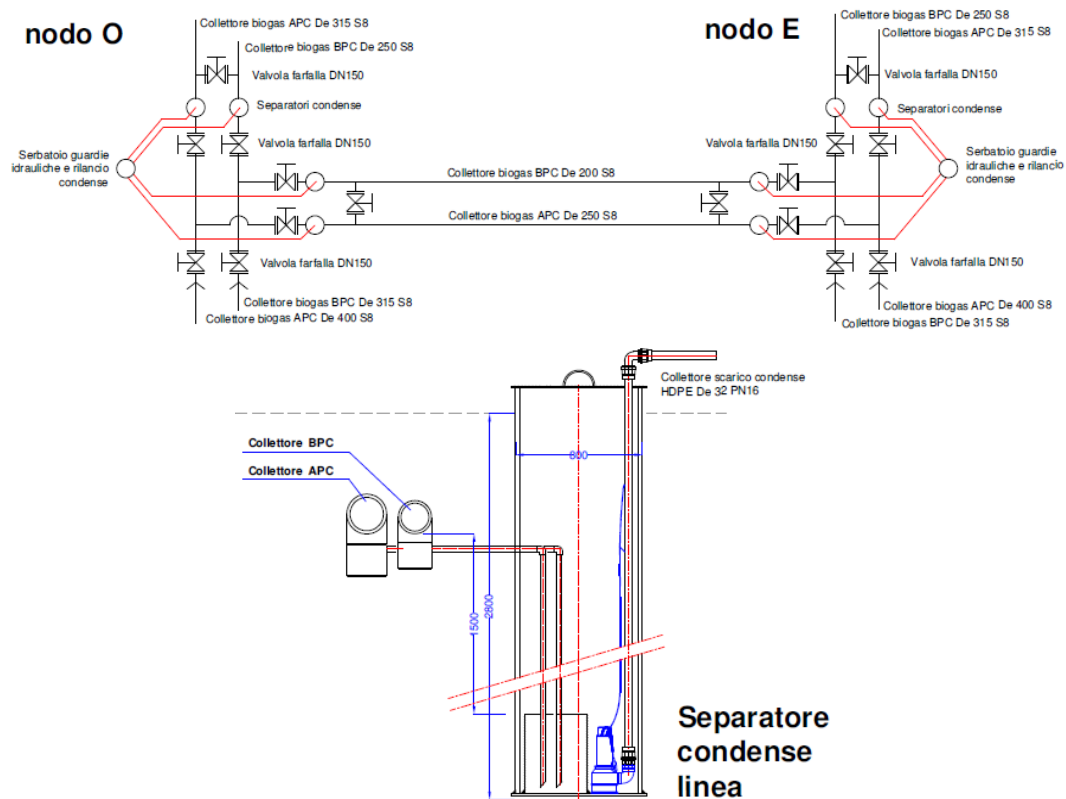


**Schema planimetrico punti di separazione, raccolta e rilancio condense sulla rete secondaria biogas**

Per le condense formatesi nelle linee primarie di trasporto biogas (tra le diverse stazioni di regolazione e la Centrale di Estrazione) si prevede lo scarico presso i due separatori indicati nel progetto biogas (punti O ed E, dotati di pompa di rilancio) oppure presso la centrale stessa presso i separatori terminali. In questo caso i 4 separatori terminali, più quello relativo al collettore di trasporto all'impianto ALBE saranno scaricati in un pozzetto dotato di pompa di rilancio. Nello stesso pozzetto confluiranno anche le condense provenienti dalla coppia di deumidificatori (scambiatori).

Si riporta di seguito l'estratto della tavola di progetto **GBP-EG-030** con lo schema funzionale del sistema di intercettazione condense delle linee primarie APC e BPC e con il particolare del separatore con pompa di rilancio e lo schema funzionale (**GBP-EG-050**) della Centrale di estrazione riferito alla sezione di gestione delle condense.

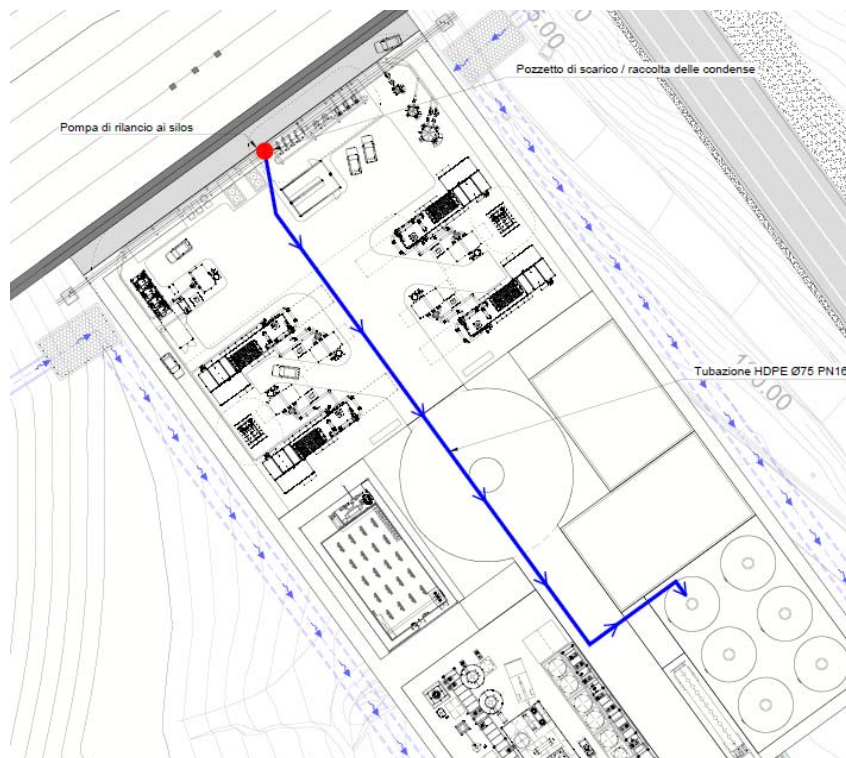
### Schema regolazione Nodi E e O rete di trasporto



**Schema funzionale Centrale estrazione biogas**

Ad integrazione del progetto è stata prodotta una nuova tavola, la **IMP-EG-070**, che specifica il percorso della linea di scarico dei condensati dal punto di rilancio (pozzetto rappresentato nella figura precedente) fino ai silos di stoccaggio dei percolati.

Si seguito si allega un estratto di tale tavola



**Estratto tavola IMP-EG-070**

### 3.16.5. POTENZIAMENTO DELLA RETE DI RACCOLTA DEL BIOGAS

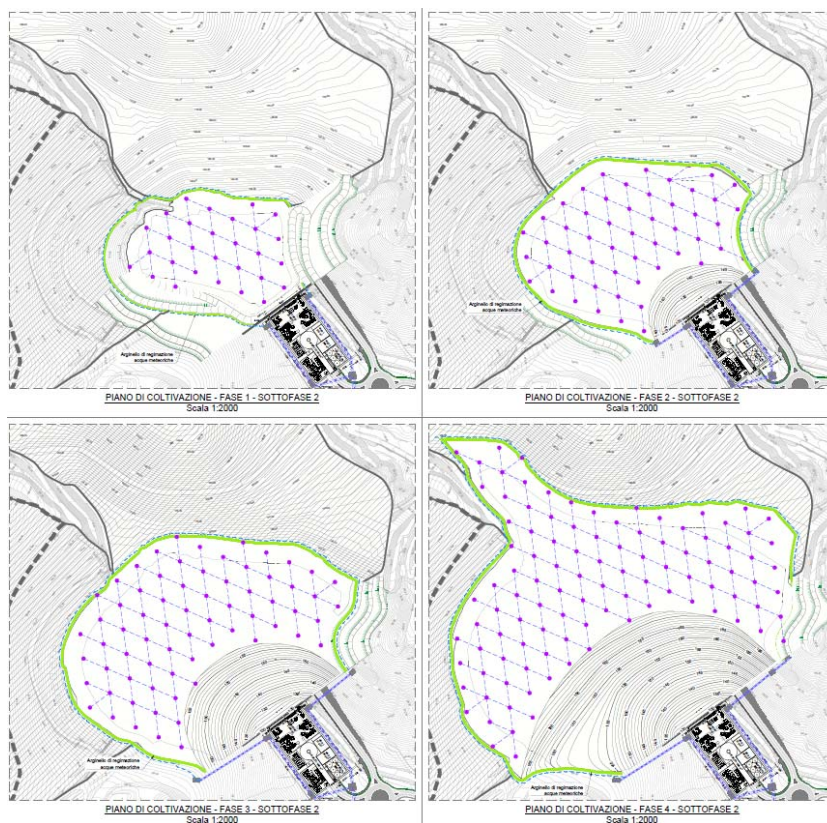
Si prevede la realizzazione, in fase di coltivazione, di dreni sub-orizzontali all'interno dei singoli moduli dei vari lotti per aumentare l'efficienza di captazione. Tale aspetto era stato evidenziato nella relazione specialistica biogas **GBG-RT-010** nella quale si precisava che la tipologia costruttiva del "dreni" sarebbe stata la stessa adottata fino ad ora nella normale coltivazione quotidiana della discarica. Questa precisazione era dovuta al fatto che l'attività di costruzione di tali dreni era più affine ad una gestione ordinaria dei piani di coltivazione piuttosto che ad un progetto di costruzione di un impianto biogas. Lo stesso concetto era stato applicato anche per lo sviluppo dei pozzi di captazione e per lo spostamento frequente delle dotazioni di trasporto secondario. Per tali motivazioni si riteneva che tali attività trovassero maggiore riscontro nel Piano di Gestione Operativa (PGO).

In ogni caso si conferma che, per migliorare l'efficienza di captazione del biogas e del percolato, si prevede di proseguire nella realizzazione di dreni sub-orizzontali che metteranno in comunicazione gli strati drenanti verticali presenti intorno ai pozzi di captazione.

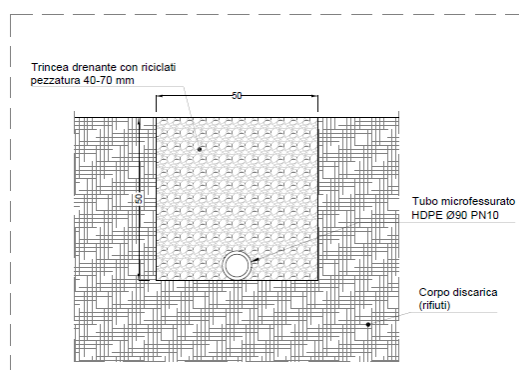
I dreni sub-orizzontali andranno a costituire una maglia di collegamento fra i pozzi verticali di estrazione del biogas, riducendo, di fatto, il fenomeno della migrazione del gas verso la superficie della discarica ed aumentando, pertanto, il quantitativo di biogas di buona qualità (APC) intercettato ed avviato alla valorizzazione energetica.



Per meglio sviluppare questo concetto è stata prodotta una nuova tavola (**GBP-EG-070**) che rappresenta la planimetria della rete romboidale integrativa di dreni sub-orizzontali e la sezione tipica del dreno composto da una trincea in scavo con dimensioni 50x50 cm riempita di materiali riciclati con pezzatura 40/70 mm. Il deflusso dei percolati sarà coadiuvato da una tubazione in HDPE De90 PN10 microfessurata.



**Estratto nuova tavola GBP-EG-070**



**SEZIONE TIPO**  
**DRENI ORIZZONTALI DI POTENZIAMENTO DELLA**  
**RETE DI CAPTAZIONE DEL BIOGAS**  
Scala 1:10

**Particolare nuova tavola GBP-EG-070**

I pozzi costruiti in elevazione, combinati con i dreni, svolgeranno anche la preziosa funzione di favorire il flusso dei percolati al fondo degli invasi e quindi al sistema di collettamento dei

percolati; senza questo sistema nel corso della coltivazione le infiltrazioni meteoriche raggiungerebbero i dreni orizzontali, saturandoli, privandoli di efficienza e causando le problematiche paventate dal Settore Rifiuti nei successivi punti del contributo. Belvedere Spa ritiene quindi preferibile proseguire con la realizzazione dei pozzi verticali in corso d'opera.

Pertanto Belvedere Spa ritiene preferibile proseguire con la realizzazione dei pozzi verticali di drenaggio del biogas in corso d'opera, secondo le **modalità gestionali ormai consolidate** che sono e faranno parte del patrimonio gestionale degli operatori di Belvedere Spa.

### 3.17. 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.

Il contributo del **Comando Vigili del Fuoco – Pisa** - Prot. Regione Toscana AOOGR - 0421452 del 13/09/2023, esprime ..... ***parere favorevole all'attuazione di quanto proposto in progetto, a condizione che i lavori/adeguamenti previsti siano eseguiti in conformità a quanto complessivamente illustrato nella documentazione tecnica allegata alla stessa istanza (ed eventuali integrazioni), e nel rispetto delle vigenti norme e criteri tecnici di sicurezza ancorché non espressamente richiamati negli elaborati.***

### 3.18. 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.

### 3.19. VIABILITA' E AREE SERVIZI

La configurazione dell'impianto prevede, nella parte bassa, l'impiego di un unico ufficio accettazione rifiuti a servizio sia della discarica sia dell'impianto di trattamento meccanico biologico-aerobico (TMB) e posto in corrispondenza dell'accesso all'area.

L'accesso all'area accettazione bassa della discarica avviene tramite la Strada Provinciale "Delle Colline di Legoli", successivamente la Strada "Comunale per Monti" fino alla Strada privata della ex Tenuta La Cerbana, che consente l'ingresso alla proprietà Belvedere Spa.

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 elaborato **IEV-RT-010** e **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.

### **3.19.1. 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**).

### **3.19.2. ACCETTAZIONE BASSA – NUOVO CENTRO SERVIZI CENTRALIZZATO**

Per coltivare i lotti bassi sarà realizzata una nuova struttura (vedi elaborati **AUS-RT-010, AUS-AL-010 / 020** e **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

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

Per accedere alle aree di coltivazione verranno realizzate sulla copertura della discarica delle piste interne provvisorie che verranno smantellate una volta esaurita la loro funzione.

I mezzi impiegati per il conferimento dei rifiuti saranno prevalentemente bilici con rimorchio allestito walking-floor gran-volume (circa 60 m<sup>3</sup>) al fine di ottimizzare la movimentazione dei rifiuti e di ridurre l'incidenza del costo di trasporto; una parte del conferimento di tali rifiuti, relativa alla raccolta dei RU nei Comuni limitrofi, continuerà ad essere effettuata con compattatori da circa 18÷22 m<sup>3</sup>.

I flussi in uscita dall'impianto TMB e provenienti dalla selezione e trattamento meccanico biologico aerobico dei rifiuti indifferenziati, saranno trasportati in discarica per mezzo di bilici trainati da trattori stradali con due assi a trazione continua e/o dumper da cantiere, usando la viabilità interna presente.

In base alle tipologie di rifiuti autorizzate i mezzi di conferimento potranno anche essere autotreni o motrici con allestimento scarrabile ovvero bilici con ribaltamento posteriore o laterale.

### **3.19.3. 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 (vedi elaborati **AUS-RT-010**, **AUS-AL-020** e **Tavole AUS-EG-080**).

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.

### 3.20. MESSA IN POSTO DEI RIFIUTI – PIANO DI COLTIVAZIONE

Si precisa che, tenendo conto che Belvedere Spa richiede in questa fase del procedimento, l'autorizzazione di un **primo lotto di gestione (Lotto 1)**, nella revisione dei vari elaborati presentati la gestione dei vari strati di coltivazione della discarica è stata suddivisa in **Fasi e SottoFasi** per evitare confusioni tra i termini utilizzati; in tal senso sono presentate:

- le tavole da **CL1-EG-011 a CL1-EG-160** inerenti la **coltivazione del primo lotto (Lotto 1)**, fino alla **Fase 4 – Sottofase 2**.

La coltivazione della discarica avverrà procedendo da valle verso monte per Fasi e SottoFasi di coltivazione delimitate dai gradoni ricavati dalla preparazione del fondo.

Una volta costruito lo sbarramento di valle e completata la preparazione della Fase1/Sottofase1, potrà iniziare la coltivazione; durante la coltivazione inizieranno i lavori di allestimento e costruzione della Fase1/Sottofase2, e così via (vedi **Tavole da CL1-EG-011 a CL1-EG-160**).

La stabilità morfologica dell'insieme rifiuti/terreno e dei singoli strati di coltivazione è stata verificata (vedi elaborato **CL1-AL-012**) e risulta garantita nelle condizioni di progetto.

Per raggiungere le quote più alte di coltivazione, si realizzeranno, al bisogno, piste interne provvisorie che si svilupperanno sulle coperture dei vari moduli di discarica e che verranno smantellate una volta esaurita la loro funzione.

La viabilità alta esistente sarà utilizzata per le fasi finali di coltivazione, i livellamenti, le coperture finali ed il ripristino ambientale.

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
- coperture 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 della Fase1/Sottofase1 della discarica in progetto.

### 3.20.1. STRATI DI COLTIVAZIONE

Per la coltivazione dello strato si opererà al fine di contenere il più possibile le superfici di rifiuti esposti.

Si prevede, pertanto, di coltivare le Fasi/SottoFasi per Moduli di piccole dimensioni (circa 3.000 mq) che verranno delimitati da arginelli in argilla di forma trapezoidale; il fronte di coltivazione temporaneo avrà pendenza tale da garantirne la stabilità, con inclinazione non superiore al 30-40%.

Le acque pluviali che ricadranno fuori dal Modulo saranno convogliate nel reticolo delle acque meteoriche. La coltivazione verrà eseguita mantenendo sempre una pendenza verso i versanti laterali Est ed Ovest, nonché una pendenza longitudinale verso valle; in tal modo si avrà sempre la certezza che le acque pluviali saranno allontanate dal corpo discarica.

### 3.20.2. Fase1/SottoFase1 di coltivazione

Per eseguire il primo strato (Fase1/SottoFase1) risulterà necessario realizzare i principali lavori di approntamento previsti alla base della discarica che saranno sviluppati come segue (vedi **Tavola FOP-EG-010-fasi-operative** e **CP1-EG-010-lotto-1-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 saranno inoltre 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

### **3.20.3. Coltivazione area intorno ai pozzi e/o in adiacenza alle scarpate impermeabilizzate**

Una volta preparato il fondo e verificato il corretto funzionamento delle pompe si potrà iniziare lo scarico dei rifiuti. A tal fine si posizionerà un battiruota sul limite della piazzola di scarico e si potrà iniziare lo scarico dei rifiuti.

In corrispondenza delle scarpate impermeabilizzate verranno impiegati pneumatici fuori uso a protezione della geomembrana ed anche con funzione di sostegno dello strato drenante su superfici a forte acclività. La scarpata verrà protetta con gli PFU posandoli affiancati, senza soluzione di continuità, e subito riempiti con ghiaia. Lo spessore dei copertoni deve essere inferiore a 30 cm e al di sopra sarà posto lo strato di ghiaia (spessore 50cm) che garantisca sempre il drenaggio verso il basso.

I rifiuti saranno distribuiti a strati orizzontali per tutta la superficie di coltivazione, e costipati mediante compattatore.

Quando si arriva in corrispondenza dell'argine e del gradone interno si poserà in opera lo strato di ghiaia nello spazio compreso fra rifiuti e geomembrana.

Particolare attenzione andrà posta in corrispondenza dei pozzi di sollevamento del percolato o di captazione del biogas.

Lo strato di ghiaia da posare intorno ai pozzi deve essere di almeno in metro di spessore.

Man mano che ci si alza in quota con i rifiuti si procederà a prolungare i pozzi di captazione del biogas. Il rialzamento avverrà predisponendo delle gabbie circolari in rete elettrosaldata all'interno delle quali si posizionerà il tubo microfessurato e la ghiaia.

Giornalmente, a fine turno di lavoro, il fronte dei rifiuti verrà coperto con compost fuori specifica o materiale idoneo di pari efficacia.

### **3.20.4. Coltivazione dei moduli interni alle Fasi/SottoFasi**

Come detto i Moduli avranno superfici contenute e saranno delimitati da arginelli realizzati in argilla compattata; in questo modo le acque ricadenti sulla superficie esterna saranno separate come acque pluviali.

Prima di iniziare la coltivazione bisognerà asportare lo strato di copertura temporanea in modo da garantire l'infiltrazione delle acque di percolazione verso il fondo.

Lo spessore del Modulo di coltivazione sarà mediamente di circa 7m; riempito il Modulo si procederà con il livellamento delle superfici con FOS, in modo da dare la corretta pendenza di scolo delle acque di ruscellamento superficiale, prima della chiusura temporanea con uno strato di argilla per uno spessore di 30-50 cm.

### **3.20.5. OTTIMIZZAZIONE DELLA CAPTAZIONE DEL BIOGAS**

Per migliorare l'efficienza di captazione del biogas, si prevede di realizzare dreni sub-orizzontali che metteranno in comunicazione gli strati drenanti verticali presenti intorno ai pozzi di captazione.

I dreni sub-orizzontali andranno a costituire una maglia di collegamento fra i pozzi verticali di estrazione del biogas, riducendo, di fatto, il fenomeno della migrazione del gas verso la superficie della discarica ed aumentando, pertanto, il quantitativo di biogas di buona qualità ( $\text{CH}_4 > 35\%$ ) intercettato ed avviato alla valorizzazione energetica.

I dreni verranno realizzati grazie alla posa in opera di uno strato di ghiaia dello spessore di circa 50 cm e della larghezza di circa 50 cm, alla cui base sarà posizionato un tubo in HDPE fessurato; la lunghezza di questi drenaggi dipenderà dalla distanza tra i due pozzi.

### 3.20.6. COPERTURA DEFINITIVA

Raggiunte le quote di colmatazione finale della discarica, si dovrà eseguire la copertura temporanea che durerà per un periodo di circa 24 mesi; durante i primi anni si registrano, infatti, i cedimenti più significativi coincidenti con la fase di maggiore attività fermentativa dei rifiuti smaltiti.

Successivamente si procederà ad eseguire la copertura definitiva, realizzata come indicato nelle **Tavole da CL1-EG-011 a CL1-EG-160** e secondo le modalità operative indicate nell'elaborato **PGO-RT-012**.

La copertura definitiva di progetto è stata integrata con la posa in opera di rivestimento impermeabile superficiale (vedi **Tavola PAR-EG-085-particolare-A**) e sarà realizzata nel seguente modo:

- livellamento dei rifiuti affioranti, con uno strato di FOS (EER 190501 - 190503) ovvero altro materiale idoneo e successiva rullatura.
- stesa di un primo strato drenante dello spessore di 30 cm circa costituito da ghiaia pezzatura 40/70mm
- posizionamento di tubi microfessurati in HDPE tipo PN10 De 90mm, collegati al sistema di captazione del biogas superficiale;
- completamento della stesa di ghiaia fino ad arrivare allo spessore di circa 50 cm
- stesa di un foglio di geotessuto da 400 gr/mq
- posa in opera di geocomposito bentonitico
- posa in opera di uno strato minerale compattato dello spessore di 50 cm con permeabilità  $k \leq 10^{-8}$  m/s
- posa in opera di geocomposito drenante accoppiato a due strati in geotessile avente funzione di separazione, filtrazione e protezione
- posa in opera di uno strato superficiale di copertura per uno spessore di almeno 1 m di cui almeno 0,3 m costituente lo strato edificio e formato da terreno vegetale

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 - Fase 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 **CL1**.



Nelle **Tavole PAR-EG-075 / 085** è stato riportato lo strato di rivestimento impermeabile superficiale di integrazione dello strato minerale dando evidenza che il geocomposito bentonitico posto al di sopra dell'argilla non è a diretto contatto con il dreno superficiale e quindi, essendo isolato e confinato, può esplicare correttamente la funzione di impermeabilizzazione (vedi **Tavola PAR-EG-075 - Particolare A**).

Il cronoprogramma dei lavori di realizzazione delle coperture definitive della **Legoli 3** è già stato riportato nell'elaborato **CP1-EG-010**.

Per rispondere alla duplice richiesta del Settore Autorizzazione Rifiuti (**tempi e coperture finanziarie**) gli interventi di realizzazione delle **coperture finali di Legoli 2 e Legoli 3** sono stati esplicitamente riportati nell'**Allegato 3** dell'elaborato **PF1-RT-010-lotto-1-Piano Economico Finanziario**), dove la voce **copertura finale** è stata disaggregata e integrata con una dicitura che definisce la **localizzazione delle superfici interessate che sono già state illustrate nelle tavole grafiche di riferimento**, suddivise per le diverse **Fasi/SottoFasi** di intervento; in tal senso vedi **Tavole da CL1-EG-011 a CL1-EG-110**.

I **tempi** previsti dal cronoprogramma sono stati **realisticamente correlati** alle superfici di intervento dei vari Lotti/Fasi e sono **coerenti** con quanto previsto dal Piano Finanziario.

Per quanto attiene la fase più impegnativa, cioè quella del 2038 che prevede circa 14 mln di lavori, l'entità dell'intervento è stata **correlata in termini areali/volumetrici e cronologici**, per valutarne la **fattibilità tecnica ed economica** e considerare i relativi **impatti**.

Per quanto attiene la **fattibilità tecnica**, come risulta dal **PF1-RT-010-lotto-1-Piano Economico Finanziario – Allegato 3**, la parte più impegnativa dei lavori riguarda la movimentazione, in un anno solare, di circa **150.000 m3 di terre**.

In tal senso si rileva che la **capacità operativa** di Belvedere Spa e delle ditte che operano sull'impianto risulta **ben superiore a quanto richiesto**.

Si evidenzia infatti che, facendo riferimento ai **dati della pregressa gestione pluridecennale dell'impianto**, la messa in campo di **1 squadra** costituita da **1 escavatore** da 40 tonn per le attività di scavo, **2 dumper** per il trasporto delle terre e **2 ruspe** da 30 tonn per il loro stendimento, può essere garantita una produzione media di circa **1.200 m3/giorno**.

Pertanto, come già sperimentato nel corso della pregressa gestione pluridecennale dell'impianto, l'utilizzo di **2 squadre** aventi la stessa composizione potrà consentire, senza alcuna interferenza tra le stesse, una produzione media di circa **2.400 m3/giorno** e garantire la realizzazione dei lavori in circa 65 giorni lavorativi, corrispondenti a circa **78 giorni consecutivi**.

Si rileva quindi che la possibilità di completare gli interventi programmati **entro un anno solare** risulta **ampiamente verificata**.

Per quanto attiene la **fattibilità economica**, come risulta dal **PF1-RT-010-lotto-1-Piano Economico Finanziario – Allegato 6**, si evidenzia che già nel **2035**, cioè al termine dei conferimenti, **saranno stati introitati i ricavi destinati a coprire**, 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 quelli di post-chiusura; pertanto **non si rilevano problematiche di tipo economico** per la realizzazione degli interventi previsti.

Infine, per quanto attiene la tematica **ambientale**, gli impatti relativi sono già stati debitamente considerati; in tal senso vedi elaborato **SMD-RT-010-studio-meteo-diffusionale-giu23**.

### 3.20.7. VERIFICHE DI STABILITA'

#### 3.20.7.1. VERIFICHE DI STABILITA' GLOBALI E LOCALI

Sulla morfologia finale di progetto sono state eseguite le necessarie **Verifiche di stabilità globali e locali** (vedi elaborato **CL1-AL-012**) 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.

Per le verifiche di stabilità globale allo stato finale è stato considerato un battente di percolato di 1,50 m dal fondo scavo (vedi **CL1-AL-012**) e sono state verificate la fase intermedia e la fase finale di gestione della discarica

Le verifiche di stabilità del pacchetto di sponda sono riportate nel **Paragrafo 9.4** dell'elaborato **CL1-AL-012**.

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;
- le verifiche di stabilità globale della paratia e le verifiche locali dei gradoni in sinistra e destra idraulica risultano soddisfatte ottenendo dei fattori di sicurezza uguali o superiori ai limiti di normativa (1,10 in combinazione statica e 1,20 in combinazione sismica);
- le verifiche di stabilità del pacchetto di copertura e di sponda risultano soddisfatte ottenendo dei fattori di sicurezza uguali o superiori ad 1. Ai fattori di sicurezza sono stati applicati i coefficienti parziali per le resistenze (1,10 in combinazione statica e 1,20 in combinazione sismica).

#### 3.20.7.2. VERIFICHE DI STABILITA' DEI VERSANTI

Nell'elaborato **PDC-AL-021** sono state eseguite le verifiche di stabilità globali di versante allo stato attuale e allo stato di progetto. Queste verifiche sono state eseguite lungo le 2 sezioni ritenute le più significative dal punto di vista geomorfologico; in particolare:

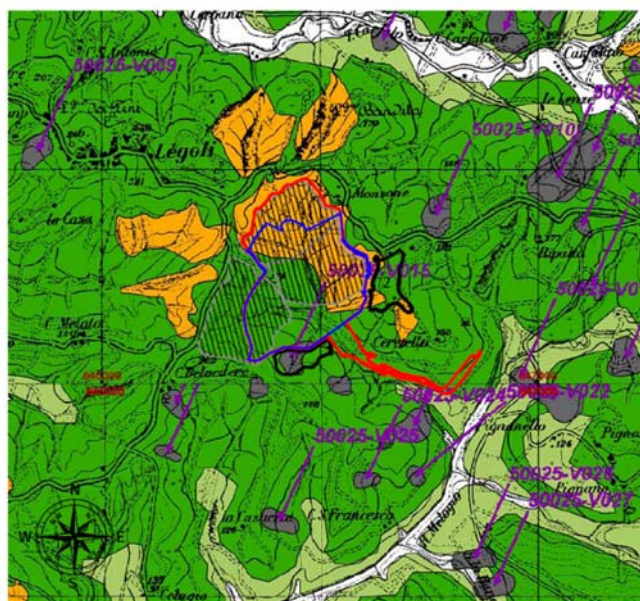
- la sezione A-A è risultata la più significativa nelle condizioni attuali, per la maggiore acclività del versante;
- la sezione B-B è risultata la più significativa nelle condizioni di progetto, per gli scavi conseguenti all'approntamento del fondo della discarica.

Le verifiche sono state eseguite a breve termine (in condizioni non drenate) in quanto gli scavi saranno stabilizzati al piede mediante la messa in posto dei rifiuti, in combinazione statica e sismica, nello stato attuale e di progetto.

Tutte le verifiche eseguite hanno fornito valori del fattore di sicurezza maggiori di 1, di conseguenza le verifiche si ritengono soddisfatte.

### **3.20.7.3. INTERFERENZA DELLE AREE DI INTERVENTO CON LE AREE PAI**

Per quanto riguarda le interferenze delle aree di intervento con le aree PAI, si precisa che sono state evidenziate nell'elaborato **SIA-RT-010-studio-impatto-ambientale (Appendici 7 – 8 – 9)**. Premesso quanto sopra, le cartografie esaminate hanno consentito di rilevare che l'area interessata dagli interventi risulta, in parte, inclusa nelle aree individuate e perimetrate con la sigla **P.F.3** (Pericolosità geomorfologica elevata) e per la maggior parte inclusa nelle aree classificate con la sigla **P.F.2** (Pericolosità geomorfologica media) rappresentate nella carta della "Perimetrazione delle aree con pericolosità da fenomeni geomorfologici di versante" in vigore con il D.P.C.M. 6 maggio 2005 "Approvazione del piano di bacino del fiume Arno, stralcio assetto idrogeologico" e s. m. e i. (vedi **Figura 3.20/1**).



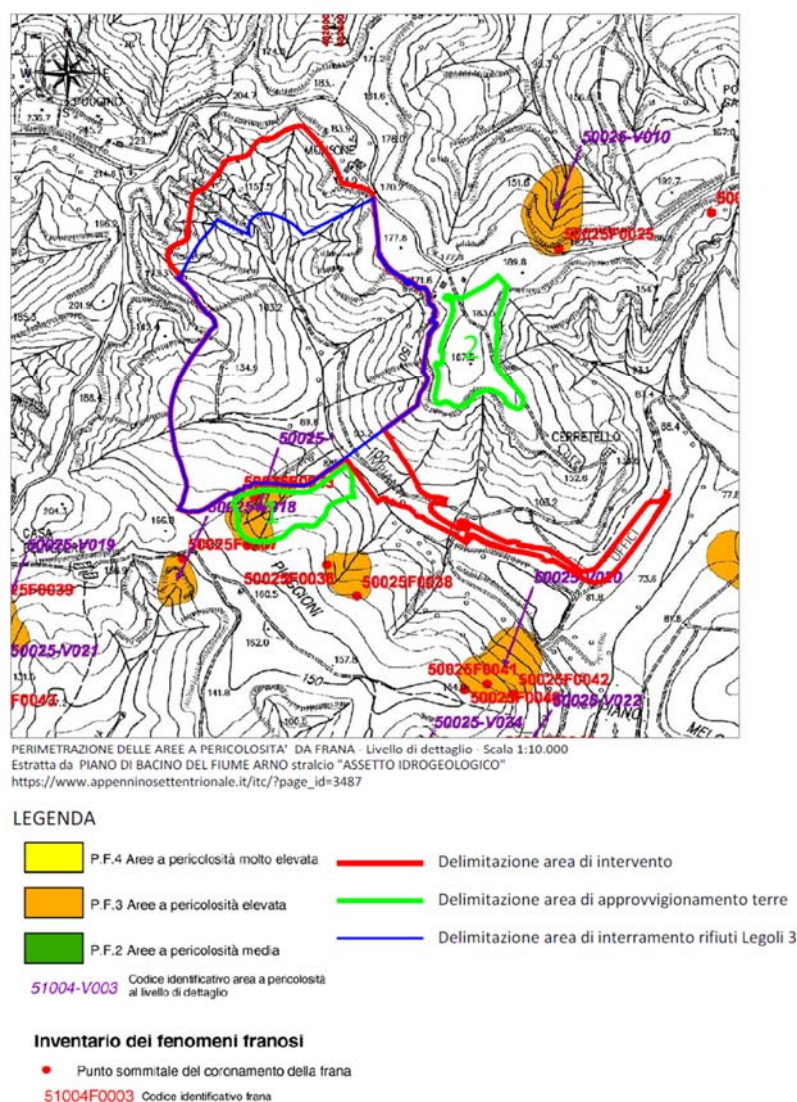
PERIMETRAZIONE DELLE AREE CON PERICOLOSITA' DA FENOMENI GEOMORFOLOGICI DI VERSANTE - Livello di sintesi - Scala 1:25.000  
Estratta da BACINO DEL FIUME ARNO STRALCIO "ASSETTO IDROGEOLOGICO"  
[https://www.appenninoseptentrionale.it/itc/?page\\_id=3487](https://www.appenninoseptentrionale.it/itc/?page_id=3487)

#### LEGENDA

- P.F.3 Aree a pericolosità elevata
- P.F.2 Aree a pericolosità media
- P.F.1 Aree a pericolosità moderata
- Ambito spaziale all'interno del quale la pericolosità è individuata su cartografia di dettaglio alla scala 1:10.000
- Codice identificativo area a pericolosità al livello di dettaglio
- Delimitazione area di intervento
- Delimitazione aree di approvvigionamento terre
- Delimitazione area di interrimento rifiuti Legoli 3
- Area di interrimento rifiuti Legoli 1 e Legoli 2

**Figura 3.20/1**

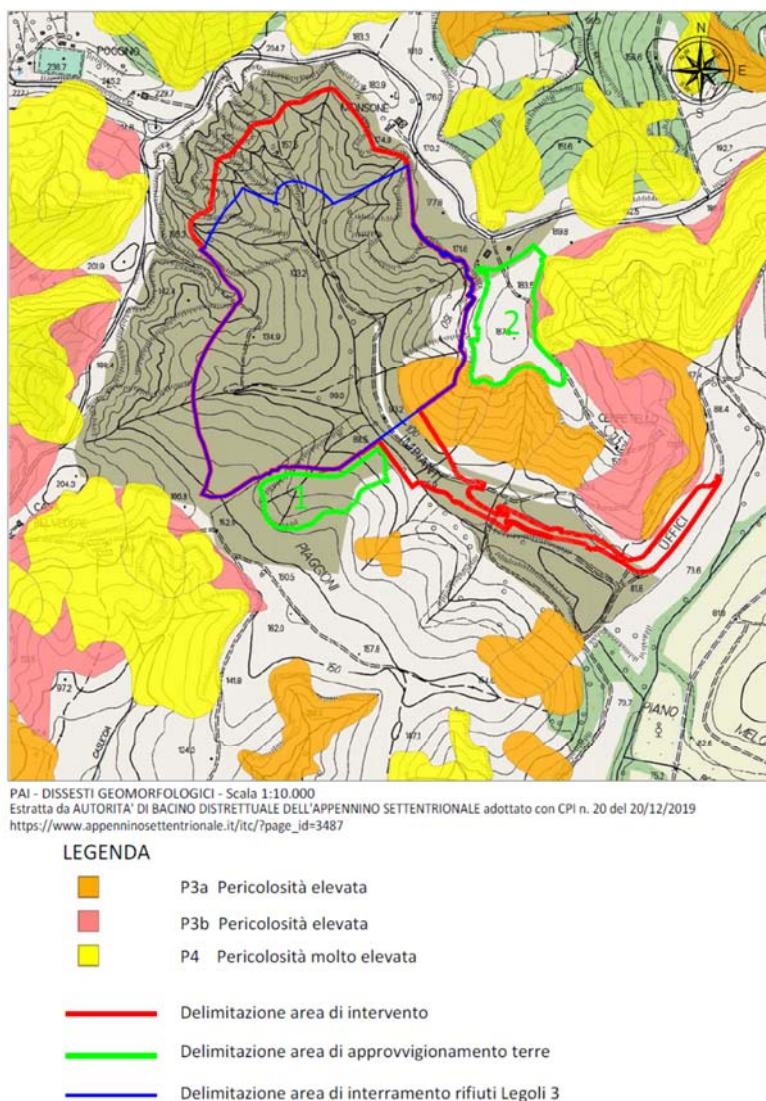
In **Figura 3.20/2** è riportato il livello di dettaglio delle aree a pericolosità da frana individuate nella cartografia estratta dallo stesso piano; dall'esame della cartografia si rileva che in **tutta l'area interessata dagli interventi in progetto non sono presenti fenomeni franosi**, come è stato confermato dal rilevamento geomorfologico di dettaglio riportato in **Figura 3.20/4**.



**Figura 3.20/2**

La stessa area è individuata nella cartografia del “Progetto di Piano di bacino del distretto idrografico dell’Appennino Settentrionale, stralcio Assetto Idrogeologico per la gestione del rischio da dissesti di natura geomorfologica” relativo al territorio dei bacini del fiume Arno, del fiume Serchio e dei bacini della Toscana. Il progetto di Piano è stato adottato con delibera della Conferenza Istituzionale Permanente n. 20 del 20 dicembre 2019. Ai sensi del suddetto piano (vedi **Figura 3.20/3**) una modesta parte dell’area di intervento (sul fianco sinistro della vallecchia) ricade in aree individuate e perimetrate con la sigla **P3a** (Pericolosità geomorfologica elevata).

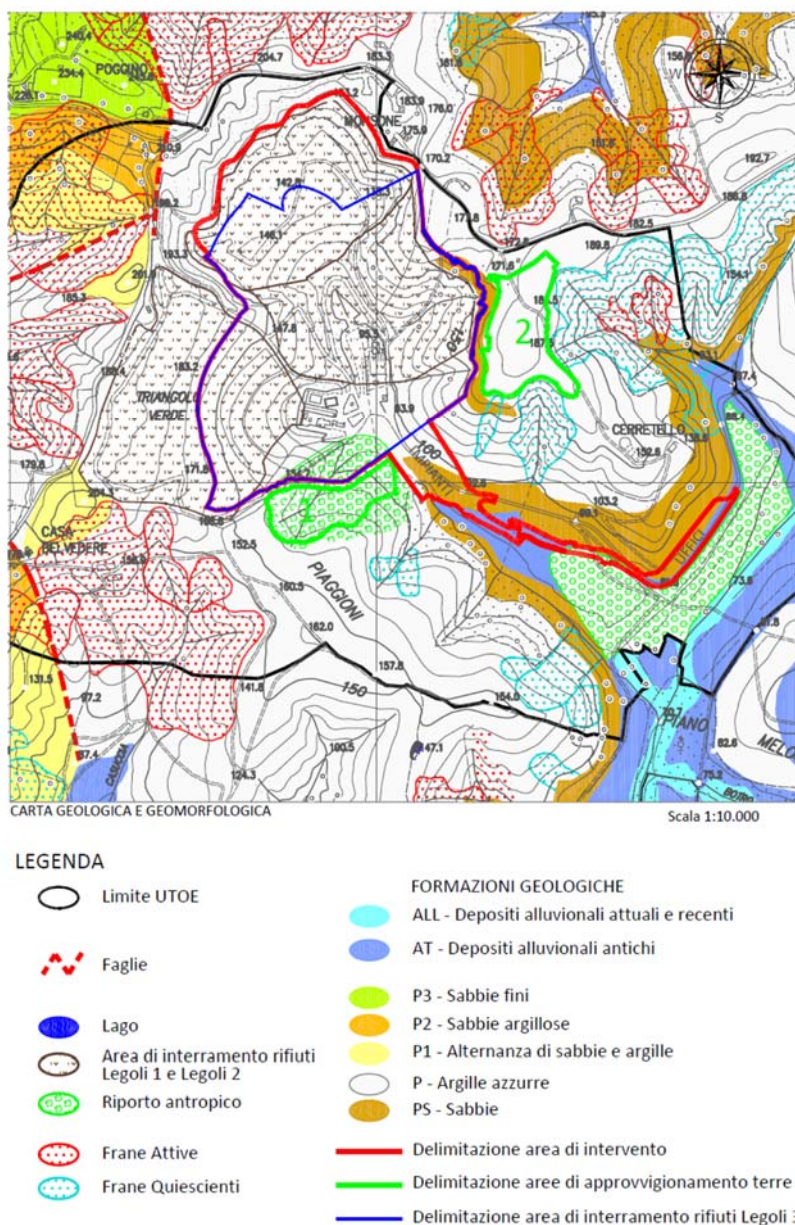




**Figura 3.20/3**

Come si evince dall'esame delle cartografie dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale, **tutta l'area di intervento non è interessata da frane attive, movimenti gravitativi e/o processi morfologici superficiali che potrebbero compromettere l'integrità della discarica**, come è stato confermato dal rilevamento geomorfologico di dettaglio riportato in **Figura 3.20/4**.



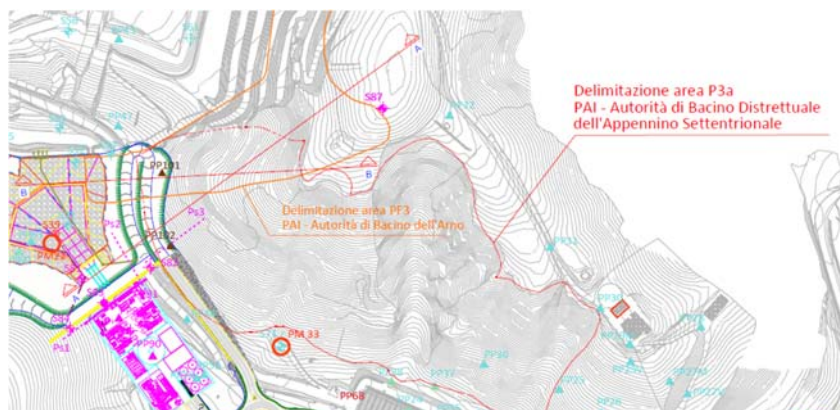


**Figura 3.20/4**

Premesso quanto sopra, nell'area di intervento è stato eseguito un rilievo planoaltimetrico di dettaglio che permette di apprezzare la morfologia dell'area in rapporto anche allo stato dell'attuale discarica, sia per quanto concerne i rifiuti in corso di stoccaggio che per la futura area di intervento; su questo rilievo è stata riportata la delimitazione dell'area individuata con Pericolosità **P.F.3** della cartografia di sintesi (scala 1:25.000) dell'Autorità di Bacino del Fiume Arno (vedi **Figura 3.20/5**).

Nella stessa base cartografica è stata riportata la delimitazione dell'area classificata a Pericolosità **P3a** della cartografia Dissesti Geomorfologici della Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale (si deve chiaramente tenere conto del potenziale errore derivante dalle diverse scale e dalla conseguente trasposizione grafica dalle cartografie di base

dell'Autorità di Bacino al rilievo planoaltimetrico di dettaglio, errore che comunque non inficia le successive analisi).

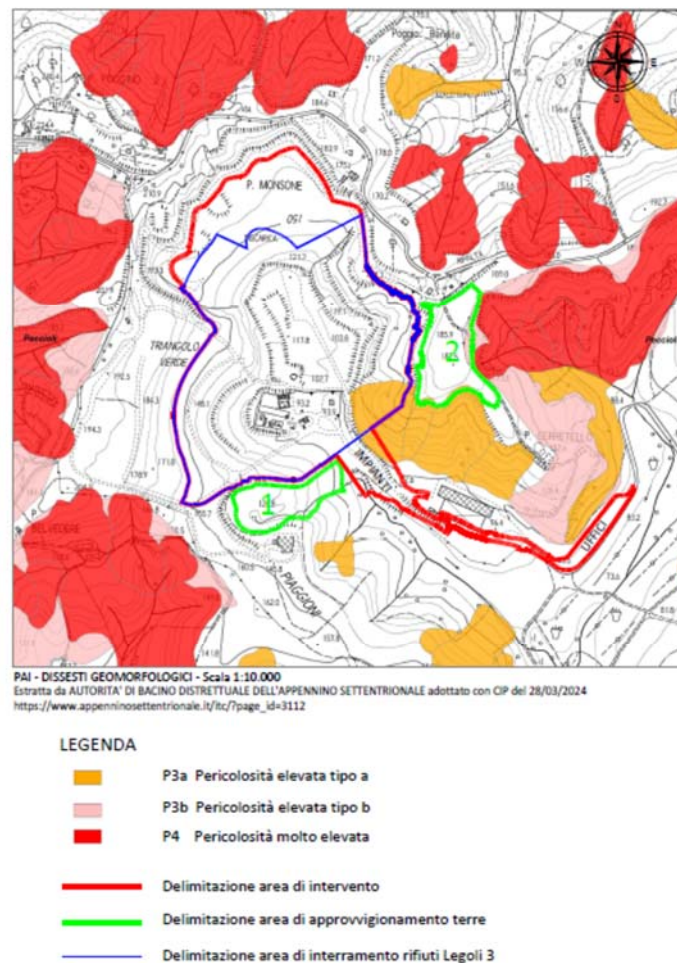


**Figura 3.20/5**

Come si evince dal rilievo planoaltimetrico, nell'area interessata dal progetto in corso di gestione (Legoli 2 ) sono stati eseguiti scavi e regimate le acque meteoriche e pertanto non sono più presenti aree di instabilità.

Nel presente progetto (Legoli 3) l'area impegnata dall'interramento controllato, in ampliamento, interessa sul fianco sinistro della valle, da un punto di vista più strettamente geomorfologico, una modesta instabilità dovuta all'accumulo di materiale colluviale proveniente dal dilavamento delle parti sommitali o comunque a quote superiori. Tali masse, aventi comunque spessori limitati, mai superiori ai 2÷4 m, si trovano in condizioni limite di stabilità e parti di esse tendono a scivolare a valle specie dopo periodi atmosferici sfavorevoli; tale area corrisponde a quella individuata nelle cartografie dell'Autorità di Bacino come avente pericolosità **P.F.3** e/o **P3a**.

Tenuto conto che la presente relazione viene presentata a Maggio 2024 si è ritenuto di fare riferimento anche all'adozione con Deliberazione n. 39 del 28.03.2024 della Conferenza Istituzionale Permanente dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale del **Piano di bacino stralcio Assetto Idrogeologico del distretto idrografico dell'Appennino Settentrionale per la gestione del rischio da dissesti di natura geomorfologica (PAI dissesti)**, il quale come si può constatare dalla cartografia riportata in **Figura 3.20/6** non rileva difformità rispetto a quanto già riportato nella **Figura 3.20/3**, cartografia di riferimento al momento della presentazione del Progetto e non introduce elementi sostanziale dal punto di vista normativo.



**Figura 3.20/6**

In relazione a tali depositi si evidenzia quanto già riportato negli elaborati presentati (vedi **GEO-RT-010-relazione-geologica, Paragrafi 3.1 – 7.3 – 7.6**),

*..... lo spessore delle coltri detritiche, limitato alla parte più superficiale del versante sinistro, dovrà essere adeguatamente rilevato durante l'esecuzione dei lavori e valutata l'opportunità di una sua **completa asportazione** e conferimento a valle del materiale di risulta che potrà essere poi utilizzato per le coperture dei rifiuti.*

Premesso quanto sopra, al fine di verificare la stabilità del versante, in condizioni attuali e di progetto, sono state individuate le due sezioni più problematiche dal punto di vista attuale o di progetto; in particolare (vedi **Figura 3.20/5**):

- la sezione A-A è risultata la più significativa nelle condizioni attuali, per la maggiore acclività del versante;
- la sezione B-B è risultata la più significativa nelle condizioni di progetto, per gli scavi conseguenti all'approntamento del fondo della discarica.

Sotto il profilo litologico, la formazione pliocenica, che costituisce il substrato si presenta come un "Limo con argilla debolmente sabbioso", di colore grigio e di elevata consistenza (vedi **GEO-RT-010-relazione-geologica**).



Le analisi di plasticità eseguite sui campioni di terreno prelevati (vedi Allegato **GEO-AL-050**) hanno fornito il seguente campo di valori:

- Limite di liquidità       $w_L$       = 34-49 %
- Indice di plasticità       $I_p$       = 15-27 %

Il **contenuto d'acqua** allo stato naturale ( $w$ ) è risultato mediamente pari al 18,5 %, valore **prossimo al limite di plasticità** di questi terreni e indicativo di un elevato grado di consistenza, come risulta anche dal valore elevato del peso di volume medio ( $\gamma = 20,5 \text{ kN/m}^3$ ).

I **valori massimi di permeabilità** stimati con le prove in sito sono dell'ordine di  $10^{-7} \div 10^{-8} \text{ cm/sec}$ ; mentre i valori di permeabilità rilevati sui campioni indisturbati risultano tutti molto bassi, dell'ordine dei  $10^{-8} \div 10^{-9} \text{ cm/sec}$  (vedi Allegato **GEO-AL-050**).

Visti la litologia e i valori di permeabilità del substrato e la accertata assenza di una falda (vedi **GEO-RT-010-relazione-geologica, Paragrafo 3.3**)

*..... Nell'area di progetto, interessata dall'interramento controllato dei rifiuti, totalmente argillosa, non si sono rilevati litotipi a granulometria tale da poter ospitare falde acquifere di un qualche rilievo; non si notano infatti né sorgenti, né emergenze, né livelli che possano mettere in comunicazione l'interno della discarica con l'esterno.*

#### e **GEO-RT-010-relazione-geologica, Paragrafo 5 - IDROGEOLOGIA DEL SITO**

*..... Durante le operazioni di sondaggio non è stato notato alcun indizio della presenza di acqua nel sottosuolo né durante l'attuale né durante le precedenti campagne geognostiche ed inoltre i campioni prelevati hanno evidenziato, all'osservazione di campagna, uno scarso grado di umidità naturale.*

*Anche i controlli effettuati nel corso degli anni durante la gestione dell'impianto hanno permesso di escludere qualunque fenomeno di circolazione idrica sotterranea.*

Le verifiche di stabilità sono state tutte prodotte in **assenza di falda**.

Tenuto conto di quanto sopra, si evidenzia inoltre che nel caso delle argille azzurre plioceniche (prive di falda e praticamente impermeabili), nelle previste condizioni di progetto, non ha senso parlare di condizioni a lungo termine drenate in quanto, anche volendo considerare questa eventualità, l'acqua contenuta nelle argille plioceniche è solo **umidità naturale** che **non ha modo di essere rilasciata** perché siamo in presenza di argille sovraconsolidate con valori di umidità prossimi al limite di plasticità.

E comunque, anche **in ipotesi non condivisa** che si possano instaurare condizioni drenate, la velocità di dissipazione delle pressioni neutre risulterebbe condizionata dal valore di conducibilità idraulica delle argille e, tenendo conto che le prove in sito hanno fatto registrare valori **massimi** di conducibilità idraulica di  $10^{-7} \text{ cm/s}$ , solamente per drenare i primi 10cm sarebbero necessari  $10^8 \text{ s}$ , equivalenti a 1.157 giorni (più di 3 anni).; pertanto le condizioni di dissipazione delle pressioni neutre, con i tempi previsti per il riempimento della discarica, e di conseguente stabilizzazione al piede dei versanti, non potrebbero essere raggiunte.

Infine, per quanto attiene lo strato superficiale che risente delle variazioni di saturazione stagionali, si ricorda che i lavori di approntamento sulle scarpate prevedono la **rimozione dello strato naturale alterato** raggiungendo il substrato delle argille azzurre compatte che non

possono risentire, con i tempi previsti per il riempimento della discarica, della variazione di saturazione stagionale.

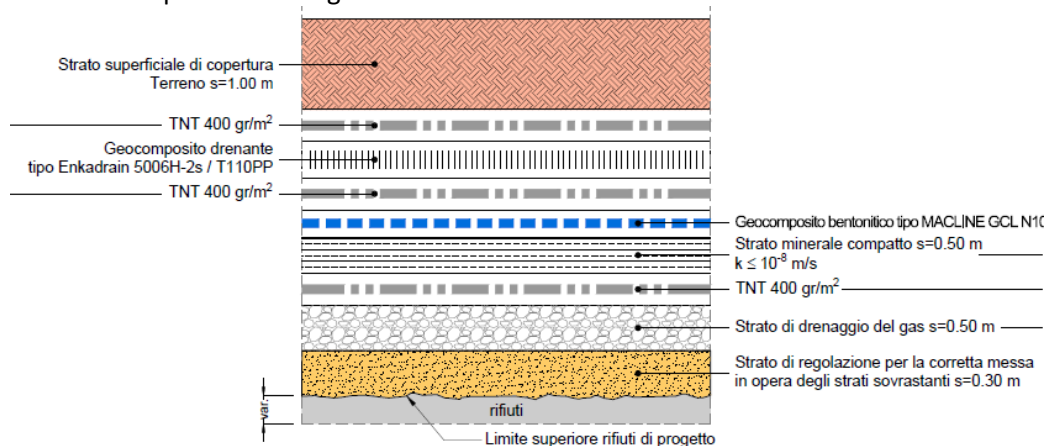
Premesso quanto sopra, le **verifiche di stabilità** sono state svolte solo in **condizione non drenate** in quanto gli scavi saranno stabilizzati al piede mediante la messa in posto dei rifiuti, utilizzando il metodo di Jambu rigoroso (vedi Elaborato **PDC-AL-021**).

Tutte le verifiche eseguite (vedi Elaborato **PDC-AL-021**) hanno fornito **valori del fattore di sicurezza maggiori di 1**, di conseguenza le verifiche si ritengono soddisfatte.

#### 3.20.7.4. 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 compattato
- Strato 7 TNT 400
- Strato 8 Strato drenante

### 3.20.7.4.1 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.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni.					
CARICHI	EFFETTO	Coefficienti parziali $\gamma_F$	EQU	A1 STR	A2 GEO
Carichi Permanenti $G_1$	Favorevole	$\gamma_{G1}$	0,9	<b>1,0</b>	1,0
	Sfavorevole		1,1	<b>1,3</b>	1,0
Permanenti $G_2$	Favorevole	$\gamma_{G2}$	0,8	<b>0,8</b>	0,8
	Sfavorevole		1,5	<b>1,5</b>	1,3
Azioni Variabili Q	Favorevole	$\gamma_{Qi}$	0,0	<b>0,0</b>	0,0
	Sfavorevole		1,5	<b>1,5</b>	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  $\gamma_{G1}$  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 $\gamma_M$	M1	M2
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan\phi'_k$	$\gamma_\phi$	<b>1,0</b>	1,25
Coesione efficace	$c'_k$	$\gamma_{c'}$	<b>1,0</b>	1,25
Resistenza non drenata	$c_{uk}$	$\gamma_{cu}$	<b>1,0</b>	1,4
Peso dell'unità di volume	$\gamma$	$\gamma_\gamma$	<b>1,0</b>	1,0

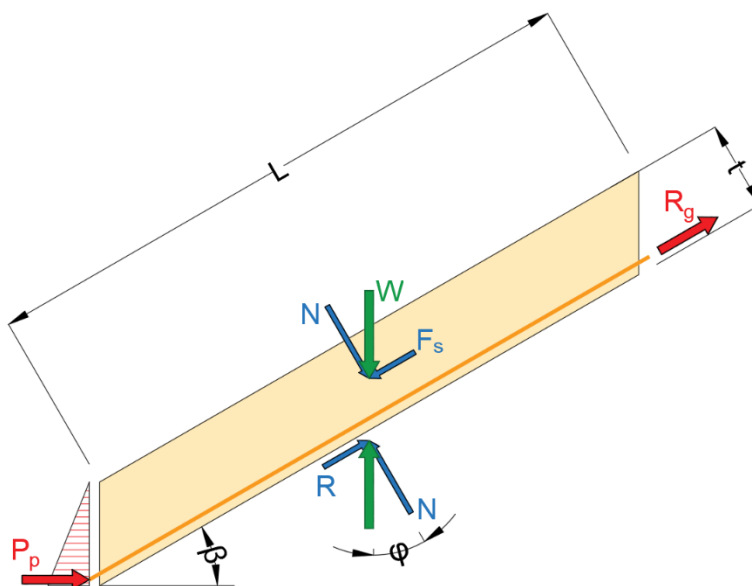
Tab. 6.5.I - Coefficienti parziali per le resistenze			
Tipo di verifica	coefficienti parziali $\gamma_R$		
	R1	R2	R3
Scorrimento	1	1	<b>1,1</b>

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 3.20/7 - 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:

- $\gamma$  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 ( $\gamma_{G1}$  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:

$\beta$  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  $\delta$  (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  $\gamma_m$  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

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

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

$\varphi$  Angolo di attrito

$\delta$  Angolo di attrito fra cuneo attivo e passivo

$\beta$  Angolo di inclinazione del pendio

$\vartheta$  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:

$\delta_{i\_1-2}$	24,00 °	Angolo di resistenza all'interfaccia strato 1-2 - valore caratteristico
$\delta_{i\_2-3}$	33,00 °	Angolo di resistenza all'interfaccia strato 2-3 - valore caratteristico
$\delta_{i\_3-4}$	33,00 °	Angolo di resistenza all'interfaccia strato 3-4 - valore caratteristico
$\delta_{i\_4-5}$	20,00 °	Angolo di resistenza all'interfaccia strato 4-5 - valore caratteristico
$\delta_{i\_5-6}$	22,50 °	Angolo di resistenza all'interfaccia strato 5-6 - valore caratteristico
$\delta_{i\_6-7}$	33,00 °	Angolo di resistenza all'interfaccia strato 6-7 - valore caratteristico
$\delta_{i\_7-8}$	33,00 °	Angolo di resistenza all'interfaccia strato 7-8 - valore caratteristico
$\delta_k$	20,00 °	Angolo di resistenza all'interfaccia più svantaggiosa - valore caratteristico
$\delta_d$	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 <sup>2</sup>	Coesione residua del terreno - valore caratteristico
$c'_{d\_residua}$	3,60 kN/m <sup>2</sup>	Coesione residua del terreno - valore di progetto
$\delta$	10,50 °	Angolo di attrito fra cuneo attivo e passivo assunto, a favore di sicurezza, pari al 50% di $\phi$
$\theta$	0 °	Angolo formato dal cuneo passivo con la verticale
$\beta$	20,00 °	Inclinazione versante

$\gamma_a$	19,00 kN/m <sup>3</sup>	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
$\gamma_p$	19,00 kN/m <sup>3</sup>	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 <b>&gt;1 OK</b>	Fattore di sicurezza

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

#### 3.20.7.4.2 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.

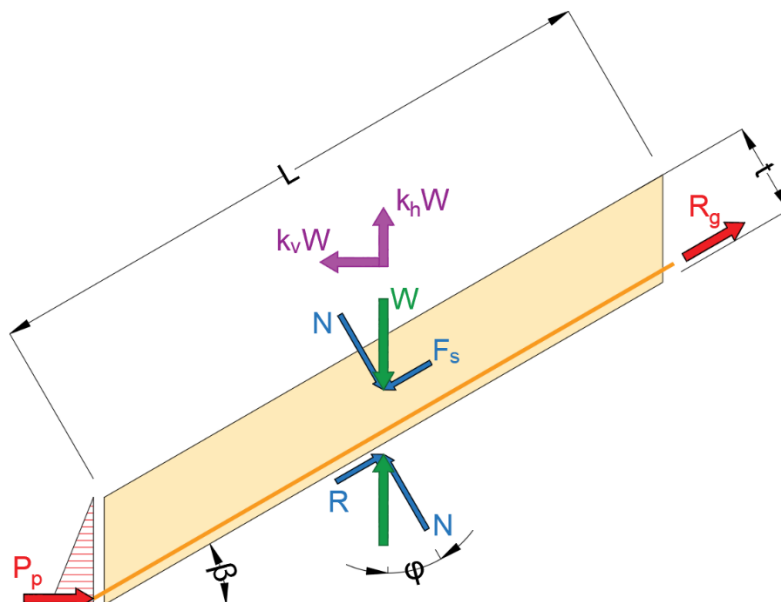


Figura 3.20/8 - Schema di calcolo usato per le verifiche

$k_h$  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:

$\gamma$  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:

$\beta$  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  $\delta$  (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  $\gamma_m$  che viene posto pari a 1.20 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

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

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

$\varphi$  Angolo di attrito  
 $\delta$  Angolo di attrito fra cuneo attivo e passivo  
 $\beta$  Angolo di inclinazione del pendio  
 $\vartheta$  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:

$\delta_{i-1-2}$	24,00	°	Angolo di resistenza all'interfaccia strato 1-2 - valore caratteristico
$\delta_{i-2-3}$	33,00	°	Angolo di resistenza all'interfaccia strato 2-3 - valore caratteristico
$\delta_{i-3-4}$	33,00	°	Angolo di resistenza all'interfaccia strato 3-4 - valore caratteristico
$\delta_{i-4-5}$	20,00	°	Angolo di resistenza all'interfaccia strato 4-5 - valore caratteristico
$\delta_{i-5-6}$	22,50	°	Angolo di resistenza all'interfaccia strato 5-6 - valore caratteristico
$\delta_{i-6-7}$	33,00	°	Angolo di resistenza all'interfaccia strato 6-7 - valore caratteristico
$\delta_{i-7-8}$	33,00	°	Angolo di resistenza all'interfaccia strato 7-8 - valore caratteristico
$\delta_k$	20,00	°	Angolo di resistenza all'interfaccia più svantaggiosa - valore caratteristico
$\delta_d$	16,87	°	Angolo di resistenza all'interfaccia più svantaggiosa - valore di progetto

Di seguito si riportano i calcoli svolti:

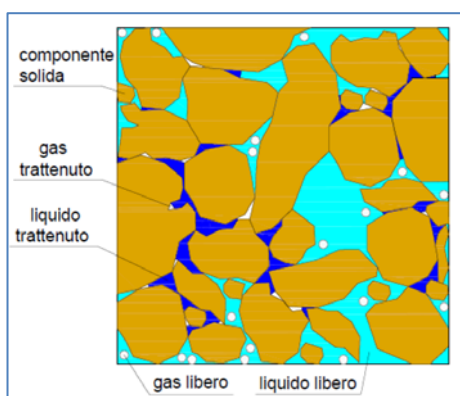
$\varphi_{k\_residua}$	21,00	°	Angolo di resistenza al taglio residuo del terreno - valore caratteristico
$\varphi_{d\_residua}$	21,00	°	Angolo di resistenza al taglio residuo del terreno - valore di progetto
$c'_{k\_residua}$	3,60	kN/m <sup>2</sup>	Coesione residua del terreno - valore caratteristico
$c'_{d\_residua}$	3,60	kN/m <sup>2</sup>	Coesione residua del terreno - valore di progetto
$\delta$	14,00	°	Angolo di attrito fra cuneo attivo e passivo assunto, a favore di sicurezza, pari a 2/3 di $\phi$
$\theta$	0	°	Angolo formato dal cuneo passivo con la verticale
$\beta$	20,00	°	Inclinazione versante
$k_h$	0,05		Coefficiente sismico orizzontale
$k_v$	0,02		Coefficiente sismico verticale
$\psi$	0,05		Angolo sismico
$\gamma_a$	19,00	kN/m <sup>3</sup>	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 <sup>3</sup>	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
$\gamma_p$	19,00	kN/m <sup>3</sup>	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	<b>&gt;1 OK</b>	Fattore di sicurezza

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



### 3.20.7.5. 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	$\gamma_k = 12,00 \text{ kN/m}^3$
Peso specifico secco a breve termine	$\gamma_k = 8,00 \text{ kN/m}^3$
Angolo di attrito efficace	$\Phi_k = 30^\circ$
Coesione efficace	$c'_k = 5,00 \text{ kN/m}^2$

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 ( $t/m^3$ ) o di peso di volume secco ( $kN/m^3$ ), se non vi è acqua all'interno del rifiuto;
- densità ( $t/m^3$ ) o di peso di volume solido ( $kN/m^3$ ), se si ha un certo valore del contenuto d'acqua;
- densità ( $t/m^3$ ) o di peso di volume umido ( $kN/m^3$ ), se l'acqua riempie i vuoti del mezzo poroso.

Il peso di volume secco  $\gamma_d$  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  $\gamma_s$  è nettamente più utilizzato: viene quasi sempre calcolato tale valore durante le fasi di riempimento di un settore di discarica.

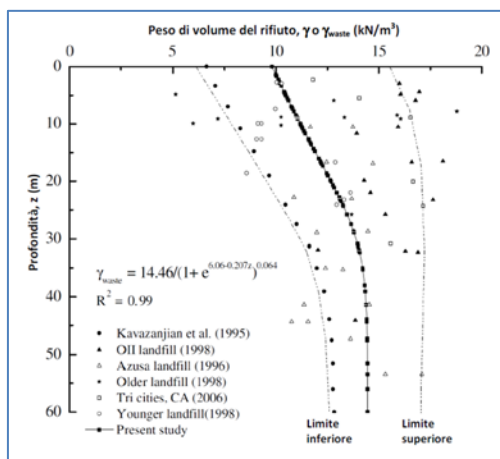
Il peso di volume umido  $\gamma_h$ , che include, a differenza del peso di volume solido, le precipitazioni infiltrate e l'acqua eventualmente iniettata nel rifiuto (per esempio derivante dal ricircolo del percolato), è ricavato da misure dirette (test in situ o carotaggi) o indirette. Il suo valore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

- per un rifiuto non compattato (immediatamente dopo deposito in situ): da 2 a 6  $kN/m^3$ ;
- per un rifiuto fresco compattato (non sovraccaricato): da 6 a 9  $kN/m^3$ ;
- per un rifiuto mediamente sovraccaricato: da 8 a 10  $kN/m^3$ ;
- per un rifiuto fortemente sovraccaricato: da 9 a 13  $kN/m^3$ .

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
Zomberg et al., 1999	10,0 – 15,0	RSU <i>in situ</i> (8 e 50 m)
Goure 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 Goure, 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 elastoplastico, che può variare nel tempo a causa della degradazione.

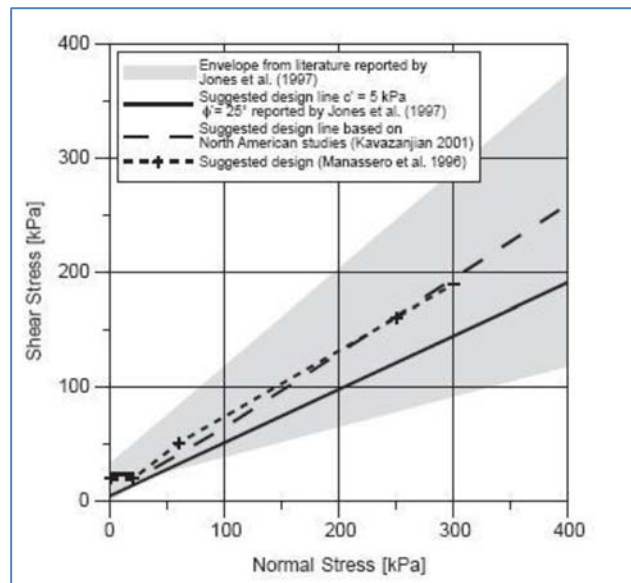
La conoscenza della resistenza a taglio permette di definire sia il piano di rottura del materiale sia i parametri intrinseci ad essa correlati, come l'angolo d'attrito ( $\phi'$ ) e la coesione ( $c'$ ). Nei grafici usualmente adoperati in meccanica delle terre, correlanti gli sforzi applicati alla 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  $\phi'$  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  $\phi'$ , 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  $\phi' = 30^\circ$ ).

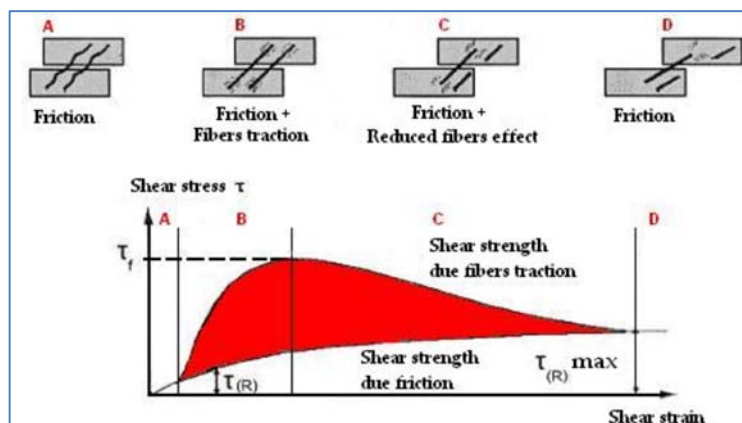
Queste tre zone così definite possono variare a seconda delle caratteristiche specifiche del sito e delle condizioni del rifiuto.



**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, tessuti), 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:

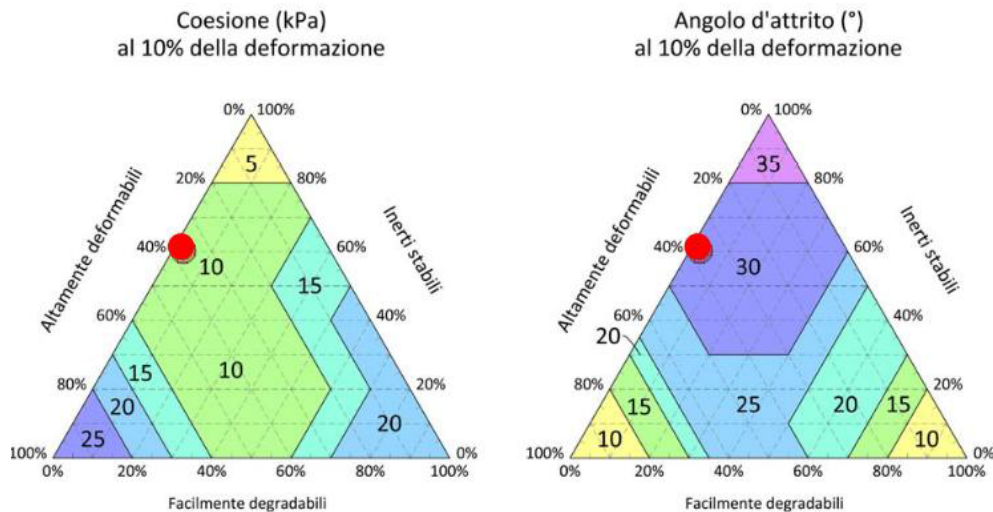
- test di laboratorio (apparecchio a taglio diretto, apparecchio triassiale);
- test in situ (prove di rottura, prove penetrometriche statiche, prove in trincea);
- retro-analisi (a partire da fenomeni di rottura osservati su larga scala);
- modellazione su scala ridotta (prove su profili ricostruiti 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  $\phi'$  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)	$\phi'$ (°)		
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. Balie di rifiuti a bassa densità
	23,5	22	Taglio diretto	Test su rifiuti imballati. Balie 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).
	28	26,5	Taglio semplice	Rifiuto MSW vecchio di 9 mesi. 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.

### 3.20.8. VERIFICHE DEGLI ASSESTAMENTI

Le verifiche degli assestamenti attesi che si avranno nei corpi di rifiuti sottostanti 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 e di eliminare ogni potenziale criticità, sono state eseguite facendo riferimento al progetto di coltivazione complessiva dell'impianto fino alla Fase 5 – Sottofase 2, in modo da consentire una progettazione cautelativa sia in termini di tipologia che di dimensionamento dei vari impianti.

#### 3.20.8.1. 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):

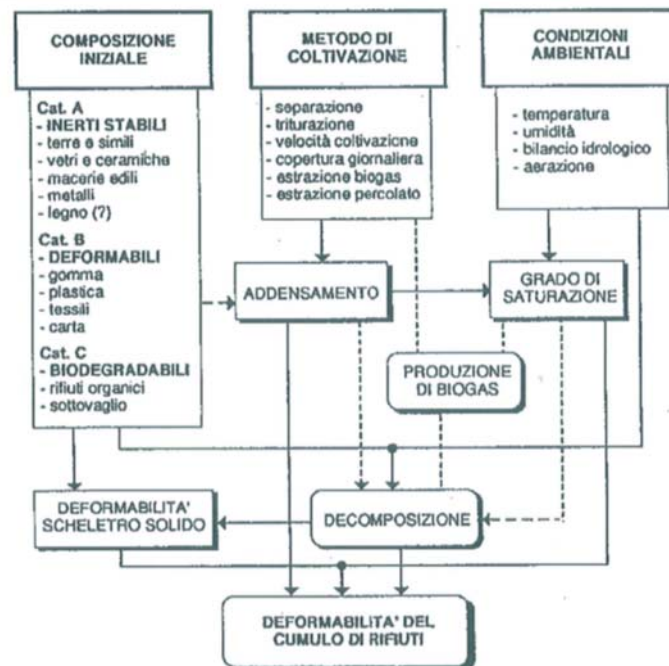
- inerti stabili: comprendono ceramiche, vetri, metalli, terre e simili;
- altamente deformabili: gomma, plastica, tessili e carta;
- biodegradabili: rifiuti organici, vegetali e legno.



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.

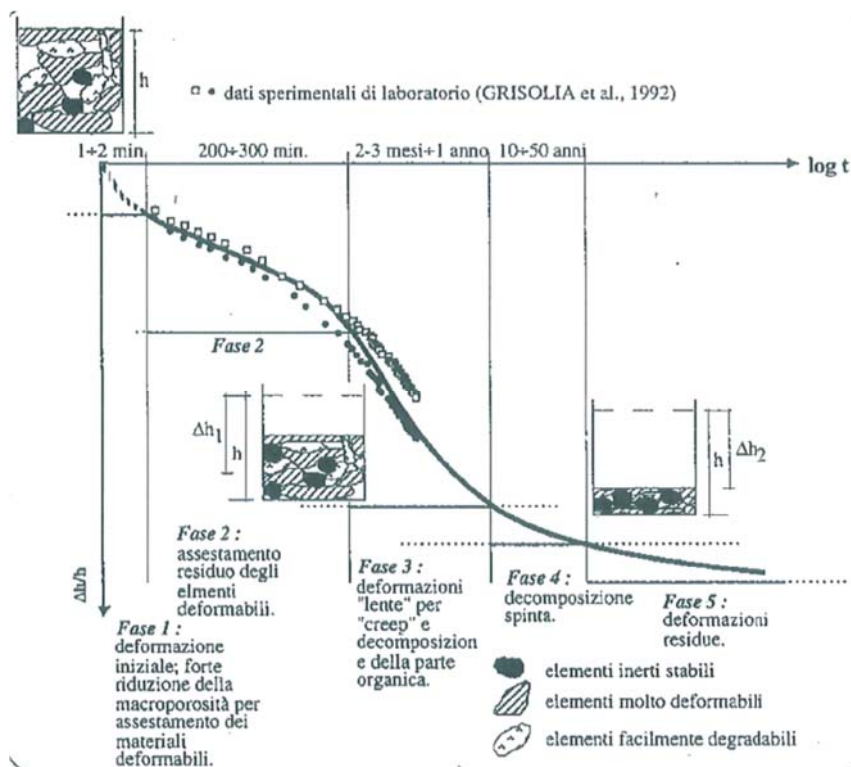
I rifiuti solidi urbani sono caratterizzati da un'elevata deformabilità, che presenta molte analogie con quella delle terre organiche (torbe), e dipende da molti fattori indipendenti fra loro pur influenzandosi l'un l'altro, come schematicamente riportato nella sottostante. Questi fattori determinano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



**Figura 3.20/9 - 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 3.20/10 - Curva di compressibilità RSU (Grisolia et al, 1995)**

#### 3.20.8.2. 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 ( $\epsilon_i$ ) di un generico strato di rifiuto è il risultato di tre differenti meccanismi di deformazione:

- compressione istantanea ( $\epsilon_{Pi}$ );
- compressione per creep ( $\epsilon_{Ci}$ );
- compressione per biodegradazione ( $\epsilon_{Bi}$ ).

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

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

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

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

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

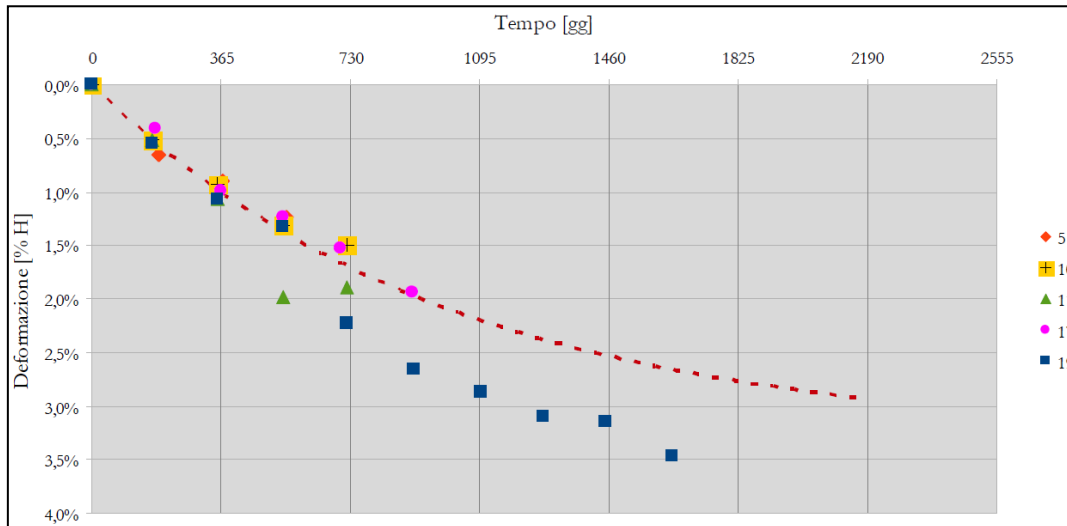
Dove

$\gamma_i$	$[kN/m^3]$	peso di volume dei rifiuti
$\Delta \sigma_i$	$[kN/m^2]$	incremento di tensione media verticale efficace
$\Delta t$	$[gg]$	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 <sup>-1</sup> (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.

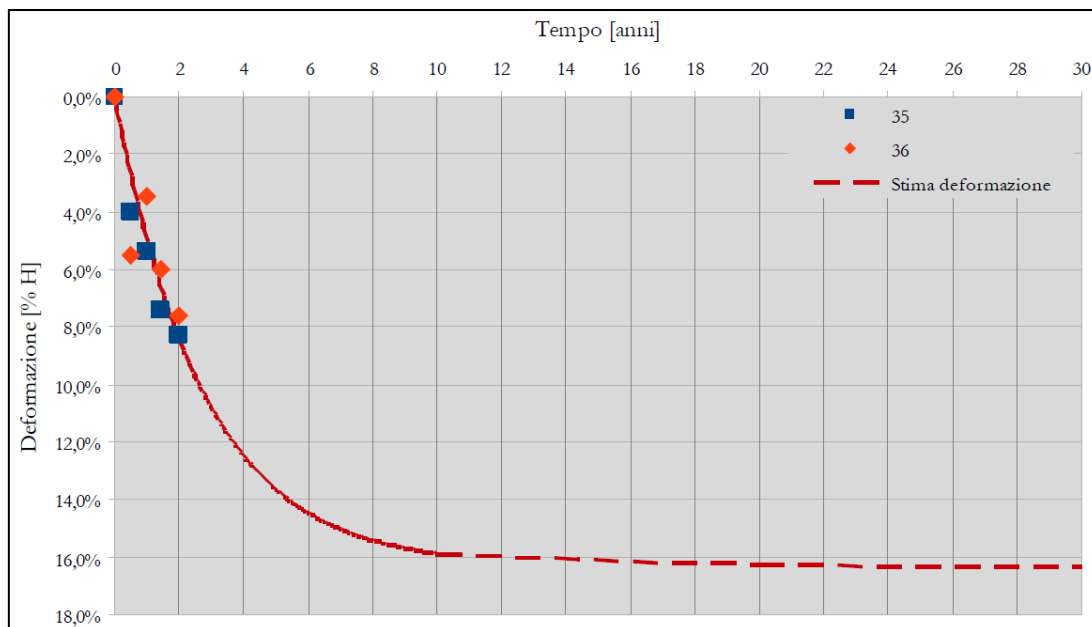
### 3.20.8.3. APPLICAZIONE DEL MODELLO ALLA DISCARICA LEGOLI 2

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.



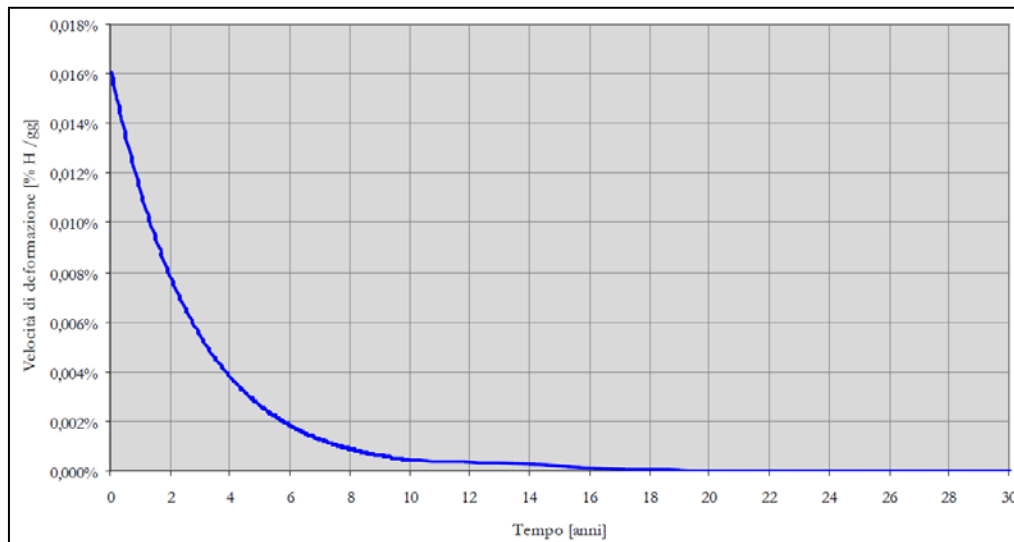
**Figura 3.20/11 - Decorso delle deformazioni nel tempo: modulo esaurito discarica di Legoli 2**

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 3.20/12 - 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%).

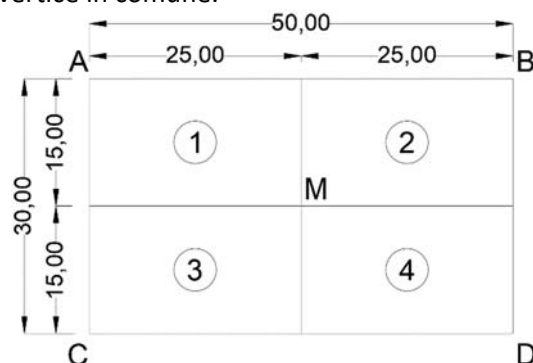


**Figura 3.20/13 - Velocità di deformazione dei rifiuti**

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.

#### 3.20.8.4. 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

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

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

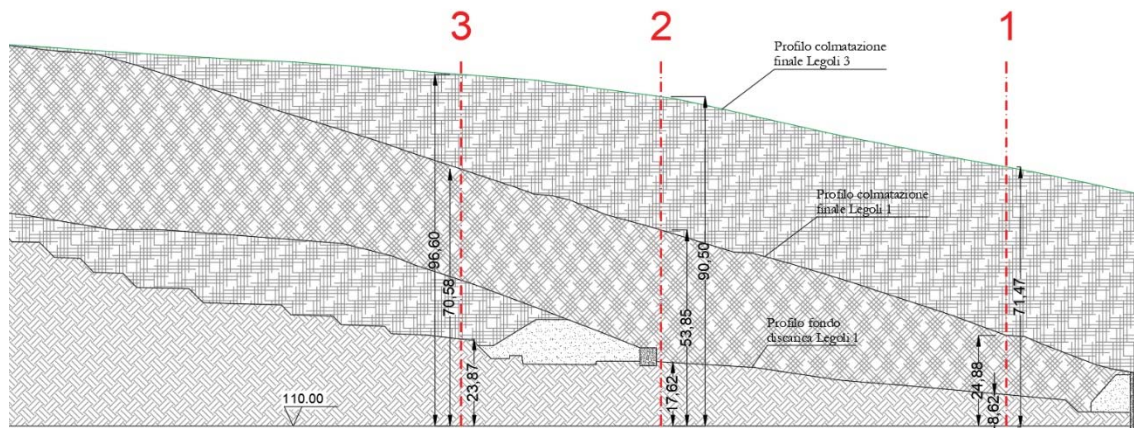
$$c = \sqrt{L^2 + B^2 + z^2}$$

### 3.20.8.5. 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 3.20/14 - Sezione trasversale Legoli 1**

DATI		
Peso di volume dei rifiuti	$\gamma_r$	10 kN/m <sup>3</sup>
Peso di volume del terreno di copertura	$\gamma_t$	18 kN/m <sup>3</sup>
Deformazione a modulo esaurito	$\epsilon$	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	$\sigma_{sov\_L3}$	482,63 kN/m <sup>2</sup>
Sovraccarico dovuto alla copertura di Legoli 1	$\sigma_{sov\_L1}$	27,00 kN/m <sup>2</sup>
Sovraccarico totale	$\sigma_{sov\_tot}$	509,63 kN/m <sup>2</sup>

CEDIMENTO LEGOLI 1 - SEZIONE 1									
N° strato	$z_{strati}$ [m]	$z_{centro,i}$ [m]	$\Delta H_i$ [m]	$m^2$	$n^2$	$c$	$\Delta\sigma_{ij}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\epsilon_{pi}$	$S(\Delta t)$ [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	$\sigma_{sov\_L3}$	285,12 kN/m <sup>2</sup>
Sovraccarico dovuto alla copertura di Legoli 1	$\sigma_{sov\_L1}$	27,00 kN/m <sup>2</sup>
Sovraccarico totale	$\sigma_{sov\_tot}$	312,12 kN/m <sup>2</sup>

CEDIMENTO LEGOLI 1 - SEZIONE 2									
N° strato	Z <sub>strati</sub> [m]	Z <sub>centro,i</sub> [m]	ΔH <sub>i</sub> [m]	m <sup>2</sup>	n <sup>2</sup>	c	Δσ <sub>i,j</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	ε <sub>pi</sub>	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

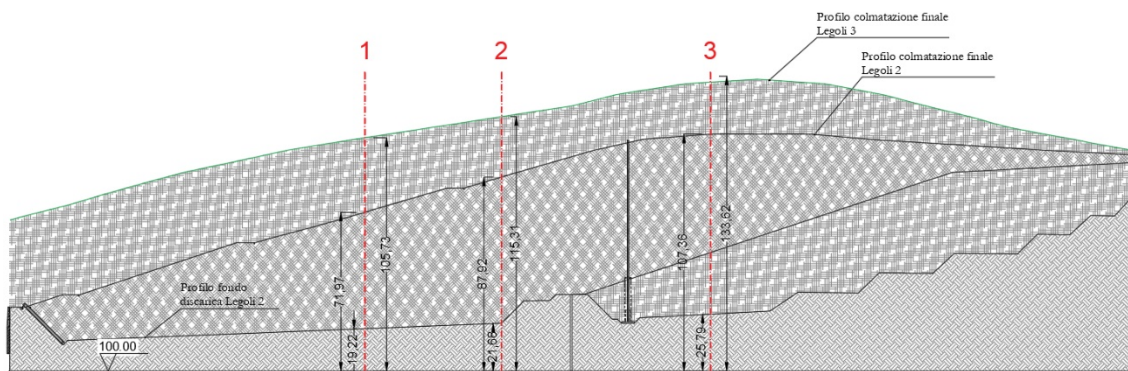
SEZIONE 3		
Altezza del singolo strato di rifiuti Legoli 1	h <sub>0</sub>	4 m
Numero di strati	n	11
Quota progetto fondo scavo Legoli 1	Z <sub>fon_L1</sub>	133,87 m
Quota progetto copertura Legoli 1	Z <sub>cop_L1</sub>	180,58 m
Altezza rifiuti Legoli 1	h <sub>rif_L1</sub>	45,21 m
Altezza rifiuti Legoli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

CEDIMENTO LEGOLI 1 - SEZIONE 3									
N° strato	Z <sub>strati</sub> [m]	Z <sub>centro,i</sub> [m]	ΔH <sub>i</sub> [m]	m <sup>2</sup>	n <sup>2</sup>	c	Δσ <sub>i,j</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	ε <sub>pi</sub>	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.

### 3.20.8.6. 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 3.20/15 - Sezione trasversale Legoli 2**

DATI		
Peso di volume dei rifiuti	$\gamma_r$	10 kN/m <sup>3</sup>
Peso di volume del terreno di copertura	$\gamma_t$	18 kN/m <sup>3</sup>
Deformazione a modulo esaurito	$\epsilon$	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	$\sigma_{sov\_L3}$	431,40 kN/m <sup>2</sup>
Sovraccarico dovuto alla copertura di Legoli 2	$\sigma_{sov\_L2}$	37,80 kN/m <sup>2</sup>
Sovraccarico totale	$\sigma_{sov\_tot}$	469,20 kN/m <sup>2</sup>

CEDIMENTO LEGOLI 2 - SEZIONE 1									
N° strato	Z <sub>strati</sub> [m]	Z <sub>centro,i</sub> [m]	ΔH <sub>i</sub> [m]	m <sup>2</sup>	n <sup>2</sup>	c	Δσ <sub>i,j</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	ε <sub>pi</sub>	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 <sub>0</sub>	6 m
Numero di strati	n	7
Quota progetto fondo scavo Legoli 2	Z <sub>fon_L2</sub>	117,91 m
Quota progetto copertura Legoli 2	Z <sub>cop_L2</sub>	162,8 m
Altezza rifiuti Legoli 2	h <sub>rif_L2</sub>	42,79 m
Altezza rifiuti Legoli 2 a modulo esaurito	h <sub>rif_L2_me</sub>	41,51 m
Quota progetto copertura Legoli 2 a modulo esaurito	Z <sub>cop_L2_me</sub>	161,52 m
Quota massima progetto copertura Legoli 3	Z <sub>cop_L3</sub>	189,27 m
Altezza sovraccarico rifiuti Legoli 3	h <sub>sov_L3</sub>	25,45 m
Sovraccarico applicato in sommità dovuto a Legoli 3	σ <sub>sov_L3</sub>	295,94 kN/m <sup>2</sup>
Sovraccarico dovuto alla copertura di Legoli 2	σ <sub>sov_L2</sub>	37,80 kN/m <sup>2</sup>
Sovraccarico totale	σ <sub>sov_tot</sub>	333,74 kN/m <sup>2</sup>

CEDIMENTO LEGOLI 2 - SEZIONE 2									
N° strato	Z <sub>strati</sub> [m]	Z <sub>centro,i</sub> [m]	ΔH <sub>i</sub> [m]	m <sup>2</sup>	n <sup>2</sup>	c	Δσ <sub>i,j</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	ε <sub>pi</sub>	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	$\sigma_{sov\_L3}$	153,44 kN/m <sup>2</sup>
Sovraccarico dovuto alla copertura di Legoli 2	$\sigma_{sov\_L2}$	37,80 kN/m <sup>2</sup>
Sovraccarico totale	$\sigma_{sov\_tot}$	191,24 kN/m <sup>2</sup>

CEDIMENTO LEGOLI 2 - SEZIONE 3									
N° strato	$z_{strati}$ [m]	$z_{centro,i}$ [m]	$\Delta H_i$ [m]	$m^2$	$n^2$	$c$	$\Delta\sigma_{i,j}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\epsilon_{pi}$	$S(\Delta t)$ [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.

Gli assestamenti attesi non risulteranno quindi in grado di inficiare il corretto funzionamento dei sistemi di raccolta e smaltimento percolato e la pendenza del fondo, deformato in maniera non significativa, consentirà di mantenere il deflusso del percolato verso il fondo della discarica mediante le tubazioni di drenaggio di fondo vasca.

### 3.20.9. VERIFICA DEI CEDIMENTI DEL FONDO SCAVO

#### 3.20.9.1. CEDIMENTI ATTESI NEI RIPORTI ANTROPICI

Sono stati valutati i cedimenti attesi alla **base di Legoli 3** dove non è prevista la completa rimozione del terreno di riporto, limo argilloso / limo con argilla debolmente sabbioso fessurato, ed in particolare:

- sul **fondo vasca**;
- sulla **scarpata destra** dell'area di interrimento controllato.

Il calcolo dei cedimenti è stato eseguito per strisce successive di terreno dello spessore di 20 cm utilizzando i coefficienti di compressibilità volumetrica (mv) ricavati dalla elaborazione e dalla interpretazione delle Prove Penetrometriche eseguite nell'area (vedi elaborati **GEO-EG-010 - GEO-AL-030**, prove **PP60 – PP61**) mediante la seguente relazione:

$$dH = H * q_{eff} * \Sigma (mv I)$$

dove:

dH	= cedimento assoluto
H	= spessore dello strato = 20 cm
q <sub>eff</sub>	= carico efficace applicato
Σ	= sommatoria
mv	= coefficiente di compressibilità volumetrica dello strato i-esimo
I	= indice di influenza del carico sullo strato i-esimo

I risultati ottenuti sono riportati di seguito.

##### 3.20.9.1.1 ZONE DI FONDO VASCA

Per quanto attiene le zone di **“fondo vasca”** l'analisi è stata sviluppata tenendo conto della **conformazione morfologica finale** del progetto di gestione fino al **Lotto 1** (coltivazione fino alla Fase 4 – Sottofase 2).

I cedimenti stimati del fondo vasca a seguito del carico applicato dalla messa in posto dei rifiuti nell'area di interrimento controllato fino alla gestione del **Lotto 1** (coltivazione fino alla Fase 4 – Sottofase 2) sono stati riportati nella Tavola **PAR-EG-161 - Sezioni di scavo di dettaglio**.

Tenuto conto della loro limitata entità, non ne può essere data evidenza **grafica** nelle **Sezioni di scavo di dettaglio** (vedi elaborato **PAR-EG-161**) in quanto, **alla scala del disegno, il profilo dello scavo eseguito e dello scavo dopo assestamento risultano praticamente sovrapposti**; pertanto ne viene data solamente evidenza **numerica** nella tabella alla base della sezione.

I cedimenti attesi non risulteranno quindi in grado di inficiare il corretto funzionamento dei sistemi di raccolta e smaltimento percolato e la pendenza del fondo, deformato in maniera non significativa, consentirà di mantenere il deflusso del percolato verso il fondo della discarica mediante le tubazioni di drenaggio di fondo vasca.

I risultati dell'analisi eseguita sono stati riportati nell'elaborato **CL1-AL-012 – LOTTO 1 - Verifiche di stabilità globali e locali – Verifica degli assestamenti e dei cedimenti**.



### 3.20.9.1.2 ZONE SULLA SCARPATA DESTRA DELL'AREA DI INTERRAMENTO CONTROLLATO

Per quanto attiene le zone sulla “**scarpata destra**” l’analisi **non risulta sostanzialmente influenzata dalla diversa conformazione morfologica finale del progetto** (coltivazione fino alla Fase 5 – Sottofase 2 oppure coltivazione del solo **Lotto 1** fino alla Fase 4 – Sottofase 2).

I risultati dell’analisi eseguita sono stati riportati nella Tavola **PAR-EG-171 - Sezioni di scavo di dettaglio**.

Tenuto conto della loro limitata entità, non ne può essere data evidenza **grafica** nelle **Sezioni di scavo di dettaglio** (vedi elaborato **PAR-EG-171**) in quanto, **alla scala del disegno, il profilo dello scavo eseguito e dello scavo dopo assestamento risultano praticamente sovrapposti**; pertanto ne viene data solamente evidenza **numerica** nella tabella alla base della sezione.

I cedimenti attesi non risulteranno quindi in grado di inficiare il corretto funzionamento dei sistemi di raccolta e smaltimento percolato e la pendenza del fondo, deformato in maniera non significativa, consentirà di mantenere il deflusso del percolato verso il fondo della discarica mediante le tubazioni di drenaggio di fondo vasca.

I risultati dell’analisi eseguita sono stati riportati nell’elaborato **CL1-AL-012 – LOTTO 1 - Verifiche di stabilità globali e locali – Verifica degli assestamenti e dei cedimenti**.

### 3.20.9.2. CEDIMENTI ATTESI NEL FONDO VASCA DI LEGOLI 3 IMPOSTATO SU ARGILLE PLIOCENICHE COMPATTE

Come risulta dall’elaborato **GEO-RT-010** e dall’esame delle indagini geotecniche in sito e di laboratorio eseguite nell’area di interramento controllato (vedi elaborato **GEO-AL-050**), **il substrato dell'area di ubicazione della discarica, costituito da argille plioceniche compatte sovraconsolidate, è da ritenere praticamente incompressibile e non sono previsti significativi cedimenti** in relazione ai carichi attesi di progetto; pertanto sarà garantito il regolare deflusso del percolato sul fondo della discarica mediante le tubazioni di drenaggio di fondo vasca e il suo convogliamento ai pozzi di sollevamento.

Le suddette considerazioni sono state riportate nell’elaborato **CL1-AL-012 – LOTTO 1 - Verifiche di stabilità globali e locali – Verifica degli assestamenti e dei cedimenti**.

## 3.21. 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:

Nelle Tavole **da CL1-EG-011 a CL1-EG-081 (gestione Lotto 1)** è stato riportato a quale elemento si riferisce la scheda della geogriglia riportata in alto a sinistra delle tavole.

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

### 3.21.1. GESTIONE DELLE AMD NELLA FASE DI CANTIERE

Nell'elaborato **AM1-RT-010** sono fornite le informazioni di dettaglio relative alla gestione delle **AMD nelle fasi di cantiere** e nella **Tavola AMD-EG-142-smaltimento-acque-cantiere-rev02** viene riportata la gestione delle **AMD** nelle fasi di cantiere.

Nella **Tavola AMD-EG-142-smaltimento-acque-cantiere-rev02** viene riportata la gestione delle **AMD** nelle fasi di cantiere.

Per la precisione si prevedono due macrofasi:

- 1) La prima in cui viene realizzata la viabilità principale di accesso. In questo caso la gestione delle acque risulta la solita dello stato attuale per la zona del futuro fondo vasca. Per quanto riguarda la zona degli uffici verrà realizzata una canaletta a monte della paratia ed una a fianco della strada ed entrambe andranno a scaricare nel fosso Cerretello.
- 2) Nella seconda fase si procede alla realizzazione della paratia e del piazzale impianti. In questo caso verrà realizzato l'arginello in argilla, previsto nelle **Tavole AM1-EG-010 / 020** per la gestione del **Lotto 1**, per convogliare le acque provenienti dall'esterno del fondo scavo. Le acque ricadenti all'interno del fondo scavo verranno convogliate nello scarico esistente ed attraverso una pompa di sollevamento verranno scaricate nell'arginello sopra la paratia di Legoli 2, previa separazione dei solidi sospesi mediante installazione di una vasca di trattamento "in continuo" del trasporto solido.

Tutte le lavorazioni saranno svolte in una zona priva di falde idriche sotterranee ma saranno comunque attuate una serie di precauzioni finalizzate a evitare la dispersione di sostanze contaminanti nelle acque superficiali.

Per l'utilizzo degli oli disarmanti impiegati nella costruzione, saranno utilizzati preferibilmente prodotti biodegradabili e atossici.

I rifornimenti di carburante e di lubrificante ai mezzi meccanici saranno essere effettuati su pavimentazione impermeabile (da rimuovere al termine dei lavori), con rete di raccolta, allo scopo di raccogliere eventuali perdite di fluidi da gestire secondo normativa.

Per i rifornimenti di carburanti e lubrificanti con mezzi mobili dovrà essere garantita la tenuta e l'assenza di sversamenti di carburante durante il tragitto e sarà controllata la tenuta dei tappi del bacino di contenimento delle cisterne mobili, provvedendo ad evitare le perdite per traboccamento mediante periodici svuotamenti.

I circuiti oleodinamici dei mezzi operativi saranno controllati giornalmente.

In caso di versamenti accidentali, si provvederà a circoscrivere e raccogliere il materiale ed effettuare la comunicazione di cui all'art. 242 del D.Lgs. n. 152/ 20 06.

#### **3.21.1.1. CALCOLO DEL VOLUME DELLA VASCA DI TRATTAMENTO IN CONTINUO**

Trattandosi di cantiere interessato unicamente da attività di scavo le acque meteoriche provocheranno il dilavamento delle superfici scolanti e le acque saranno contaminate da solidi sospesi.

In caso di pioggia le acque rimarranno completamente all'interno dell'invaso e tutte le fasi lavorative saranno sospese in quanto per procedere nelle attività sarà necessario che il fondo scavo sia asciutto.

Il sistema di regimazione delle acque meteoriche dilavanti in fase di cantiere è affidato ad un sistema chiuso tale da impedire l'afflusso di acque esterne nell'area di scavo e idoneo a contenere all'interno dell'area di cantiere le acque dilavanti stesse.

Naturalmente, nel corso di eventi piovosi le attività di scavo saranno interrotte.

Nel corso delle attività di scavo le acque meteoriche saranno convogliate nel pozzetto (esistente) di raccolta e scarico delle acque meteoriche (vedi Tavola **AMD-EG-142** – pozzetto **Va1**) che rappresenterà una “prima vasca” di decantazione avente la funzione di far sedimentare buona parte del trasporto solido, evitando che questo arrivi al reticolo idrico naturale.

Nel corso di un evento piovoso sarà attivata una pompa, collocata nella “prima vasca” di decantazione (**Va1**), che consentirà di convogliare le acque raccolte all'interno di una serie di vasche di trattamento "in continuo" (vedi Tavola **AMD-EG-142** – vasche **Va2** - vedi Scheda Tecnica) dotate di sfioro per il recapito nell'arginello sopra la paratia di Legoli 2 (vedi Tavola **AMD-EG-142**).

A titolo cautelativo, prima del recapito delle acque nell'arginello sopra la paratia di Legoli 2, sarà posizionato anche un sistema di disoleazione in continuo (vedi Tavola **AMD-EG-142**).

Per definire un criterio di determinazione del volume della vasca di trattamento delle acque, si è tenuto conto di quanto riportato nell'art. 2 lettera g) della L.R. n. 20 del 31.05.2006.

Considerando che viene assunto cautelativamente un coefficiente di deflusso pari a 1, e che la superficie interessata è pari a circa:

$$S_f = 17.900 \text{ m}^2$$

se ne ricava un Volume di prima pioggia pari a:

$$V_{pp} = S_f * 0,005 = 89,5 \text{ m}^3$$

Per il calcolo del volume di trattamento "in continuo" del trasporto solido, si è ritenuto opportuno, trattandosi di acque dilavanti di un'area di cantiere, valutare il volume di sedimentazione e per far ciò è stato fatto riferimento alle **Linee Guida ARPA Emilia Romagna LG28/DT** dove il volume della vasca può essere assunto pari a:

$$V_{sed} = Q \cdot C_f$$

dove:

- $V_{sed}$  = volume di sedimentazione ( $\text{m}^3$ )
- $Q$  = portata dell'evento meteorico ( $\text{l/s}$ ) =  $S_f \cdot C_a \cdot i$
- $C_f$  = coefficiente della quantità di fango prevista
- $C_a$  = coefficiente di afflusso
- $i$  = intensità delle precipitazioni

Pertanto, assumendo una intensità di pioggia pari a  $5 \text{ mm/m}^2$  per un tempo massimo di 15 minuti si ottiene l'intensità di precipitazione pari a:

$$i = \frac{5 \text{ mm/m}^2}{15 \cdot 60 \text{ s}} = 5,56 \cdot 10^{-3} \text{ l/s} \cdot \text{m}^2$$

e attribuendo un coefficiente di afflusso pari a:

$$C_a = 1$$

se ne ricava una portata dell'evento meteorico pari a:

$$Q = S_f \cdot C_a \cdot i = 100,24 \text{ l/s}$$

e assumendo per il coefficiente della quantità di fango prevista il valore più elevato delle suddette **Linee Guida ARPA ER**, pari a:

$$C_f = 300$$

si ottiene un volume di sedimentazione "in continuo" del trasporto solido pari a circa:

$$V_{sed} = Q \cdot C_f = 30,07 \text{ m}^3$$

Pertanto per la gestione delle acque meteoriche durante la fase di cantiere si propone di posizionare una serie di vasche di trattamento in continuo delle AMD (vedi **Tavola AMD-EG-142** – vasche **Va2**), aventi complessivamente un volume superiore a quelli sopra calcolati, e pari ad almeno **120 m<sup>3</sup>**, che opereranno in modo da garantire una seconda fase di sedimentazione del trasporto solido e migliori caratteristiche delle acque scaricate.

A titolo cautelativo, prima del recapito delle acque nell'arginello sopra la paratia di Legoli 2, sarà posizionato anche un **sistema di disoleazione in continuo** (vedi **Tavola AMD-EG-142**).

### 3.21.1.2. CONTROLLI E MANUTENZIONI

La serie di vasche di trattamento in continuo **Va2** sarà controllata alla fine di ogni evento piovoso e, qualora risulti necessario, il materiale di risulta dalla sedimentazione sarà rimosso e riutilizzato in cantiere come terreno idoneo per le coperture provvisorie delle fasi di coltivazione della discarica.

### 3.21.2. GESTIONE DELLE AMD IN FASE OPERATIVA

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 per quanto attiene la **gestione del LOTTO 1**, è stato predisposto uno specifico **Piano di gestione delle acque meteoriche dilavanti e degli scarichi** consistente in:

- Relazione **AM1-RT-010**
- Tavole **AM1-EG-010 / 020 / 030 / 040 / 050 / 060 / 070 / 080 / 090 / 100 / 110**

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.

### 3.22. PROCEDURA DI CHIUSURA

La procedura di chiusura della discarica sarà avviata, alle condizioni e nei termini stabiliti dall'autorizzazione, solo dopo la verifica della conformità della morfologia della discarica e, in particolare della capacità di allontanamento delle acque meteoriche, a quella prevista nel progetto.

La discarica sarà considerata definitivamente chiusa solo dopo che l'Ente territoriale competente al rilascio dell'autorizzazione avrà eseguito un'ispezione finale sul sito e valutato tutte le relazioni presentate, comunicando a quest'ultimo l'approvazione della chiusura.

Dopo la chiusura definitiva della discarica, il gestore sarà responsabile della manutenzione, della sorveglianza e del controllo nella fase di gestione post-operativa per tutto il tempo durante il quale la discarica potrà comportare rischi per l'ambiente.

### 3.23. 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 nel 2025.

#### 3.23.1. 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 mgO<sub>2</sub>/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 mgO<sub>2</sub>/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 mgO<sub>2</sub>/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**

### 3.23.2. PERIODO A REGIME

I conferimenti di rifiuti speciali previsti in ingresso, non pericolosi, saranno quelli indicati nell'atto autorizzativo.

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 mgO<sub>2</sub>/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.

<b>Rifiuti Speciali Non Pericolosi</b>	
<b>Codice CER</b>	<b>Descrizione</b>
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 3.23/1 – 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)**

### **3.23.3. 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.

#### **3.23.3.1. 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.

#### **3.23.3.2. 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.

#### **3.23.3.3. 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.

#### **3.23.3.4. 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.

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.

#### **3.23.3.5. VERIFICHE IN LOCO**

Oltre alla verifica di conformità, Belvedere sottoporrà i rifiuti in ingresso, 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; i campionamenti in loco dei rifiuti sottoposti ad analisi sono pertanto aggiuntivi rispetto alla verifica di conformità annuale prevista per i rifiuti generati regolarmente (vedi **PCR-RT-010**).

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.

Il numero di campionamenti è riferito ad ogni singolo flusso di rifiuto omologato.

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.

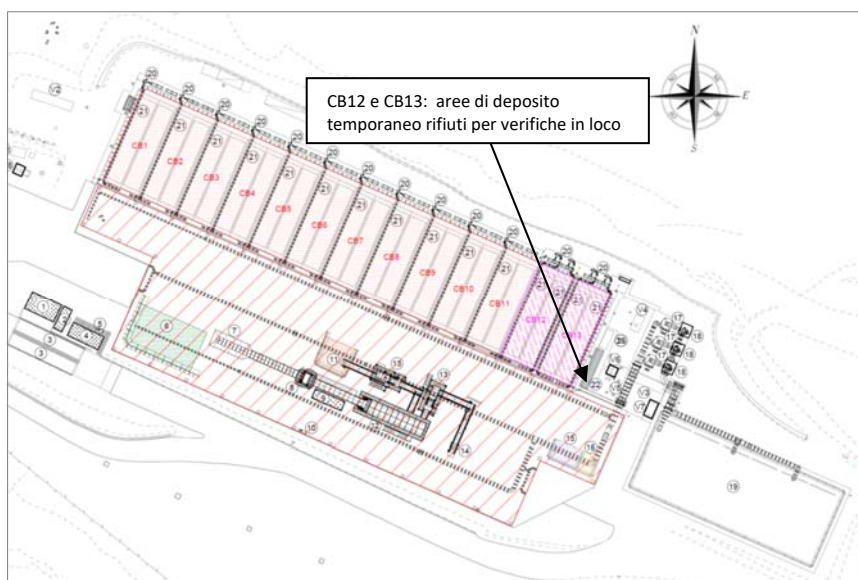
Fatto salvo approfondimenti di analisi e/o altre motivazioni tecnico operative commerciali che dovranno essere oggetto di specifiche comunicazioni all'autorità competente, entro 15 giorni lavorativi dalla messa in deposito, il rifiuto sulla base delle verifiche analitiche sarà accettato o rimandato al 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 3.23/1**).

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



**Figura 3.23/1: 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 m<sup>2</sup>, 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 3.23/2**), 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 3.23/2**).

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.

L'utilizzo delle baie 12 e 13 consente di garantire la possibilità di effettuare le verifiche in loco richieste; in caso di incremento significativo dei conferitori, al fine di garantire il rispetto delle verifiche con frequenza quadrimestrale ci riserviamo l'utilizzo provvisorio di una ulteriore cella.



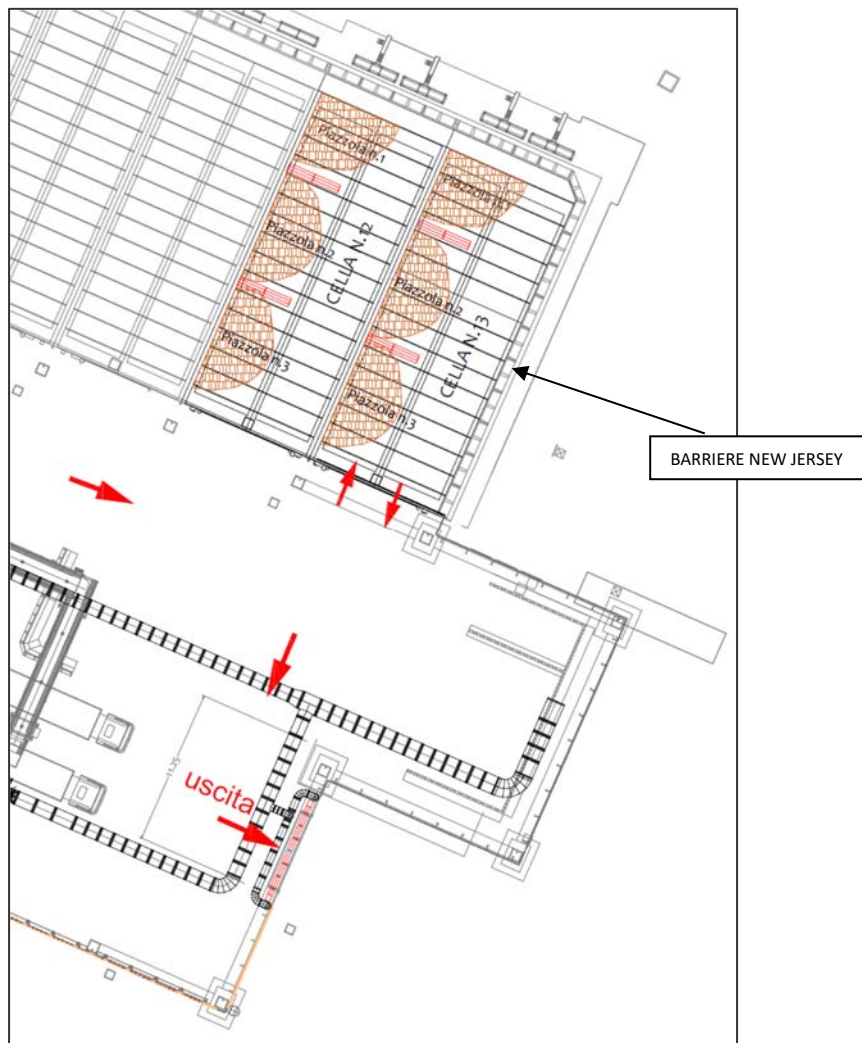


Figura 3.23/2: Modalità di confinamento dei cumuli oggetto di verifiche in loco all'interno delle celle n. 12 e n.13

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.

### 3.24. SUPERFICI OCCUPATE

Per quanto attiene le superfici occupate dal **Lotto 1**, si forniscono i seguenti dati.

- a) **superficie totale** dell'impronta del nuovo lotto di discarica: **195.000 m<sup>2</sup>**
- b) dato percentuale rispetto alla superficie totale, delle **superfici in sormonto ai corpi di discarica esistenti**: **69 %**
- c) dato percentuale, rispetto alla superficie totale, delle superfici di **nuova occupazione di suolo non interessato da pregressi corpi di discarica**: **31 %**
- d) dato percentuale, rispetto alla superficie totale, delle **parti sub-pianeggianti**: **8 %**
- e) dato percentuale rispetto, alla superficie totale, delle **parti in sponda**: **92 %**

La planimetria generale di definizione dell'area impegnata dal conferimento dei rifiuti nel **Lotto 1** è riportata nella Tavola **GE1-EG-080**.

Il perimetro impianto, attuale e di progetto, relativo al **Lotto 1**, è riportato nella Tavola **VI1-EG-020**.

Nelle tavole che illustrano le Fasi e SottoFasi sono state indicate le superfici delle varie coperture presenti per il **progetto del primo lotto di gestione (Lotto 1)** vedi **Tavole da CL1-EG-011 a CL1-EG-110**.

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 e saranno eseguite solamente operazioni di recupero paesaggistico ambientale del sito.**

### **3.25. 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.

Tenendo conto che Belvedere Spa richiede, in questa fase del procedimento, l'autorizzazione di un primo lotto di gestione (**Lotto 1**), si ricorda che nella revisione dei vari elaborati presentati la gestione dei vari strati di coltivazione della discarica è stata suddivisa in **Fasi e SottoFasi** per evitare confusioni tra i termini utilizzati; in tal senso sono presentate:

- le tavole da **CL1-EG-011 a CL1-EG-160** inerenti la **coltivazione del primo lotto (Lotto 1)**, fino alla **Fase 4 – Sottofase 2**

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 le prime **Fasi/SottoFasi** di coltivazione dovranno essere gestite 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 delle varie **Fasi/SottoFasi**, e la morfologia di progetto da raggiungere con la coltivazione, sono illustrate nelle suddette tavole grafiche **CL1**, 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.

Pertanto, per quanto attiene il progetto relativo alla **coltivazione complessiva** dell'impianto fino alla **Fase 5 – Sottofase 2**, sulla cui base sono stati **progettati tutti i sistemi** ed è stato eseguito lo **Studio di Impatto Ambientale**, le volumetrie risultanti sono le seguenti (vedi **Tabella 3.25/1**):

• Volume netto per conferimento rifiuti	4.092.000 m3
• Volume per coperture giornaliere	1.227.600 m3
• Volume per drenaggi e argini	195.000 m3
• Volume per coperture finali rifiuti	340.000 m3

Premesso quanto sopra, e tenendo conto di eventuali incertezze programmatiche, a fronte di una volumetria geometrica complessiva dell'impianto di **Legoli 3** pari a circa **5.319.600 m3** (dei quali 4.092.000 m3 costituiti da rifiuti e 1.227.600 da coperture - vedi **Tabella 3.25/1**), a **parziale copertura dei fabbisogni evidenziati per i prossimi 10 anni Belvedere Spa richiede**



**l'autorizzazione per la coltivazione di un primo lotto di gestione (Lotto 1)** le cui volumetrie risultanti sono le seguenti, come risulta dalla **Tabella 3.25/1**.

• <b>Volume netto per conferimento rifiuti</b>	<b>2.610.000 m3</b>
• <b>Volume per coperture giornaliere</b>	<b>783.300 m3</b>
• <b>Volume per drenaggi e argini</b>	<b>125.000 m3</b>
• <b>Volume per coperture finali rifiuti</b>	<b>315.000 m3</b>

**per un volume complessivo pari a circa 3.393.000 m3** (dei quali 2.610.000 m3 costituiti da rifiuti e 783.000 m3 da coperture).

Per quanto attiene il progetto relativo alla **coltivazione del primo lotto di gestione (Lotto 1)**, per il quale **Belvedere Spa** richiede **l'autorizzazione alla gestione**, sono presentati:

- le tavole da **CL1-EG-011 a CL1-EG-150** inerenti la **coltivazione del primo lotto (Lotto 1)**, fino alla **Fase 4 – Sottofase 2**
- la tavola delle fasi di **ripristino ambientale** (vedi Tavola **CL1-EG-160**)
- il relativo **Piano Economico Finanziario** (vedi elaborato **PF1-RT-010**)

Per il completamento delle varie Fasi di Gestione e il raggiungimento della morfologia finale di progetto del **Lotto 1**, sulla base di un conferimento annuo di rifiuti pari a circa **250.000 tonnellate/anno**, salvo il primo anno di esercizio per la fase di avvio, le volumetrie derivanti dal progetto in oggetto potranno consentire una **durata di 10,5 anni**.

Si evidenzia inoltre che, se la gestione della discarica avrà termine alla fine della Fase 4 / SottoFase 2, potrà essere **anticipato** al 2034/2035 un **ulteriore completamento della copertura definitiva della Legoli 2**, come risulta dalle **Tavole CL1-EG-090 e CL1-EG-160**, e che quanto sopra trova riscontro nella **revisione del Piano Economico Finanziario** (vedi elaborato **PF1-RT-010**).

Nel periodo di tempo di gestione del **Lotto 1**, che prevede il conferimento dei rifiuti fino al raggiungimento della morfologia di progetto di cui alla **Fase 4 – Sottofase 2** (vedi **Tabella 3.25/1** e **Tavole CL1-EG-081 / 090**), nell'ambito del **monitoraggio dell'attuazione delle azioni di piano**, dovrà essere valutata l'opportunità di procedere al completamento delle volumetrie complessive di progetto fino alla **Fase 5 – Sottofase 2** (vedi **Tabella 3.25/1**).

Anno		Legoli 3										Rifiuti		Coperture		Totale	
												/ anno	Cumulato	/ anno	Cumulato	/ anno	Cumulato
		m3 / Fasi-Sottofasi										[mc]	[mc]	[mc]	[mc]	[mc]	[mc]
		F1-SF1	F1-SF2	F2-SF1	F2-SF2	F3-SF1	F3-SF2	F4-SF1	F4-SF2	F5-SF1	F5-SF2						
2025	1	110.000										110.000	110.000	33.000	33.000	143.000	143.000
2026	2		169.000	81.000								250.000	360.000	75.000	108.000	325.000	468.000
2027	3			172.000	78.000							250.000	610.000	75.000	183.000	325.000	793.000
2028	4				218.000	32.000						250.000	860.000	75.000	258.000	325.000	1.118.000
2029	5					250.000						250.000	1.110.000	75.000	333.000	325.000	1.443.000
2030	6					66.000	184.000					250.000	1.360.000	75.000	408.000	325.000	1.768.000
2031	7						219.000	31.000				250.000	1.610.000	75.000	483.000	325.000	2.093.000
2032	8							250.000				250.000	1.860.000	75.000	558.000	325.000	2.418.000
2033	9							195.000	55.000			250.000	2.110.000	75.000	633.000	325.000	2.743.000
2034	10								250.000			250.000	2.360.000	75.000	708.000	325.000	3.068.000
2035	11								250.000			250.000	2.610.000	75.000	783.000	325.000	3.393.000
2036	12								18.000	232.000		250.000	2.860.000	75.000	858.000	325.000	3.718.000
2037	13									250.000		250.000	3.110.000	75.000	933.000	325.000	4.043.000
2038	14									220.000	30.000	250.000	3.360.000	75.000	1.008.000	325.000	4.368.000
2039	15										250.000	250.000	3.610.000	75.000	1.083.000	325.000	4.693.000
2040	16										250.000	250.000	3.860.000	75.000	1.158.000	325.000	5.018.000
2041	17										232.000	232.000	4.092.000	69.600	1.227.600	301.600	5.319.600
Volume Rifiuti/Fase		110.000	169.000	253.000	296.000	348.000	403.000	476.000	573.000	702.000	762.000		4.092.000		1.227.600		5.319.600
Volume coperture/Fase		33.000	50.700	75.900	88.800	104.400	120.900	142.800	171.900	210.600	228.600		1.227.600				
														anni			
Volume totale/Fase		143.000	219.700	328.900	384.800	452.400	523.900	618.800	744.900	912.600	990.600		5.319.600	16,5			
Superficie		20.965	31.304	46.976	54.832	64.562	74.881	88.354	106.130	130.273	141.324						
Spessore strato		6,8	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0						
		<b>Lotto 1</b>	rifiuti	2.610.000	m3			<b>Lotto 2</b>	rifiuti	1.482.000	m3			<b>Totale</b>	4.092.000	m3	
			coperture	783.000	m3	anni			coperture	444.600	m3	anni			1.227.600	m3	anni
			<b>Totale</b>	3.393.000	m3	10,5			<b>Totale</b>	1.926.600	m3	6,0			5.319.600	m3	16,5

Tabella 3.25/1 – Volumi rifiuti e coperture - Totali e Lotti 1 e 2

### 3.26. 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**.

### 3.27. MOVIMENTI TERRA

Tenendo conto dei successivi aggiustamenti apportati al progetto generale, per quanto attiene la **gestione del LOTTO 1**, è stato predisposto uno specifico Piano di Gestione delle Terre e Rocce da Scavo (vedi elaborato **TR1-RT-010**) al fine di eliminare il trasferimento di terra dall'esterno dell'area di proprietà della Belvedere Spa, e 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 della discarica e della zona uffici e servizi saranno reperiti, in banco, circa **100.000 m3** di terre
- dagli scavi di approntamento delle fasi successive, 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 **280.000 m3** di terre
- dal rimodellamento del dosso presente sul fianco sinistro della discarica, a Sud dell'accettazione alta, saranno reperiti, in banco, circa **125.000 m3** di terre

come risulta con maggiore dettaglio dall'elaborato **LOTTO 1 - Gestione delle Terre e Rocce da Scavo** (vedi elaborato **TR1-RT-010**).

### 3.28. 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, ettc...) 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 3.28/1 – Personale operativo**

### 3.29. 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, per la gestione del **Lotto 1** si rimanda integralmente all'elaborato **PR1-RT-010** e relativi allegati.

### **3.30. 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 **PR1-RT-010** e relativi allegati).

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-012** al quale si rimanda per i relativi dettagli.

Nell'elaborato **PGO-RT-012**, relativo alla gestione di Legoli 3, sono state evidenziate, con carattere **blu**, sia le differenze dal PGO relativo alla gestione di Legoli 2 sia quelle relative alla revisione dell'elaborato **PGO-RT-011** di Legoli 3 già presentato.

Nel paragrafo relativo al piano di coltivazione di Legoli 3 sono state definite le modalità di posa dei rifiuti in termini di spessore degli strati, ampiezza di abbancamento e inclinazione.

Tenuto conto delle tempistiche necessarie per l'approntamento della Legoli 3, saranno prima completate le volumetrie dell'autorizzazione vigente relativa a Legoli 2 e solo successivamente inizieranno i conferimenti nell'area approntata di Legoli 3; quindi le attività gestionali di Legoli 2 e Legoli 3 risulteranno **differenziate temporalmente**.

Nel momento in cui si procederà con i conferimenti autorizzati per Legoli 3 il PGO di Legoli 2 sarà superato e la gestione dell'intero impianto seguirà il PGO di Legoli 3.



Quanto sopra fatto salvo per il **completamento delle coperture definitive nelle aree della Legoli 2 non interessate dal sormonto che potranno essere realizzate solamente dopo due anni dal termine dei conferimenti seguendo ancora il PGO di Legoli 2.**

Tale soluzione risulterà possibile in quanto le due diverse gestioni (**inizio dei conferimenti nella Legoli 3 e completamento delle coperture della Legoli 2**) avranno luogo in aree opposte dell'impianto e non vi saranno problematiche di interferenza.

#### **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-012** 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.

Per quanto attiene la **gestione del LOTTO 1**, è stato predisposto uno specifico **Piano di ripristino ambientale** relativo al **Lotto 1** di discarica effettivamente da autorizzare; in tal senso vedi elaborati:

- **PR1-RT-010**      **LOTTO 1 - Piano di Ripristino Ambientale – Relazione**
- **PR1-EG-010**      **LOTTO 1 - Piano di Ripristino Ambientale – Fasi di ripristino**
- **PR1-EG-020**      **LOTTO 1 - Implementazione dotazione vegetazionale**
- **PR1-EG-030**      **LOTTO 1 - Piano di Ripristino Ambientale – Ripristino Finale**
- **PR1-EG-040**      **LOTTO 1 - Piano di Ripristino Ambientale – Inserimento paesaggistico**

## 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 in quanto, sulla base della Convenzione del 20/12/2019 tra il Comune di Peccioli e la Belvedere SPA, la concessione rilasciata a Belvedere Spa risulta estesa **fino al momento in cui la discarica**, nel suo complesso, **non avrà esaurito la propria capacità ricettiva** e si passerà alla sua gestione post-mortem.

### 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.

Negli elaborati:

- CAT-AL-020-Pratica-catastale-Certificati-Destinazione-Urbanistica
- CAT-AL-030-Pratica-catastale-Disponibilità aree di intervento
- CAT-AL-040-Pratica-catastale-Certificati-Destinazione-Urbanistica-Integrazione

sono forniti i **CDU** delle particelle interessate dall'intervento.

#### 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 I) 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 I-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: Precisioni 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'istallazione 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-011**) 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 allegato viene presentato il documento:

- **PEI-AL-010-Piano di emergenza interno -2024**

aggiornato alla data del 15/10/2024, comprensivo della ricevuta di avvenuta consegna alla Prefettura di Pisa in data 31/10/2024.

## 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 (**AUE-AL-010**) 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)**
4. **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); l'autorizzazione è già stata rilasciata con nulla osta del Ministero delle Imprese e del Made in Italy nr. 544/2023 - Prot. Regione Toscana AOOGR - 0372001 del 01/08/2023;**
5. **Permesso a costruire (art. 142, L.R. 10 novembre 2014, n. 65 – art. 7, D.P.R. 7 settembre 2010, n. 160); in allegato viene presentata la documentazione redatta come da fac-simile della Regione Toscana; vedi elaborato *RPC\_AL\_010\_richiesta\_permesso\_costruire*.**
6. **Controlli di Prevenzione Incendi ex art. 16-c.2 D.lgs. n. 139/2006. Procedimento ex Art. 3 DPR 151/2011; l'autorizzazione è già stata rilasciata con parere favorevole del Comando Vigili del Fuoco - Pisa – Prot. Regione Toscana AOOGR - 0421452 del 13/09/2023**

Per quanto attiene la documentazione come da fac-simili della Regione Toscana, viene presentato l'elaborato **AIA\_AL\_010\_DD\_15512\_allegato\_1B** di cui al DD. n. 15512 del 05/10/2020.

Per quanto attiene alle emissioni in atmosfera, il quadro emissivo non risulta modificato rispetto a quanto riportato nell'elaborato SCH-RT-012-schede-AIA del quale viene comunque presentata la revisione **SCH\_RT\_013\_schede\_AIA\_Rev03**, che integra e sostituisce la precedente.



## 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-011**), 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-011**).

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

**GE1-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 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 Tavola **GE1-EG-020** e tavole **PR1-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 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 **PF1-RT-010** per la gestione del **Lotto 1** 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

Tenendo conto dei successivi aggiustamenti apportati al progetto generale, per quanto attiene la **gestione del LOTTO 1**, è stato predisposto uno specifico **Cronoprogramma dei lavori** relativo al **Lotto 1** di discarica effettivamente da autorizzare (vedi elaborato **CP1-EG-010 – Lotto 1 - Cronoprogramma dei lavori**).

### 8.2. TEMPI PER LA MESSA IN ESERCIZIO – FASE 1 / SOTTOFASE 1

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 della Fase1/SottoFase1 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 m<sup>3</sup> di cui alla DD n. 2857 del 20/06/2012 della Provincia di Pisa, potrà essere completata nel **2025** (vedi elaborato **PF1-RT-010-piano-economico-finanziario**).

Oltre tale data, per il completamento delle varie Fasi di Gestione e il raggiungimento della morfologia finale di progetto del **Lotto 1**, sulla base di un conferimento annuo di rifiuti pari a circa **250.000 tonnellate/anno**, salvo il primo anno di esercizio per la fase di avvio, le volumetrie derivanti dal progetto in oggetto potranno consentire una **durata di 10,5 anni** (vedi elaborato **PF1-RT-010**).



## 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 valleciole 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 Tavole **GE1-EG-020** e **PR1-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 valleciole all'interno delle quali è già avvenuto fino ad oggi, e lo sarà anche in futuro, il conferimento dei rifiuti (vedi Tavole **GE1-EG-020** e **PR1-EG-030 / 040**).

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 **PF1-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 **PF1-RT-010** per quanto attiene la gestione del **Lotto 1** 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 **PF1-RT-010**, 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 **PF1-RT-010** 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.

Per rispondere alla duplice richiesta del Settore Autorizzazione Rifiuti (**tempi e coperture finanziarie**) gli interventi di realizzazione delle **coperture finali di Legoli 2 e Legoli 3** sono stati esplicitamente riportati nell'**Allegato 3**.

La voce "**copertura finale**" è stata disaggregata e integrata con una dicitura che definisce la **localizzazione delle superfici interessate** che **sono illustrate nelle tavole grafiche di**

**riferimento**, suddivise per le diverse **Fasi/SottoFasi** di intervento; in tal senso **vedi Tavole da CL1-EG-011 a CL1-EG-110 per quanto attiene la gestione del Lotto 1.**

I **tempi** previsti dal cronoprogramma sono stati **realisticamente correlati** alle superfici di intervento dei vari Lotti/Fasi e sono **coerenti** con quanto previsto dal Piano Finanziario.

Il **PF1-RT-010** 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**.

Inoltre nel **PF1-RT-010** è stata inserita una sezione con le modalità di calcolo delle garanzie finanziarie che dovranno essere attivate per la gestione operativa e post-operativa, individuando ed elencando le voci di costo considerate per definire gli importi; le modalità di calcolo delle garanzie sono conformi a quanto previsto dal D.Lgs 36/2003 e alla DGRT n. 751 del 9.9.2013.